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 BEROUNKY

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

DRNOVÝ POTOK - 10100300_1 - Ř.KM 0 - 2
DRNOVÝ POTOK - 10100300_2 - Ř.KM 2 - 8

04. 2013

POVODÍ VLTAVY

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 BEROUNKY

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

DRNOVÝ POTOK - 10100300_1 - Ř. KM 0 - 2
DRNOVÝ POTOK - 10100300_2 - Ř. KM 2 - 8

Pořizovatel:

POVODÍ VLTAVY

Povodí Vltavy, státní podnik
Holečkova 8
Praha 5
150 24

Zhotovitel: sdružení „DHI + HDP“

DHI

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

SWECO
Sustainable engineering and design

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

Řešitel:

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

V Praze, 04. 2013

Obsah:

1 Základní údaje ... 6

1.1 Seznam zkratek 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) ... 9

3 Přehled podkladů ... 10

3.1 Topologická data ... 10

3.1.1 Vytvoření (aktualizace) DMT ... 10

3.1.2 Mapové podklady ... 10

3.1.3 Geodetické podklady ... 11

3.2 Hydrologická data ... 11

3.3 Místní šetření ... 11

3.4 Doplňující podklady – technické a provozní informace, zprávy, studie, dokumenty, literatura ... 12

3.5 Normy, zákony, vyhlášky ... 12

3.6 Vyhodnocení a příprava podkladů ... 12

4 Popis koncepčního modelu ... 13

4.1 Schematizace řešeného problému ... 13

4.2 Posouzení vlivu nestacionarity proudění ... 13

4.3 Způsob zadávání OP a PP ... 13

5 Popis numerického modelu ... 14

5.1 Použité programové vybavení ... 14

5.2 Vstupní data numerického modelu ... 14

5.2.1 Morfologie vodního toku a záplavového území ... 14

5.2.2 Drsnosti hlavního koryta a inundačních území ... 14

5.2.3 Hodnoty okrajových podmínek ... 15

5.2.4 Hodnoty počátečních podmínek ... 15

5.2.5 Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat ... 15

5.3 Popis kalibrace modelu ... 15

6 Výstupy z modelu ... 16

6.1 Záplavové čáry pro průtoky Q_5, Q_{20}, Q_{100} a Q_{500} ... 24

6.2 Hloubky pro průtoky Q_5, Q_{20}, Q_{100} a Q_{500} ... 24

6.3 Rychlosti pro průtoky Q_5, Q_{20}, Q_{100} a Q_{500} ... 24

6.4 Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů ... 24

1 Základní údaje

1.1 Seznam zkratek a symbolů

Tabulkač.1 – Seznam zkratek a symbolů

Zkratka	Vysvětlení
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
DMT	Digitální model terénu
S_JTSK	Souřadný systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
Bpv	Výškový systém Balt po vyrovnání
ZÚ	Záplavová území
1D model	Matematický model jednorozměrného proudění
VÚV TGM	Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, v.v.i.
PPO	Protipovodňová opatření
ZM-10	Základní mapa 1 : 10 000
ZABAGED®	Základní báze geografických dat – digitální topografický model
GIS	Geografický informační systém
ČÚZK	Český úřad zeměměřický a katastrální

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 při zajišťování vstupů pro sestavení hydraulického modelu bylo geodetické zaměření, které bylo poskytnuto pořizovatelem. Jedná se o zaměření Drnového potoka v rozsahu od soutoku s Úhlavou (ř.km 0,000) po konec intravilánu části Klatov Luby z roku 2005, která je součásti technickoprovozní evidence toku Drnový potok.

Po prostudování poskytnutých dat byl proveden terénní průzkum s cílem zjistit, zda poskytnutý rozsah geodetického zaměření je dostatečný pro hydraulické modelování a aktuální nebo bude třeba provést dodatečné zaměření. V průběhu terénního průzkumu byla pořízena nová fotodokumentace všech objektů na toku a vybraných profilů. Na základě místního šetření bylo původní zaměření rozšířeno a aktualizováno společností GEODIS BRNO s.r.o. v roce 2013. Dále byl použit výškopisný popis území z DMR 5G – LLS od ČÚZK, který byl využit pro inundační území.

Od ČHMU byla objednána aktuální hydrologická data (N-leté průtoky) ve 2 profilech (POD Mochtínským (Bystrým) potokem a ústí do Úhlavy).

Sestavení hydraulického modelu.

Na Drnovém potoce jsou vymezeny 2 oblasti s potenciálně významným povodňovým rizikem a to v rozsahu od ř.km 0 do ř.km 2 a od ř.km 2 do ř.km 8.

Hydraulický model byl sestaven ve větším rozsahu, než je řešený úsek z pohledu Map rizik a povodňových nebezpečí.

Hydraulické charakteristiky proudění v zájmové oblasti toku byly simulovány matematickým modelem HEC – RAS 4.1.0 včetně jeho nadstavby pro GIS GeoRAS.

Hlavním podkladem pro generování vstupů pro HEC – RAS je digitální model terénu (DMT) ve formátu TIN. DMT zájmové oblasti byl sestaven z DMR 5G - LLS, který byl zpřesněn o vymodelované dno koryta Drnového potoka včetně objektů v korytě. Koryto bylo sestaveno pomocí lineární interpolace zaměřených říčních příčných profilů s akceptováním směrového vedení toku. Již zmíněná nadstavba HEC-RAS GeoRAS, která je extensí ArcGIS vytváří z digitálního modelu terénu geometrický model terénu – dojde k vytvoření 3D říční sítě s 3D souřadnicemi, které jsou pak vstupem pro hydraulický model.

Příčné profily generované z geometrického modelu terénu, byly voleny tak, aby v maximální možné míře postihovaly složitost proudění při povodni. Po importu do HEC – RAS proběhlo další upřesňování tvarů některých profilů podle poznatků z terénního průzkumu. Takto upravené profily byly dále vymezeny na aktivní a neaktivní zóny pro jednotlivé návrhové průtoky.

