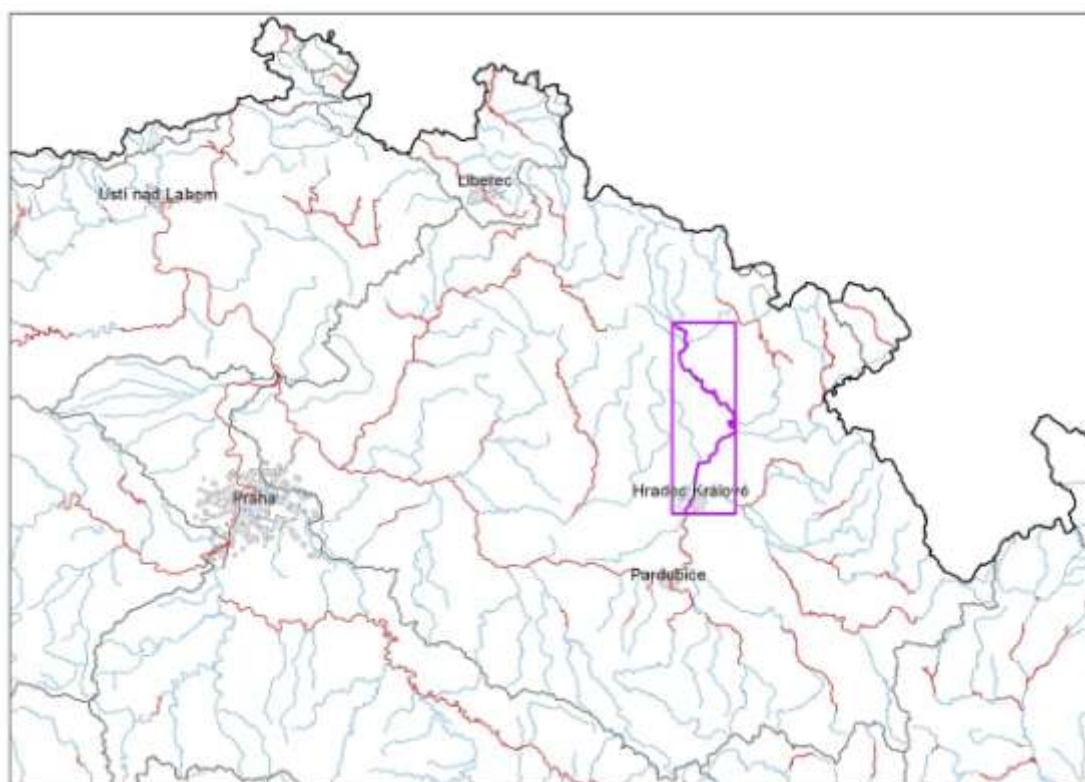

TVORBA MAP POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ A POVODŇOVÝCH RIZIK V OBLASTI POVODÍ HORNÍHO A STŘEDNÍHO LABE A UCELENÉHO ÚSEKU DOLNÍHO LABE

DÍLČÍ POVODÍ HORNÍHO A STŘEDNÍHO LABE

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

LABE – 10100002_3 - Ř. KM 989,000 – 1058,000 (PL-1-3)



PROSINEC 2012

Obsah:

1	Základní údaje	4
1.1	Seznam zkratk a symbolů	4
1.2	Cíle prací	4
1.3	Předmět práce	4
1.4	Postup zpracování a metoda řešení	4
2	Popis zájmového území	5
2.1	Všeobecné údaje	6
2.2	Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)	6
3	Přehled podkladů	8
3.1	Topologická data	8
3.1.1	Vytvoření (aktualizace) DMT	8
3.1.2	Mapové podklady	8
3.1.3	Geodetické podklady	8
3.2	Hydrologická data	9
3.3	Místní šetření	9
3.4	Doplňující podklady – technické a provozní informace, zprávy, studie, dokumenty, literatura	10
3.5	Normy, zákony, vyhlášky	10
3.6	Vyhodnocení a příprava podkladů	10
4	Popis koncepčního modelu	11
4.1	Schematizace řešeného území	11
4.2	Posouzení vlivu nestacionarity proudění	17
4.3	Způsob zadávání OP a PP	17
5	Popis numerického modelu	18
5.1	Použité programové vybavení	18
5.2	Vstupní data numerického modelu	18
5.2.1	Morfologie vodního toku a záplavového území	18
5.2.2	Drsnosti hlavního koryta a inundačních území	21
5.2.3	Hodnoty okrajových podmínek	21
5.2.4	Hodnoty počátečních podmínek	22
5.2.5	Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat	22
5.3	Popis kalibrace modelu	23
6	Výstupy z modelu	25
6.1	Záplavové čáry pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	25
6.2	Hloubky pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	26
6.3	Rychlosti pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	26
6.4	Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů	26
7	Aktivní zóna záplavového území	26