Drsnosti koryta jsou do řešení zahrnuty Manningovým součinitelem drsnosti n. Hodnoty lze zadávat v různých bodech příčného profilu, daná hodnota pak platí, až k bodu další změny hodnoty parametru n. Základní postup zavádí moduly průtoku pro pásy příčného profilu mezi místy změn hodnot zadávaných drsností. Z dílčích hodnot modulů průtoku získává program hodnoty modulů průtoku pro levou a pravou inundaci. Tyto hodnoty pak přičítá k modulu průtoku vlastního koryta. Rozdělení průtoků bylo počítáno v dílčích pásech jak vlastního koryta, tak i obou inundací včetně stanovení rozdělení rychlostí. Model tedy poskytne, kromě dalších hydraulických charakteristik i charakteristiky rychlostního pole v hlavním korytě i v inundacích.

Jezové objekty a spádové stupně jsou počítány jako přepad přes obecné jezové těleso se zahrnutím součinitele zatopení na základě známé úrovně dolní vody, jež vzešla z výpočtu úseku pod objektem. Mostní objekty jsou počítány až do doby zahlcení jako vlastní profil koryta, po zahlcení jsou pak počítány jako objekty skládající se z kombinace výtoku vody otvorem a přepadu přes širokou korunu – přepad vody přes mostovku. I tyto objekty jsou uvažovány se správnou úrovní dolní vody vzešlou z výpočtu spodního úseku.

V takto sestavené výpočetní trati proběhl výpočet pro zadané povodňové scénáře – Q_5, Q_{20}, Q_{100}, Q_{500} a pomocí RAS Mapperu byly vygenerovány záplavové čáry, které vznikly průnikem vypočtené hladiny v daném příčném profilu s terénem. Rozsah záplavových území byl poté ještě upravován s přihlédnutím na skutečný možný rozliv a znalosti terénního průzkumu.

Rozsah záplavového území je stanoven dle platné vyhlášky Ministerstva životního prostředí č. 236/2002 Sb. pro nerovnoměrné ustálené proudění, což znamená, že nezohledňuje délku trvání povodně ani objem povodňové vlny. Proto i v místech širokých rozlivů hladina odpovídá stanovenému průtoku a tedy nezohledňují transformaci povodňové vlny, ke které může dojít.

Z dosažených výsledků byly pro všechny průtokové stavy Q_N vygenerovány:

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

na základě kterých byly vytvořeny mapy povodňového nebezpečí.

2 Popis zájmového území

Název toku: Drnový potok

ID úseku IDVT CEVT: 10100300_1

10100300_2

Číslo hydrologického pořadí toku: 1-10-03-041; 1-10-03-047

Úsek toku: Klatovy ř.km 0,0 - 2,0

Klatovy, Luby ř.km 2,0 - 8,0

(rozsah modelu ř.km 0,0 – 8,318)

Významná vodní díla:

V řešeném úseku se nenacházejí vodní díla, která by významněji ovlivnila průtokové charakteristiky během povodně. Na řešeném úseku Drnového potoka se nachází jedna vzdouvací stavba (jez), která významně ovlivňuje odtokové poměry při povodních. Jedná se o jez pevný bez možnosti manipulace při vyšších průtocích. Stavba je situována v části Luby.

Drnový potok je ve správě Povodí Vltavy, státní podnik, závod Berounka. Jedná se o pravostranný přítok Úhlavy, do které se vlévá mezi Klatovami a obcí Svrčovec v nadmořské výšce 386 m. Pramení pod obcí Nemilkov v nadmořské výšce 636 m a protéká většími obcemi Běšiny, Vrhaveč a městem Klatovy.

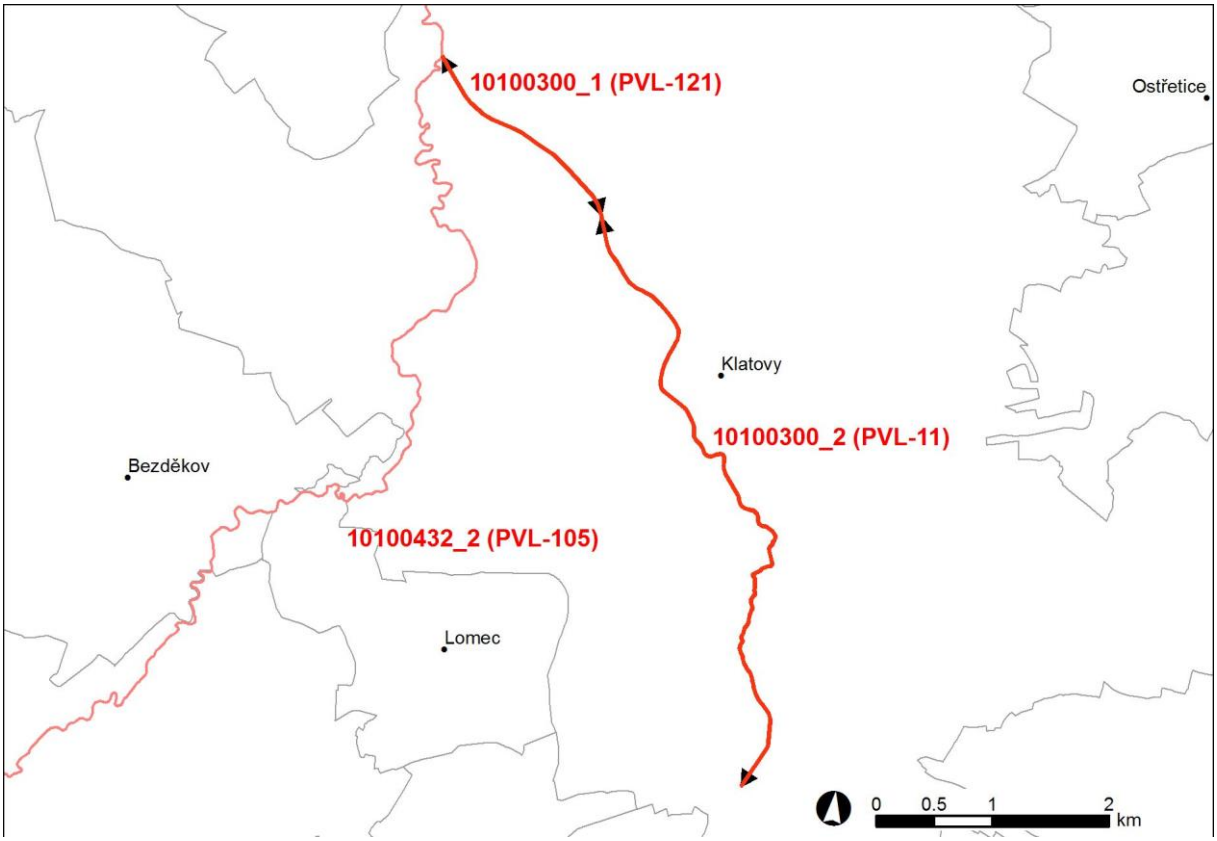
Drnový potok v řešeném úseku protéká přes ploché území před Lubami, které až po okraj Lub není trvale obydleno. Nachází se zde především zemědělské pozemky a jediný významnější přítok Mochtínský potok. V Lubech je koryto toku méně kapacitní, převážně neopevněno a břehy jsou porostlé vegetací. Nachází se zde jez, několik mostních objektů a lávek. Pod železničním mostem (ř. km 5,9) Drnový potok vytéká z Lub a začíná volně meandrovat a to až na okraj Klatov. Břehy jsou zde značně porostlé vegetací a na několika místech propojené lávkami. Za silničním mostem v Klatovech (ř. km 4,6) protéká potok hustě osídleným inundačním územím s řadou mostních objektů a lávek a začíná zde upravené opevněné koryto i břehy, které pokračuje až k ČOV Klatovy (ř. km 0,86). Zbylý úsek toku až po soutok s Úhlavou je více porostlý vegetací a území je zde od okraje zástavby Klatov až po ústí velmi ploché.

V řešeném úseku Drnový potok města Klatovy.

Podklady:

Název toku:	zdroj VÚV TGM
ID úseku IDVT CEVT: -	zdroj Ministerstvo zemědělství
Číslo hydrologického pořadí toku:	zdroj ČHMÚ
Úsek toku:	zdroj Povodí Vltavy, státní podnik
Významné přítoky:	zdroj ZM10

Obrázek – Přehledná mapa řešeného území



2.1 Všeobecné údaje

Posuzovaný úsek toku Drnový potok byl určen od ř.km 0,00 do ř.km 8,00 dle kilometráže poskytnuté pořizovatelem a přesně vymezen zadanými souřadnicemi S JTSK začátku a konce toku:

DRNOVÝ POTOK - 10100300_1 - Ř. KM 0 - 2

začátek úseku: X = - 835 232; Y = - 1 106 127

konec úseku: X = - 836 602; Y = - 1 104 745

DRNOVÝ POTOK - 10100300_2 - Ř. KM 2 - 8

začátek úseku: X = - 834 036; Y = - 1 111 023

konec úseku: X = - 835 232; Y = - 1 106 127

Staničení uvedené ve výpočetním modelu a použité při zpracování map povodňového nebezpečí bylo v řešeném úseku přepočteno podle skutečné délky osy vodního toku. Pro tento daný úsek byl sestaven model od ř.km 0,00 až do ř.km 8,318. Rozsah modelu zohledňuje celé území intravilánů města Klatovy i její části Luby

2.2 Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)

Údaje k zaznamenaným povodním na Drnovém potoce nejsou k dispozici. V řešených úsecích nejvíce ohroženou oblastí povodněmi z Drnového potoka je městská část Klatov Luby, kde byly hlášeny škody v letech 2002, 2013

3 Přehled podkladů

V souladu s vyhláškou č. 236/2002 Sb. byly použity pro zpracování návrhu záplavového území tyto podklady.

- Základní mapy 1:10 000 – digitální, rastrové - ZAGAGED, poskytlo Povodí Vltavy, státní podnik.
- Výškopisná data DMR – 5G
- Hydrologická data: n-leté průtoky - ČHMÚ Plzeň, 2012
- Podrobný terénní průzkum zpracovatele, uskutečněný v listopadu 2012, zaměřený na zmapování stavu koryta, inundací a objektů na toku
- Zákon č. 257/2001 Sb. - o vodách
- Vyhláška MŽP 236/2002 Sb. – o způsobu a rozsahu zpracování návrhu a stanovování záplavových území
- TNV: 75 2931 - Povodňové plány, 75 2102 - Úpravy potoků, 75 2103 - Úpravy řek, 75 2932 – Navrhování záplavových území
- Metadata poskytnutá Zeměměřičským ústavem k aktuální verzi ZM 10

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 DMR 5G a geodetického zaměření. DMT zájmového území se skládá z DMT koryta vodního toku a DMT inundačního území. DMT koryta vodního toku bylo vymodelováno pomocí lineární interpolace zaměřených příčných profilů s akceptováním směrového vedení toku. Vytvoření a složení DMT proběhlo v softwaru společnosti ESRI v ArcGIS pomocí extenze 3D Analyst. Trojúhelníková síť (TIN) DMT se rovněž převedla na georeferencovaný TIF o velikostí pixlu 2 m x 2 m.

Všechny souřadnice DMT jsou v polohopisném systému S_JTSK a výškovém systému Bpv.

3.1.2 Mapové podklady

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

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 bezešvá 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 bezešvé mapy – čtvercích 2x2 km, se stranami rovnoběžnými se souřadnicovými osami S-JTSK. Kromě grafického umisťovacího souboru je dodáván textový umisťovací soubor TFW a to pro zobrazení S-JTSK / Krovak EN. Tento soubor obsahuje souřadnici levého horního rohu umísťovacího čtverce a velikost pixelu v metrech pro dané rozlišení souboru. Předané soubory TIF mají rozlišení 3149x3149 (72DPI).