7.1	Primární AZZU	27
7.2	Rozšíření AZZU	27
7.3	Stanovení aktivní zóny	27

1 Základní údaje

1.1 Seznam zkratk a symbolů

Tabulka – Seznam zkratk a symbolů

Zkratka	Vysvětlení
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
DMT	Digitální model terénu
JTSK	Souřadný systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
SOP	Studie odtokových poměrů
VÚV TGM	Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, v.v.i.
ZÚ	Záplavová území
2D model	Matematický model dvourozměrného proudění
ADM	Administrativní kilometráž

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

Potřebné průtokové stavy byly řešeny na nově sestaveném matematickém 1D modelu v zájmové oblasti. Podrobný popis sestavení modelu je uveden v následujících kapitolách.

2 Popis zájmového území

Název vodního toku: Labe
IDVT (CEVT): 10100002_3

Číslo hydrologického pořadí: 1-01-01-081
1-01-01-025
1-01-01-069
1-03-01-003
1-01-02-060
1-01-04-035
1-01-01-033
1-01-04-012
1-01-01-085
1-01-01-067

Začátek zájmového úseku: ř.km 989,0
Konec zájmového úseku: ř.km 1058,0

Významné přítoky: Orlice (ř. km 993,286)
Trotina (ř. km 10 014,82)
Metuje (ř. km 10 125,84)
Úpa (ř. km 10 148,26)
Beluňka (ř. km 10 205,36)
Hartský p. (ř. km 10 343,81)
Pilníkovský potok (ř. km 10 503,70)
Čistá (ř. km 10 546,83)

Podklady:

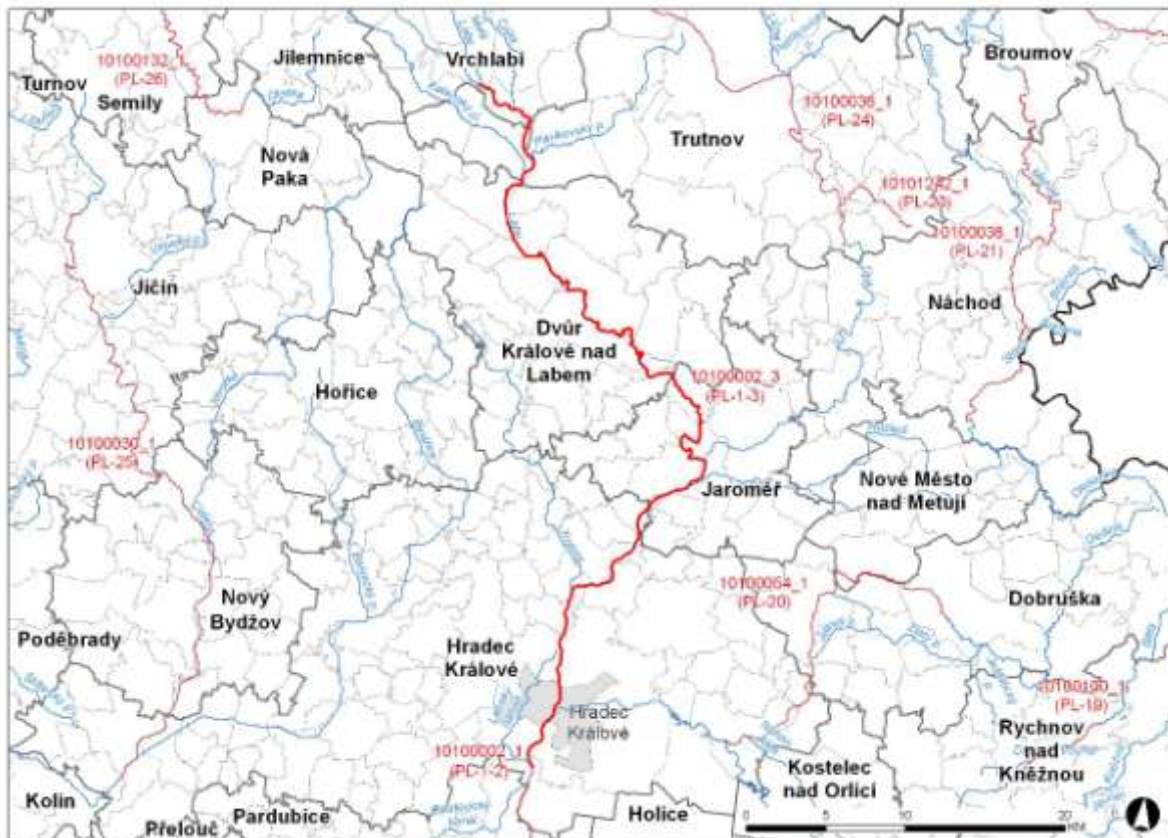
Vrstvu a informace o navržených úsecích s významným povodňovým rizikem vlastní Ministerstvo životního prostředí. Názvy toků - spravuje VÚV TGM, v.v.i.; IDVT CEVT – spravuje Ministerstvo zemědělství.