Nedílnou součástí při konstruování výpočetní sítě byly v r. 2004 – 2006 aktualizované ORTOFOTOMAPY ČR– čtverce 2,5 x 2,0 km ve formátu tif, se stranami rovnoběžnými se souřadnicovými osami S-JTSK. Kromě grafického umisťovacího souboru je dodáván textový umisťovací soubor TFW a to pro zobrazení S-JTSK / Krovak EN. Tento soubor obsahuje souřadnici levého horního rohu umísťovacího čtverce a velikost pixelu v metrech pro dané rozlišení souboru. Předané soubory TIF mají velikost 2500x2000, rozlišení 96 x 96 DPI, hloubku barev 24 bit/pixel.

3.1.3 Geodetické podklady

Pro vytvoření DMT koryta toku bylo použito geodeticky zaměřených příčných profilů, které bylo provedeno v roce 2004, které jsou součástí technickoprovozní evidence Drnového potoka.

Dalším podkladem pro tvorbu DMT byla použita výškopisný model DMR 5G od ČÚZK.

Všechny souřadnice jsou v polohopisném systému S_JTSK a výškovém Bpv.

3.2 Hydrologická data

Hydrologická data byla objednána od pobočky ČHMÚ Plzeň v profilech uvedených v tabulce níže.

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

Hydrologický profil	Datum pořízení	Říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
pod Mochtínským potokem	2012	7,3	25,2	44,5	74,6	114	III
ústí do Úhlavy	2012	0,0	28,7	50,7	85,1	130	III

Třída přesnosti dle ČSN 75 1400

3.3 Místní šetření

Místní šetření bylo provedeno v listopadu 2012, při kterém byla pořízena aktuální fotodokumentace objektů na toku, významných částí toku, charakteru inundačního území a překážek v něm. Toto šetření bylo pro zpracovatele významné z hlediska stanovení drsnostních parametrů použitých v matematickém modelu a dále pro kontrolu velkých příčných a podélných hrází, valů a náspů v DMT záplavového území Drnového potoka.

Při místním šetření také proběhla kontrola stávajícího geodetického zaměření, jestli nedošlo ke změně mostních objektů, jestli jsou objekty zaměřené v potřebné míře pro sestavení hydraulického modelu, jestli jsou zaměřené objekty a stavby, které mohou významně ovlivňovat proudění atd. Na základě tohoto bylo zajištěno geodetické doměření případně aktualizace zaměření.

Charakter území:

Koryto vodního toku se téměř v celém řešeném úseku nachází v intravilánech Klatov popřípadě v jejich části Luby.

Inundační území je v intravilánu měst a obcí tvořeno budovami a objekty občanského, zemědělského a průmyslového charakteru, travními a ostatními volnými plochami (hřiště, parkoviště). Mimo inundační území se vyskytují především zemědělské plochy (louky, pole).

Do ř. km 4,6 se převážně jedná o koryto neupravené s místní stabilizací břehů. Od ř. km 4,6 až po ř. km 4,0 je koryto pravidelného složeného lichoběžníkového tvaru s travním opevněním berm. Dále až k ř. km 3,2 se nachází složené koryto se svislými opěrnými kamennými zdmi. Následující úsek toku až po ČOV Klatovy (ř. km 0,86) je

opět upravený o složeném lichoběžníkovém tvaru se zatravněnými bermami. Zbylý úsek toku až po ústí do Úhlavy je stále zkapacitněn, avšak značně porostlý vegetací.

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

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] Vyhláška MŽP 236/2002 Sb., o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území.

[4] Vyhláška č. 470/2001 Sb., kterou se stanoví seznam významných vodních toků a způsob provádění činností souvisejících se správou vodních toků.

3.6 Vyhodnocení a příprava podkladů

Poskytnuté topologické a hydrologické podklady plně pokryly zájmové území.

4 Popis koncepčního modelu

Základním požadavkem na zpracování záplavových území je provádění výpočtů metodou ustáleného nerovnoměrného proudění. Pro tento typ výpočtů byl zvolen program HEC RAS 4.1.0 včetně jeho nadstavby pro ARCGIS GeoRAS.

4.1 Schematizace řešeného problému

Schéma modelu je v souladu se SZÚ jednorozměrné (1D). Vzhledem k charakteru toku, které je v extravilánech doprovázené širokými plochými inundacemi, byla schematizace provedena tak, že příčné profily byly vymezeny na aktivní a neaktivní zóny pro jednotlivé návrhové průtoky. Vzdálenost příčných řezů je nepravidelná a jejich umístění je zaměřeno primárně na charakteristická místa toku, náhlé změny profilu toku, objekty na toku apod. V místech s prizmatickým korytem nebo neměnící se tratí je vzdálenost řezů větší, v případě objektů nebo náhlých změn tvarů koryta jsou řezy zahuštěny. Takto provedená schematizace je naprosto dostatečná a danému toku a účelu odpovídající.

4.2 Posouzení vlivu nestacionarity proudění

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

Pokud bychom chtěli tuto otázku vůbec diskutovat (přímo nesouvisí s řešenou úlohou!), je třeba uvést, že vliv nestacionarity je v daném úseku Drnového potoka poměrně nevýznamný.

4.3 Způsob zadávání OP a PP

Jedná se o výpočet nerovnoměrného ustáleného proudění v otevřeném korytě. Do výpočetního modelu se tak zadává okrajová podmínka v dolním výpočtovém profilu v podobě hladiny, v horním výpočtovém profilu v podobě průtoku. V místě významných přítoků, pro které jsou k dispozici hydrologické údaje, se zadává změna průtoku. Jiné okrajové ani počáteční podmínky výpočtu se nezadávají.

Vnitřními podmínkami jsou pak údaje o drsnostních charakteristikách a ztrátových součinitelích.

5 Popis numerického modelu

5.1 Použité programové vybavení

Výpočty byly prováděny metodou ustáleného nerovnoměrného proudění v programu HEC – RAS 4.1.0 včetně jeho nadstavby v GIS GeoRAS.

Základní verze modelu hladinového režimu v otevřených korytech HEC-RAS, (River Analysis System) je jedním z produktů, které v oblasti hydrologie a hydrauliky vyvinul Hydrologic Engineering Center US Army Corps of Engineers. V roce 2000 byl dokončen vývoj nové verze programu, do které byl zařazen model neustáleného proudění HEC-UNET, dnes již ve verzi 4.1.0. Model umožňuje řešení stromových i okružních sítí přirozených otevřených koryt včetně příčných a podélných objektů na toku. Internetová adresa pro další informace je:

http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/

Program umožňuje výpočet nerovnoměrného proudění v otevřených korytech, v ustáleném i v neustáleném režimu. Je integrovaným prostředkem, který umožňuje interaktivní provoz, obsahuje moduly hydraulické analýzy, obsluhy datové báze, vizualizaci vstupních dat i výsledků. Významné jsou jeho možnosti výpočtu objektů na toku, příčných i podélných staveb. Umožňuje numerickou simulaci stromových sítí, bifurkací a okružních říčních systémů. Jako produkt federálního rozsahu, je standardním prostředkem pro plánování, návrh a protipovodňovou ochranu ve Spojených státech.

Základní verze programu HEC-RAS je vyvinuta armádou Spojených států jako federální institucí a je volně šířena po Internetu Nadstavba HEC-GeoRAS je rovněž volně šiřitelná.

5.2 Vstupní data numerického modelu

Hlavním podkladem pro generování vstupů pro HEC – RAS je geometrický model terénu, tj. 3D říční síť s 3D souřadnicemi, které jsou vygenerované pomocí GeoRasu z digitálního modelu terénu v TIN, podrobnější popis, viz výše.

5.2.1 Morfologie vodního toku a záplavového území

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

Jezové objekty a spádové stupně jsou počítány jako přepad přes obecné jezové těleso se zahrnutím součinitele zatopení na základě známé úrovně dolní vody, jež vzešla z výpočtu úseku pod objektem. Mostní objekty jsou počítány až do doby zahlcení jako vlastní profil koryta, po zahlcení jsou pak počítány jako objekty skládající se z kombinace výtoku vody otvorem a přepadu přes širokou korunu – přepad vody přes mostovku. I tyto objekty jsou uvažovány se správnou úrovní dolní vody vzešlou z výpočtu spodního úseku. Při výpočtu se jeden objekt skládá minimálně ze dvou profilů a to profilu pod objektem, jež slouží pro správné určení dolní vody těsně pod objektem a dále z profilu objektu, jež je uvažován v místě jeho návodní strany, často bývají tyto profily doplněny i profilem nad objektem, jež je umístěn cca 2 – 5 m nad návodní hranou objektu.

Výpis objektů na toku je uváděn ve směru proti proudu a je použita administrativní kilometráž správce vodního toku. (toto staničení nesouhlasí se staničením hydraulického modelu)

5.2.2 Drsnosti hlavního koryta a inundačních území

Drsnostní charakteristiky použité ve výpočetním modelu jsou zadány pomocí Manningova drsnostního součinitele. Hydraulické drsnosti jsou zadávány v jednotlivých příčných řezech a to v odlišných hodnotách jak pro jednotlivé části inundací, tak i pro jednotlivé části koryta, na základě již výše uvedené pořízené fotodokumentace a rekognoskace terénu. Vliv vegetace je do výpočtů zahrnut vždy v nejméně příznivé situaci, to znamená při plném vegetačním období.

Tabulka - Použité součinitele drsnosti (podle Mays, 1999)

Profil	Popis		Součinitel drsnosti
koryto	dno	hrubý štěrk	0,027 (0,022–0,04)
		balvany	0,050 (0,045–0,06)
	udržované břehy	keře	0,038 – 0,050
		stromy	0,040 – 0,050
		beton	0,02 (0,018 – 0,022)
inundační území	polní plodiny – pro hloubku vody < výška vegetace		0,05 – 0,10
	zralé polní plodiny		0,030 – 0,050
	křoviny a stromy		0,035 – 0,080
	hustě zarostlé plochy – vrby v létě		0,10 – 0,20

5.2.3 Hodnoty okrajových podmínek

Horní okrajové podmínky tvoří N-leté průtoky v místě významných přítoků. Dolní okrajové podmínky pro jednotlivé průtokové scénáře jsou zadány sklonem hladin (Normal Depth S) o hodnotě 0,005.

Tabulka - N-leté povodňové průtoky uvažované při hydraulickém řešení

Popis úseku	Úsek toku (ř.km)	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Poznámka
Klatovy - Luby	5,7 – 8,0	25,2	44,5	74,6	114	
Klatovy	0,0 – 5,7	28,7	50,7	85,1	130	

5.2.4 Hodnoty počátečních podmínek

Výpočet byl řešen pomocí ustáleného proudění.

5.2.5 Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat

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

5.3 Popis kalibrace modelu

V zájmovém úseku nejsou k dispozici žádné kalibrační značky velkých vod.

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) a je doplněn o poznámku, upřesňující umístění daného příčného řezu.