Říční kilometráž spravuje Povodí Labe, státní podnik.

Dotčené obce:

Bílá Třemešná, Chotěvice, Choustníkovo Hradiště, Černožice, Dolní Brusnice, Dolní Olešnice, Dvůr Králové nad Labem, Heřmanice, Holohlavy, Hořenice, Hostinné, Hradec Králové, Jaroměř, Kuks, Lochenice, Mostek, Nemojov, Předměřice nad Labem, Rasošky, Skalice, Smiřice, Stanovice, Vítězná

Obrázek – Přehledná mapa řešeného území



2.1 Všeobecné údaje

Zájmové území je vymezeno kilometrží vodního toku (ř. km) 989,0 až 1058,0. Jedná se o digitální říční kilometráž (DKM), která byla poskytnuta podnikem Povodí Labe, státní podnik. Tato osa byla upravena dle aktualizovaného geodetického zaměření, a proto se veškeré staničení vztahuje k nově vytvořené ose. Řešený úsek vodního toku prochází intravilánem měst a obcí. Mezi nejvýznamnější města patří Hradec Králové, Jaroměř, Dvůr Králové a Hostinné.

Významnými vodními díly jsou jezy a přehrady. V zájmovém úseku se nachází jedna přehrada Les Království a 24 jezů, z nichž nejvyšších spádů dosahují jez Předměřice n. Labem a Smiřice.

Dolní část nivy řešeného úseku je možné charakterizovat jako rovinaté rozlehlé území s významnou možností rozlivu při extrémních průtokových scénářích. Horní část úseku se jedná o nivu ohraničenou mírně zvlněným terénem, který zamezuje významnému rozlivu do plochy. Dělicím prvkem, mezi zmíněným charakterem terénu je VD Les Království.

2.2 Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)

V řešeném úseku došlo v minulých letech k několika povodňovým událostem. Jedna proběhla v roce 1997 a druhá v roce 2000. K povodni v roce 1997 nejsou k dispozici podrobné podklady popisující průběh povodně. Pro povodeň z roku 2000 jsou k dispozici zaměřené povodňové značky a popis povodně, včetně vyhodnocených průtoků. Proto byla tato povodeň použita pro kalibraci modelu. Popis povodně je převzat ze souhrnné zprávy o povodni v březnu 2000 v uceleném povodí Labe.

Nástup povodňových průtoků v povodí horního Labe nastal nejdříve, když 1. SPA na Labi v profilech Hostinné a Debrné byly dosaženy již 8. 3. odpoledne. Strmý vzestup průtoků pokračoval v obou profilech až do odpoledních hodin 9. 3., kdy kulminoval na hodnotách s dobou opakování vyšší než 100 let. Na dosažení průtoků tak mimořádné extremity mají největší podíl přítoky, které odvádějí vody převážně z podhůří Krkonoš, a to Čistá, kde kulminoval průtok na hodnotě $Q_{100-200}$, a dále Malé Labe a Kalenský potok s kulminacemi na

hodnotě Q_{20-50} . Přitom kulminace průtoku ve vlastním Labi po Vrchlabí nedosáhla ani doby opakování 5 let, což svědčí o tom, že ve vyšších polohách Krkonoš bylo i přes vydatné dešťové srážky tání sněhu podstatně menší intenzity, než tomu bylo v podhůří.

Jak již vyplývá z výše uvedeného, nebyla povodňová situace na **VD Labská** ve Špindlerově Mlýně v tomto případě nijak dramatická. Po celou dobu průchodu povodňové vlny, byl udržován odtok z nádrže vyrovnaný s přítokem při téměř volném ochranném prostoru nádrže.

Odtok z nádrže kulminoval na hodnotě $55,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, což odpovídá průtoku s dobou opakování 2 – 5 let, když neškodný průtok v Labi pod nádrží Labská je $100 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Zato na VD Les Království, kde velikost kulminačního průtoku na přítoku do nádrže $385 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ byla vyhodnocena s dobou opakování 100 až 200 let, byla situace skutečně mimořádná. Vždyť se jednalo o největší povodeň, která se na této přehradě v její dosavadní cca 80 let trvající historii vyskytla, když doposud největší kulminační průtok povodně 8. 2. 1946 byl překročen dokonce o $75 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Velmi extrémní byl současně i objem povodňové vlny. Objem horní části této vlny, přesahující velikost neškodného průtoku v korytě pod VD ($90 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), byl téměř dvakrát větší, než je celkový objem zcela prázdné nádrže. Z výše uvedeného je zřejmé, že velikost této povodně několikanásobně převyšovala funkční schopnost VD výraznou měrou snížit průtok. V částečně před vypuštěné nádrži bylo zachyceno téměř 8 mil. m^3 vody, avšak celkový objem povodňové vlny to snížilo pouze o necelých 20% a odtok z nádrže byl snížen oproti přítoku jen o 10%. Ochranný prostor nádrže byl plně využit, neboť max. přípustná hladina vody v nádrži byla dokonce překročena o 4 cm.

Pro řešení povodňové situace v obcích pod VD mělo mimořádný význam to, že **manipulacemi na přehradě bylo oddáleno překročení neškodného průtoku v korytě Labe pod nádrží o 7 hodin, o čemž byly všechny dotčené povodňové komise informovány předem.** Obce tak získaly určitý čas navíc k provedení alespoň těch nejnaléhavějších zabezpečovacích prací. Avšak i přesto dosáhl rozsah povodňových škod zejména ve Dvoře Králové nad Labem a v Jaroměři katastrofální velikosti.

VD Les Království pomohlo ještě i v období poklesu povodňového průtoku **při řešení kritické situace v zatopeném sídlišti v Jaroměři** tím, že na žádost městské povodňové komise rozhodl vodohospodářský dispečink Povodí Labe, a. s. se souhlasem okresní povodňové komise přerušit 11. 3. na 11 hodin prázdnění ochranného prostoru nádrže a snížit odtok z $90 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ na $40 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Povodí Úpy, druhé nejvýznamnější řeky pramenící v Krkonoších **bylo zasaženo povodní podstatně méně**, než tomu bylo u horního Labu, když v profilu Slatina nad Úpou byla vyhodnocena **doba opakování kulminačního průtoku 5 až 10 let.** Avšak v dolním úseku Úpy byl snížen povodňový průtok pod hodnotu Q_1 **převodem vody z Úpy do VD Rozkoš.** Manipulacemi na VD Rozkoš byl v Úpě pod odbočením přivaděče udržován po celou dobu povodně vyrovnaný průtok ve výši cca $30 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, když max. přítok do nádrže byl $55 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. To znamená, že **VD Rozkoš zachytilo prakticky celý povodňový průtok Úpy**, který měl tentokrát objem téměř 17 mil. m^3 vody. Kromě toho **nádrž Rozkoš též pomáhala při řešení kritické situace v Jaroměři** po průchodu povodně tím, že z rozhodnutí vodohospodářského dispečinku a souhlasu okresní povodňové komise ve dnech 11. až 14. 3. **redukovala průtok v Úpě dokonce na hygienické minimum $5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.**

Povodňový průtok v Metuji měl ještě nižší dobu opakování, než tomu bylo v Úpě. **V horním úseku Metuje kulminoval na hodnotě menší než Q_1 , v dolním úseku pak dosáhl hodnoty Q_{2-5} .**

Zásluhou relativně nižších průtoků v Úpě a v Metuji snížila se **doba opakování kulminačního průtoku v Labi pod Jaroměří na 20 až 50 let.** Tento průtok již v celém regulovaném úseku Labe až do Hradce Králové nezpůsobil **žádné větší problémy**, dokonce nedošlo téměř vůbec k vyběžení vody z koryta řeky.