Tabulka 9 – Psaný podélný profil

Staničení [km]	Úroveň dna [m n.m.]	Q_5 [m³/s]	H_5 [m n.m.]	Q_{20} [m³/s]	H_{20} [m n.m.]	Q_{100} [m³/s]	H_{100} [m n.m.]	Q_{500} [m³/s]	H_{500} [m n.m.]	Poznámka
0.080	384.15	28.70	386.12	50.70	386.43	85.10	386.71	130.00	387.04	P01
0.265	384.25	28.70	386.62	50.70	387.04	85.10	387.49	130.00	387.96	P02
0.500	384.39	28.70	386.97	50.70	387.26	85.10	387.58	130.00	388.11	P03
0.795	384.80	28.70	387.71	50.70	388.35	85.10	388.93	130.00	389.13	P04
1.050	385.41	28.70	388.19	50.70	388.87	85.10	389.48	130.00	389.96	P05
1.138	385.44	28.70	388.35	50.70	389.05	85.10	389.68	130.00	390.14	
1.139	385.46	28.70	388.36	50.70	389.04	85.10	389.65	130.00	390.08	
1.141	Lavka Klatovy - km 1,144									
1.141	385.46	28.70	388.37	50.70	389.07	85.10	389.72	130.00	390.26	
1.295	385.83	28.70	388.65	50.70	389.37	85.10	390.10	130.00	390.64	P06
1.415	386.11	28.70	388.92	50.70	389.63	85.10	390.35	130.00	390.76	
1.416	386.28	28.70	388.93	50.70	389.63	85.10	390.34	130.00	390.72	
1.422	Most Klatovy - km 1,420									
1.422	386.28	28.70	388.94	50.70	389.64	85.10	390.38	130.00	390.85	
1.440	386.19	28.70	388.93	50.70	389.62	85.10	390.36	130.00	390.87	
1.545	386.45	28.70	389.15	50.70	389.84	85.10	390.58	130.00	391.13	P07
1.800	386.89	28.70	389.61	50.70	390.31	85.10	391.01	130.00	391.46	P08
2.045	387.30	28.70	389.99	50.70	390.69	85.10	391.37	130.00	391.81	P09
2.188	387.57	28.70	390.21	50.70	390.90	85.10	391.58	130.00	392.05	
2.189	387.57	28.70	390.21	50.70	390.91	85.10	391.60	130.00	392.09	
2.200	Most Klatovy - km 2,195									
2.200	387.57	28.70	390.24	50.70	390.97	85.10	391.82	130.00	392.55	

Staničení [km]	Úroveň dna [m n.m.]	Q_5 [m³/s]	H_5 [m n.m.]	Q_{20} [m³/s]	H_{20} [m n.m.]	Q_{100} [m³/s]	H_{100} [m n.m.]	Q_{500} [m³/s]	H_{500} [m n.m.]	Poznámka
2.280	387.65	28.70	390.36	50.70	391.09	85.10	391.96	130.00	392.67	P10
2.374	387.91	28.70	390.52	50.70	391.23	85.10	392.07	130.00	392.74	
2.375	387.91	28.70	390.48	50.70	391.14	85.10	392.01	130.00	392.68	
2.380	387.91	28.70	390.50	50.70	391.17	85.10	392.03	130.00	392.70	Zeleznicni most Klatovy - km 2.380
2.492	388.14	28.70	390.80	50.70	391.56	85.10	392.27	130.00	392.92	
2.493	388.07	28.70	390.83	50.70	391.59	85.10	392.28	130.00	392.91	
2.496	Lavka Klatovy - PPO01									
2.496	388.07	28.70	390.84	50.70	391.61	85.10	392.36	130.00	392.94	
2.545	388.24	28.70	390.89	50.70	391.65	85.10	392.40	130.00	392.99	P11
2.752	388.96	28.70	391.29	50.70	392.02	85.10	392.74	130.00	393.34	
2.752	388.98	28.70	391.33	50.70	392.06	85.10	392.75	130.00	393.33	
2.755	Lavka Klatovy - PPO02									
2.755	388.98	28.70	391.34	50.70	392.06	85.10	392.76	130.00	393.38	
2.810	389.10	28.70	391.47	50.70	392.19	85.10	392.91	130.00	393.48	P12
2.953	389.36	28.70	391.79	50.70	392.47	85.10	393.19	130.00	393.79	
2.955	389.40	28.70	391.77	50.70	392.41	85.10	393.03	130.00	393.75	
2.968	Most Klatovy - PPO03									
2.968	389.40	28.70	391.82	50.70	392.47	85.10	393.39	130.00	393.94	
3.060	389.59	28.70	392.06	50.70	392.78	85.10	393.70	130.00	394.15	P13
3.130	389.62	28.70	392.20	50.70	392.91	85.10	393.80	130.00	394.25	
3.140	389.72	28.70	392.27	50.70	392.97	85.10	393.83	130.00	394.25	
3.160	Lavka Klatovy - PPO04									
3.160	389.72	28.70	392.30	50.70	393.01	85.10	393.88	130.00	394.38	
3.214	390.22	28.70	392.40	50.70	393.12	85.10	393.95	130.00	394.43	

Staničení [km]	Úroveň dna [m n.m.]	Q_5 [m³/s]	H_5 [m n.m.]	Q_{20} [m³/s]	H_{20} [m n.m.]	Q_{100} [m³/s]	H_{100} [m n.m.]	Q_{500} [m³/s]	H_{500} [m n.m.]	Poznámka
3.216	390.22	28.70	392.40	50.70	393.11	85.10	393.94	130.00	394.36	
3.229	Most Klatovy - km 3,222									
3.229	390.22	28.70	392.42	50.70	393.19	85.10	394.23	130.00	395.02	
3.265	389.97	28.70	392.47	50.70	393.24	85.10	394.27	130.00	395.00	P14
3.412	390.42	28.70	392.83	50.70	393.62	85.10	394.59	130.00	395.24	
3.413	390.42	28.70	392.80	50.70	393.56	85.10	394.54	130.00	395.15	
3.427	Most Klatovy - km 3,418									
3.427	390.42	28.70	392.89	50.70	393.66	85.10	394.96	130.00	395.89	
3.502	390.97	28.70	393.16	50.70	393.98	85.10	395.27	130.00	395.97	
3.503	390.97	28.70	393.18	50.70	394.00	85.10	395.29	130.00	395.99	
3.529	Most Klatovy - km 3,509									
3.529	390.97	28.70	393.24	50.70	394.06	85.10	395.34	130.00	396.23	
3.560	391.02	28.70	393.30	50.70	394.10	85.10	395.36	130.00	396.42	P15
3.607	391.20	28.70	393.51	50.70	394.31	85.10	395.54	130.00	396.51	
3.608	391.20	28.70	393.53	50.70	394.32	85.10	395.54	130.00	396.52	
3.619	Most Klatovy - km 3,613									
3.619	391.20	28.70	393.56	50.70	394.36	85.10	395.86	130.00	396.62	
3.810	391.54	28.70	393.98	50.70	394.81	85.10	396.17	130.00	396.82	P16
3.922	391.79	28.70	394.22	50.70	395.05	85.10	396.30	130.00	396.85	
3.923	391.81	28.70	394.32	50.70	395.15	85.10	396.38	130.00	396.96	
3.934	Most Klatovy - PO05									
3.934	391.81	28.70	394.35	50.70	395.18	85.10	396.44	130.00	397.21	
4.060	392.02	28.70	394.63	50.70	395.46	85.10	396.69	130.00	397.56	P17
4.195	392.50	28.70	395.00	50.70	395.75	85.10	396.85	130.00	397.72	