3 Přehled podkladů

3.1 Topologická data

Hlavními topologickými daty byl digitální model terénu (DMT), který byl vytvořen z geodetického zaměření příčných profilů a objektů popisující koryto vodního toku a digitálního modelu reliéfu (DMR) popisujícího inundační území. Dalšími podklady vstupující do vytváření DMT byly projektové dokumentace, příp. skutečné zaměření již postavených staveb, které ovlivňují průtokové poměry.

Mezi další důležité topologické podklady patří některé vrstvy z GIS, jako je vrstva budov získaná z vektorového ZABEGEDu příp. upravená za pomoci leteckých snímků.

3.1.1 Vytvoření (aktualizace) DMT

Digitální model terénu (DMT) byl vytvořen v softwaru ArcGIS a charakterizuje řešené území pomocí trojúhelníkové nepravidelné sítě (tin). DMT v tomto formátu slouží pro sestavení geometrie hydrodynamického modelu. Pro vytváření map hloubek byl převeden do rastrového formátu s velikostí mřížky 2x2 metry.

Vstupní data pro vytvoření DMT byla v textovém formátu (DMR a geodetické zaměření), nebo ve formátu .dwg (povinné spojnice s výškovou hodnotou).

Digitální model terénu je v polohovém souřadném systému S-JTSK a výškovém systému Bpv.

3.1.2 Mapové podklady

Základní Mapa – rastrový mapový podklad byl využit pro tisky mapových atlasů v měřítku 1:10 000 v celém rozsahu zájmového území.

Ortofot snímky oblastí kolem vodních toků byly využity jako jeden ze zdrojů informací pro určování drsnostních charakteristik inundačních území. Tyto snímky byly k dispozici na celém řešeném úseku.

Vektorový ZABAGED sloužil k lokalizaci budov, které byly zadávány do hydrodynamického modelu.

Základní vodohospodářská mapa 1:50 000

Státní mapové dílo pro oblast vodního hospodářství.

zdroj: ÚÚV T.G.M.. v.v.i. ve spolupráci se Zeměměřickým úřadem

datum zpracování: 1989

měřítko: 1:50 000

Základní mapa ČR 1:10 000

Základní státní mapové dílo obsahující polohopis (sídla, objekty, komunikace, vodstvo, porost, povrch půdy, atd.), výškopis (vrstevnice a terénní stupně) a popis.

zdroj: Zeměměřický úřad

datum zpracování: aktualizace 2009

měřítko: 1:10 000

3.1.3 Geodetické podklady

Pro popis inundačního území byl použit podklad DMR 5. generace, který vytváří a poskytuje ČÚZK.

Digitální model reliéfu České republiky 5. generace (DMR 5G) představuje zobrazení přirozeného nebo lidskou činností upraveného zemského povrchu v digitálním tvaru ve formě výšek diskrétních bodů v nepravidelné trojúhelníkové síti (TIN) bodů o souřadnicích X, Y, Z, kde Z reprezentuje nadmořskou výšku ve výškovém referenčním systému Balt po vyrovnání (Bpv) s úplnou střední chybou výšky 0,18 m v odkrytém terénu a 0,3 m v zalesněném terénu.

Pro popis koryta vodního toku bylo využito stávající geodetické zaměření z let 2000, 2003 a 2005 doplněno o nové geodetické zaměření z května 2012.

Veškeré geodetické podklady byly v polohovém souřadném systému S-JTSK a výškovém systému Bpv.

Digitální model reliéfu ČR 5. generace (DMR 5G)

datum pořízení: aktualizace 2012
 výškový systém: Balt p.v.
 souřadnicový systém: JTSK
 pořizovatel zaměření: ČÚZK

Geodetické zaměření příčných profilů koryta (pro modelaci dna koryta) a objektů

datum pořízení: 2000, 2003, 2005
 výškový systém: Balt p.v.
 souřadnicový systém: JTSK
 pořizovatel zaměření: Povodí Labe, státní podnik, Geošrafo

3.2 Hydrologická data

Hydrologická data, standartní N-leté vody doplněné o Q_{500} , byla objednána od ČHMÚ ve vybraných profilech.

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

Hydrologický profil	Datum pořízení	Říční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
nad ústím Čisté	19. 12. 2011	1054,683	115	181	272	379	III.
nad Pilníkovským potokem	19. 12. 2011	1050,370	127	200	302	421	III.
pod VD Les Království	19. 12. 2011	1041,412	150	236	355	496	III.
nad Hartským p.	19. 12. 2011	1034,381	150	237	358	500	III.
nad Beluňkou	19. 12. 2011	1020,536	155	243	366	510	III.
nad Úpou	19. 12. 2011	1014,826	157	246	369	514	III.
nad Metuji	19. 12. 2011	1012,585	192	288	416	560	III.
nad Trotinou	19. 12. 2011	1001,482	254	376	534	712	III.
nad Orlici	19. 12. 2011	993,491	264	388	549	730	III.
nad Labským nahonem	19. 12. 2011	989,900	410	589	817	1068	III.

3.3 Místní šetření

Místnímu šetření předcházelo podrobné seznámení s veškerými získanými podklady. Zejména se jednalo o stávající geodetické zaměření a projektové dokumentace staveb typu protipovodňové opatření, obnovy po povodních a úprava toku. Dále proběhla schůzka s úsekovým technikem s představením stávajících podkladů a konzultací o jejich aktuálnosti příp. doplněním o podklady a informace, které nebyly doposud získány.

Se všemi informacemi a podklady bylo provedeno v řešené lokalitě podrobné místní šetření jak vlastního toku, tak přilehlého inundačního území. Byla vytvořena fotodokumentace objektů a vytvořena základní představa schematizace hydraulického modelu na základě předpokládaného proudění vody v řece a inundačním území. Při zjištění nedostatečnosti geodetických podkladů byla v terénu vytipována lokalizace zadání dalších geodetických prací.

Místní šetření bylo provedeno ve dnech 12. - 18. 10. 2011.

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

1. Protipovodňová opatření

Do DMT i hydrodynamického modelu byla zapracována protipovodňová opatření, která na řešeném území byla vybudována, nebo se v současné době budují.

Jedná se o:

- protipovodňovou ochranu města Jaroměř (v době zpracování projektu probíhala výstavba)
- protipovodňovou ochranu města Hradec Králové z let 1999 - 2001 a 2004 – 2005
- výstavba cyklostezky Hradec Králové – Kuks

2. Manipulační řády

Manipulace na pohyblivých jezích se při modelování řídí získanými manipulačními řády, které poskytl podnik Povodí Labe, státní podnik.

3. Studie odtokových poměrů

- studie odtokových poměrů Labe v Jaroměři, AQUAPLAN Lipník, 2004
- Labe, Dvůr Králové n. Labem; studie odtokových poměrů, 2003
- vymezení rozsahu území ohroženého zvláštní povodní pod VD Les Království

3.5 Normy, zákony, vyhlášky

Postupy zpracování jsou v souladu s následujícími dokumenty v jejich platném znění :

- [1] ČSN 75 0110 Vodní hospodářství – Terminologie hydrologie a hydroekologie
- [2] ČSN 75 1400 Hydrologické údaje povrchových vod.
- [3] TNV 75 2102 Úpravy potoků.
- [4] TNV 75 2103 Úpravy řek.
- [5] ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže.
- [6] TNV 75 2415 Suché nádrže.
- [7] TNV 75 2910 Manipulační řády vodních děl na vodních tocích.
- [8] TNV 75 2931 Povodňové plány.
- [9] Zákon č. 240/2000 Sb. o krizovém řízení a změně některých zákonů (krizový zákon).
- [10] Nařízení vlády č. 462/2000 Sb., k provedení §27 odst. 8 a §28 odst. 5 zákona č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon).
- [11] Vyhláška MŽP 236/2002 Sb., o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území.
- [12] Vyhláška č. 470/2001 Sb., kterou se stanoví seznam významných vodních toků a způsob provádění činností souvisejících se správou vodních toků.
- [13] Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.

3.6 Vyhodnocení a příprava podkladů

Původní zaměření, které je v rozsahu celého řešeného úseku, je stále aktuální a bylo doplněno pouze o doměření koryta ve vytipovaných lokalitách, kde proběhla výstavba mostu nebo úprava koryta. Všechny dostupné podklady byly pro sestavení DMT a hydrodynamického modelu dostačující.

4 Popis koncepčního modelu

Pro hydraulické výpočty je použit matematický 1D a 1D+ model proudění.

4.1 Schematizace řešeného území

Řešený úsek toku je vzhledem ke své délce rozdělen na tři dílčí matematické modely, které na sebe navazují.