Staničení [km]	Úroveň dna [m n.m.]	Q_5 [m³/s]	H_5 [m n.m.]	Q_{20} [m³/s]	H_{20} [m n.m.]	Q_{100} [m³/s]	H_{100} [m n.m.]	Q_{500} [m³/s]	H_{500} [m n.m.]	Poznámka
4.195	392.50	28.70	394.99	50.70	395.75	85.10	396.84	130.00	397.69	
4.198	Lavka Klatovy - km 4,202									
4.198	392.50	28.70	394.99	50.70	395.76	85.10	396.89	130.00	397.74	
4.325	392.91	28.70	395.27	50.70	396.02	85.10	397.08	130.00	397.89	P18
4.374	393.32	28.70	395.27	50.70	396.02	85.10	397.08	130.00	397.88	
4.375	393.38	28.70	395.41	50.70	396.08	85.10	397.04	130.00	397.77	
4.387	Most Klatovy - km 4.384									
4.387	393.38	28.70	395.44	50.70	396.11	85.10	397.15	130.00	398.15	
4.534	393.12	28.70	395.65	50.70	396.40	85.10	397.50	130.00	398.61	
4.537	393.10	28.70	395.66	50.70	396.41	85.10	397.50	130.00	398.61	
4.579	394.40	28.70	395.66	50.70	396.40	85.10	397.47	130.00	398.57	
4.580	394.84	28.70	395.73	50.70	396.13	85.10	397.20	130.00	398.26	
4.594	Most Klatovy - km 4,587									
4.594	394.84	28.70	396.15	50.70	396.66	85.10	397.50	130.00	399.11	
4.630	394.85	28.70	396.49	50.70	397.10	85.10	397.99	130.00	399.18	P19
4.777	394.61	28.70	397.20	50.70	397.66	85.10	398.30	130.00	399.28	
4.778	394.65	28.70	397.21	50.70	397.66	85.10	398.29	130.00	399.28	
4.780	Lavka Klatovy - km 4,786									
4.780	394.65	28.70	397.22	50.70	397.70	85.10	398.32	130.00	399.29	
4.900	395.22	28.70	397.58	50.70	398.06	85.10	398.59	130.00	399.40	P20
4.981	395.54	28.70	397.72	50.70	398.18	85.10	398.70	130.00	399.44	
4.981	395.54	28.70	397.53	50.70	397.57	85.10	398.59	130.00	399.44	
4.984	Lavka Klatovy - km 4.991									
4.984	395.54	28.70	397.58	50.70	398.62	85.10	398.74	130.00	399.47	

Staničení [km]	Úroveň dna [m n.m.]	Q_5 [m³/s]	H_5 [m n.m.]	Q_{20} [m³/s]	H_{20} [m n.m.]	Q_{100} [m³/s]	H_{100} [m n.m.]	Q_{500} [m³/s]	H_{500} [m n.m.]	Poznámka
5.200	396.09	28.70	398.48	50.70	398.99	85.10	399.34	130.00	399.82	P21
5.380	396.17	28.70	398.73	50.70	399.15	85.10	399.51	130.00	399.97	
5.381	396.17	28.70	398.80	50.70	399.27	85.10	399.80	130.00	400.21	
5.383	Lavka Klatovy - km 5,391									
5.383	396.17	28.70	398.83	50.70	399.31	85.10	399.84	130.00	400.26	
5.390	396.16	28.70	398.83	50.70	399.28	85.10	399.84	130.00	400.27	
5.536	397.19	28.70	399.24	50.70	399.85	85.10	400.32	130.00	400.71	
5.537	397.09	28.70	399.24	50.70	399.85	85.10	400.31	130.00	400.69	
5.539	Lavka Klatovy - km 5,548									
5.539	397.09	28.70	399.27	50.70	399.88	85.10	400.35	130.00	400.79	
5.665	397.05	28.70	399.60	50.70	400.25	85.10	400.89	130.00	401.49	P23
5.945	399.26	25.20	401.18	44.50	401.56	74.60	401.78	114.00	402.38	P24
5.956	399.32	25.20	401.24	44.50	401.50	74.60	401.67	114.00	402.19	
5.956	399.15	25.20	401.29	44.50	401.57	74.60	401.85	114.00	402.06	
5.959	Zeleznicni most Luby - km 5,958									
5.959	399.15	25.20	401.30	44.50	401.59	74.60	401.93	114.00	402.59	
5.979	399.37	25.20	401.35	44.50	401.79	74.60	402.24	114.00	403.13	
5.984	399.29	25.20	401.32	44.50	401.60	74.60	402.07	114.00	402.80	
5.988	Most Luby - PO07									
5.988	399.29	25.20	401.53	44.50	402.05	74.60	402.61	114.00	403.20	
6.076	399.86	25.20	401.88	44.50	402.55	74.60	403.32	114.00	404.19	
6.077	399.54	25.20	401.93	44.50	402.56	74.60	403.32	114.00	404.20	
6.079	Lavka Luby - km 6,089									
6.079	399.54	25.20	401.95	44.50	402.57	74.60	403.33	114.00	404.20	

Staničení [km]	Úroveň dna [m n.m.]	Q_5 [m³/s]	H_5 [m n.m.]	Q_{20} [m³/s]	H_{20} [m n.m.]	Q_{100} [m³/s]	H_{100} [m n.m.]	Q_{500} [m³/s]	H_{500} [m n.m.]	Poznámka
6.150	400.15	25.20	402.14	44.50	402.69	74.60	403.40	114.00	404.24	P25
6.256	400.59	25.20	402.55	44.50	402.99	74.60	403.58	114.00	404.33	PP02
6.338	400.82	25.20	402.86	44.50	403.33	74.60	403.83	114.00	404.44	
6.339	400.59	25.20	402.84	44.50	403.28	74.60	403.75	114.00	404.30	
6.341	Lavka Luby - PPO08									
6.341	400.59	25.20	402.86	44.50	403.36	74.60	403.93	114.00	404.42	
6.388	400.95	25.20	403.08	44.50	403.68	74.60	404.36	114.00	404.83	PO3
6.460	401.14	25.20	403.28	44.50	403.84	74.60	404.48	114.00	404.94	P26
6.469	400.96	25.20	403.28	44.50	403.85	74.60	404.45	114.00	404.91	
6.470	400.96	25.20	403.28	44.50	403.85	74.60	404.62	114.00	405.04	
6.472	Lavka Luby - km 6,481									
6.472	400.96	25.20	403.34	44.50	403.91	74.60	404.65	114.00	405.05	
6.571	401.31	25.20	403.56	44.50	404.17	74.60	404.75	114.00	405.12	
6.577	401.64	25.20	403.56	44.50	404.17	74.60	404.75	114.00	405.12	
6.583	404.38	25.20	404.94	44.50	405.20	74.60	405.59	114.00	405.82	
6.587	Jez Luby - PPO10									
6.587	404.38	25.20	405.19	44.50	405.35	74.60	405.66	114.00	405.83	
6.634	403.74	25.20	405.42	44.50	405.74	74.60	406.06	114.00	406.38	
6.634	403.77	25.20	405.42	44.50	405.73	74.60	406.06	114.00	406.36	
6.640	Most Luby - km 6,647									
6.640	403.77	25.20	405.44	44.50	405.77	74.60	406.09	114.00	406.41	
6.650	403.41	25.20	405.47	44.50	405.84	74.60	406.18	114.00	406.49	P27
6.717	402.83	25.20	405.52	44.50	405.90	74.60	406.25	114.00	406.58	PP05
6.824	402.87	25.20	405.56	44.50	405.94	74.60	406.30	114.00	406.65	PP06

Staničení [km]	Úroveň dna [m n.m.]	Q_5 [m³/s]	H_5 [m n.m.]	Q_{20} [m³/s]	H_{20} [m n.m.]	Q_{100} [m³/s]	H_{100} [m n.m.]	Q_{500} [m³/s]	H_{500} [m n.m.]	Poznámka
6.934	403.81	25.20	405.64	44.50	406.02	74.60	406.39	114.00	406.74	PP07
6.965	403.84	25.20	405.52	44.50	405.98	74.60	406.63	114.00	407.03	P28
7.012	404.42	25.20	406.15	44.50	406.79	74.60	407.13	114.00	407.38	
7.013	404.43	25.20	406.15	44.50	406.80	74.60	407.14	114.00	407.39	
7.022	Most Luby - PPO09									
7.022	404.43	25.20	406.21	44.50	406.81	74.60	407.15	114.00	407.41	
7.024	404.34	25.20	406.22	44.50	406.81	74.60	407.15	114.00	407.41	
7.100	404.40	25.20	406.40	44.50	406.88	74.60	407.22	114.00	407.48	PP08
7.274	405.17	25.20	407.00	44.50	407.10	74.60	407.40	114.00	407.67	PP09
7.552	406.03	25.20	408.32	44.50	408.69	74.60	408.83	114.00	409.09	PPO11
7.894	408.83	25.20	411.26	44.50	411.85	74.60	412.36	114.00	413.17	
7.898	409.22	25.20	411.23	44.50	411.83	74.60	412.44	114.00	413.27	
7.902	Most Luby - PPO12									
7.902	409.22	25.20	411.36	44.50	412.45	74.60	413.45	114.00	414.15	
8.084	409.59	25.20	412.14	44.50	413.12	74.60	413.67	114.00	414.17	PP10
8.318	410.92	25.20	412.43	44.50	413.05	74.60	413.70	114.00	414.18	PP11

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 zatápěných ploch a objektů. Dále se tímto způsobem zjistí překážky průtoku, které působí patrné vzdutí 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 vyeliminovat 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 rozvlněná, 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, při výpočtu bylo uvažováno s vegetací v plném vegetačním období.

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.

Tabulka – Přehled obcí do kterých zasahuje záplavové území při kulminačním průtoku Q_{500}

ORP	Obec	ICOB
Klatovy	Klatovy	555771

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

Určení hloubek pro jednotlivé povodňové scénáře je provedeno v HEC-RAS pomocí nadstavby GeoRAS, která je extensí ArcGIS. Hloubka je vypočtena jako rozdíl digitálního modelu hladiny a digitálního modelu terénu. Výsledkem je rastr hloubek o velikosti pixlu 2 m x 2 m. Mapa hloubek se následně ořízne záplavovou čárou pro daný scénář.

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

Při výpočtu nerovnoměrného proudění byly z výpočetního programu HEC-RAS exportovány pro jednotlivé profily a jednotlivé průtokové epizody průměrné průřezové rychlosti pro koryto a pravou a levou inundaci. Takto získané hodnoty rychlostí pak byly v GIS přiřazeny jako bodová informace daného příčného řezu.

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 nezřídka v rozmezí ±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.