Rozsah jednotlivých matematických modelů dle říční kilometráže je následný:

10100002_3_01_model v ř. km 987,8148 – 999,5426

10100002_3_02_model v ř. km 998,5799 – 1022,968

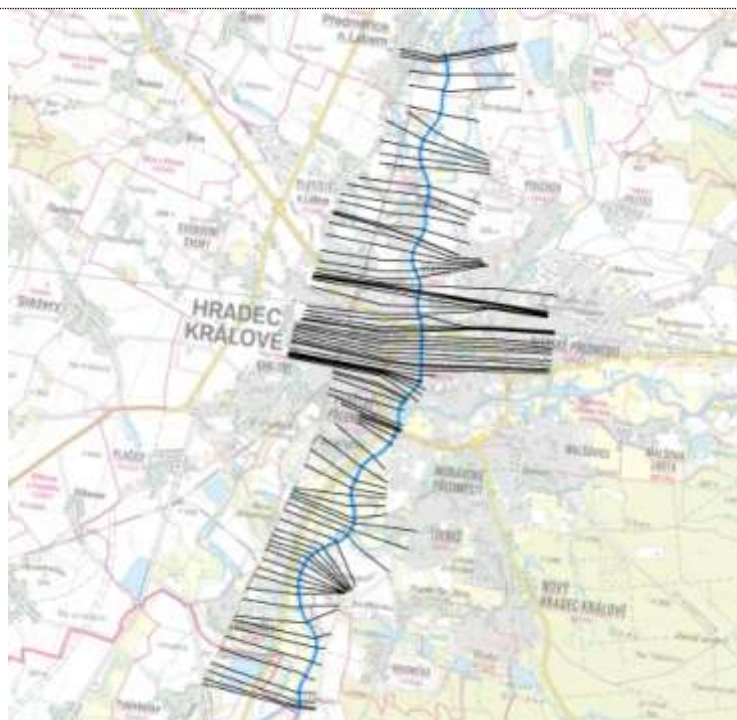
10100002_3_03_model v ř. km 1022,793 – 1058257

Zájmové území je schematizováno příčnými profily. Ty jsou voleny takovým způsobem, aby byly vedeny kolmo na směr proudění vody. V případech, kdy dochází k dělení průtoků mezi hlavní koryto a záplavové území, je vytvořena větvevní, či okružová říční síť. Vzdálenost mezi výpočetními příčnými profily je v průměru na celý úsek 110 m. Ve významnějších místech, např. intravilán, objekty, je zpravidla vzdálenost mezi profily menší.

10100002_3_01_model v ř. km 987,815 – 999,543

Tento model je schematizován jednou říční osou a příčnými profily přes celé záplavové území. V následující tabulce jsou vypsány všechny říční úseky (v tomto případě pouze jeden), které byly pro výpočet použity. Pro průtokové scénáře Q_5 - Q_{500} je vždy uvedeno, zda byl říční úsek použit, či nikoliv (Ano/Ne).

Název toku (River)	Název úseku (Reach)	Od (ř. km)	Do (ř. km)	Použití úseku modelu pro výpočet			
				Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}
Labe	1	987,815	999,543	Ano	Ano	Ano	Ano



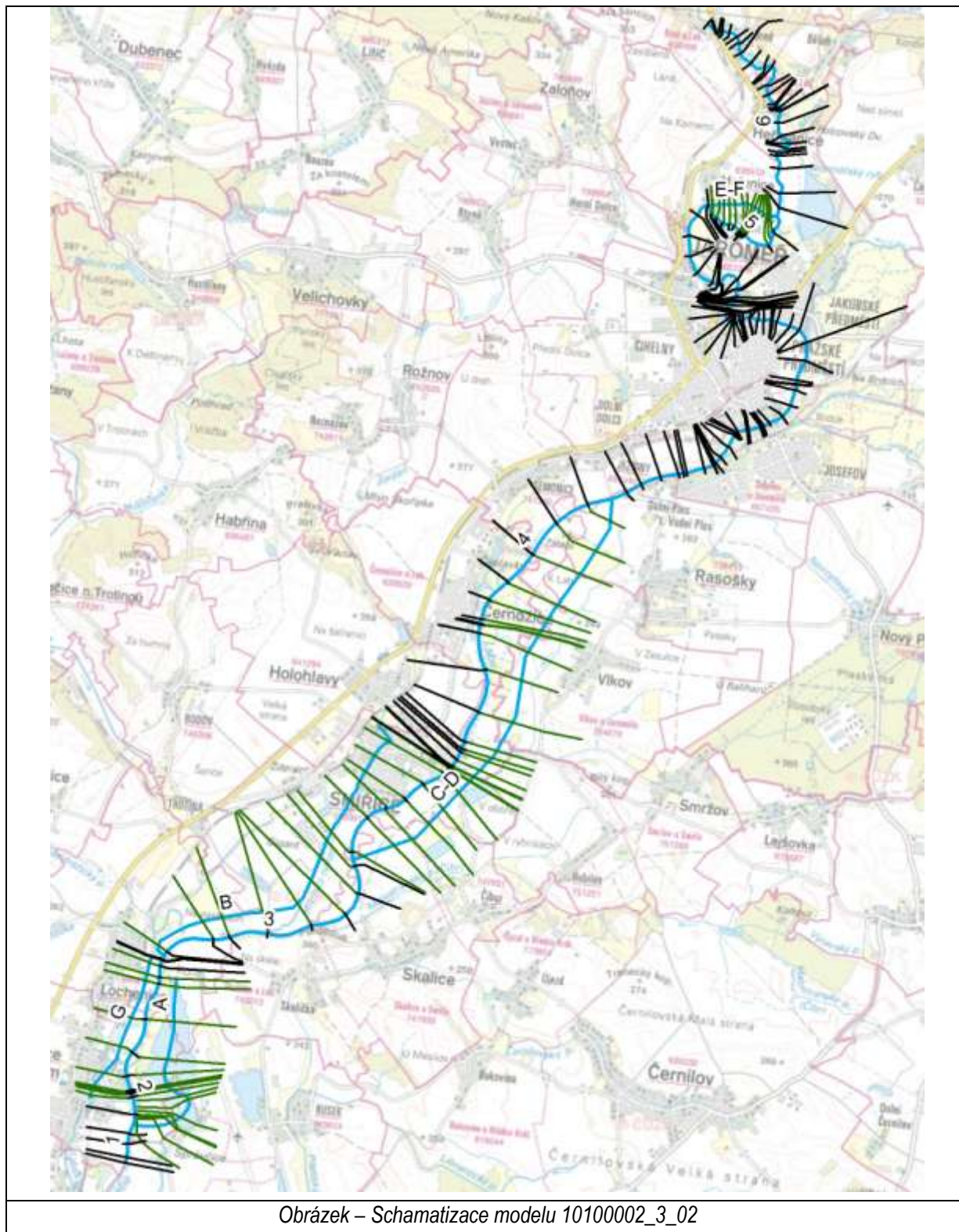
Obrázek – Schematizace modelu 10100002_3_01

10100002_3_02_model v ř. km 998,580 – 1022,968

Tento model je schematizován říční sítí, která pro různé výpočetní scénáře schematizuje směr proudění vody v hlavním korytě a přilehlým záplavovým územím. V následující tabulce jsou vypsány všechny říční úseky, které byly pro výpočet použity. Pro průtokové scénáře Q_5 - Q_{500} je vždy uvedeno, zda byl říční úsek použit, či nikoliv (Ano/Ne).

Název toku (River)	Název úseku (Reach)	Od (ř. km)	Do (ř. km)	Použití úseku modelu pro výpočet			
				Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}
Labe	1	998,580	998,959	Ano	Ano	Ano	Ano
Labe	2	999,222	1001,362	Ano	Ano	Ano	Ano
Labe	3	1001,482	1004,249	Ano	Ano	Ano	Ano
Labe	4	1004,803	1018,057	Ano	Ano	Ano	Ano
Labe	5	1018,176	1019,305	Ano	Ano	Ano	Ano
Labe	6	1019,645	1022,968	Ano	Ano	Ano	Ano
inundace	A	0,000	2,650	Ne	Ano	Ne	Ne
inundace	B	0,000	4,876	Ne	Ano	Ano	Ano
inundace	C-D	0,000	5,344	Ne	Ano	Ano	Ano
inundace	E-F	0,000	0,848	Ne	Ano	Ne	Ne
inundace	G	0,000	1,961	Ne	Ne	Ne	Ne

Okružovou síť tvoří větve inundace E-F a Labe 5 (uzly E a F). Úsek inundace G tvoří samostatný úsek, který je v modelu schematizován pro případy, kdy by vodní hladiny byla výš, než pravobřežní hráz v lokalitě Předměřic. Ostatní větve charakterizující záplavové území tvoří větvenou síť, která je na hlavní koryto napojena vždy v soutokovém uzlu (A, B, C). Hydraulicky jsou krom těchto soutoků napojeny na hlavní koryto pomocí bočních přepadů vedených po břehových liniích hlavního koryta.

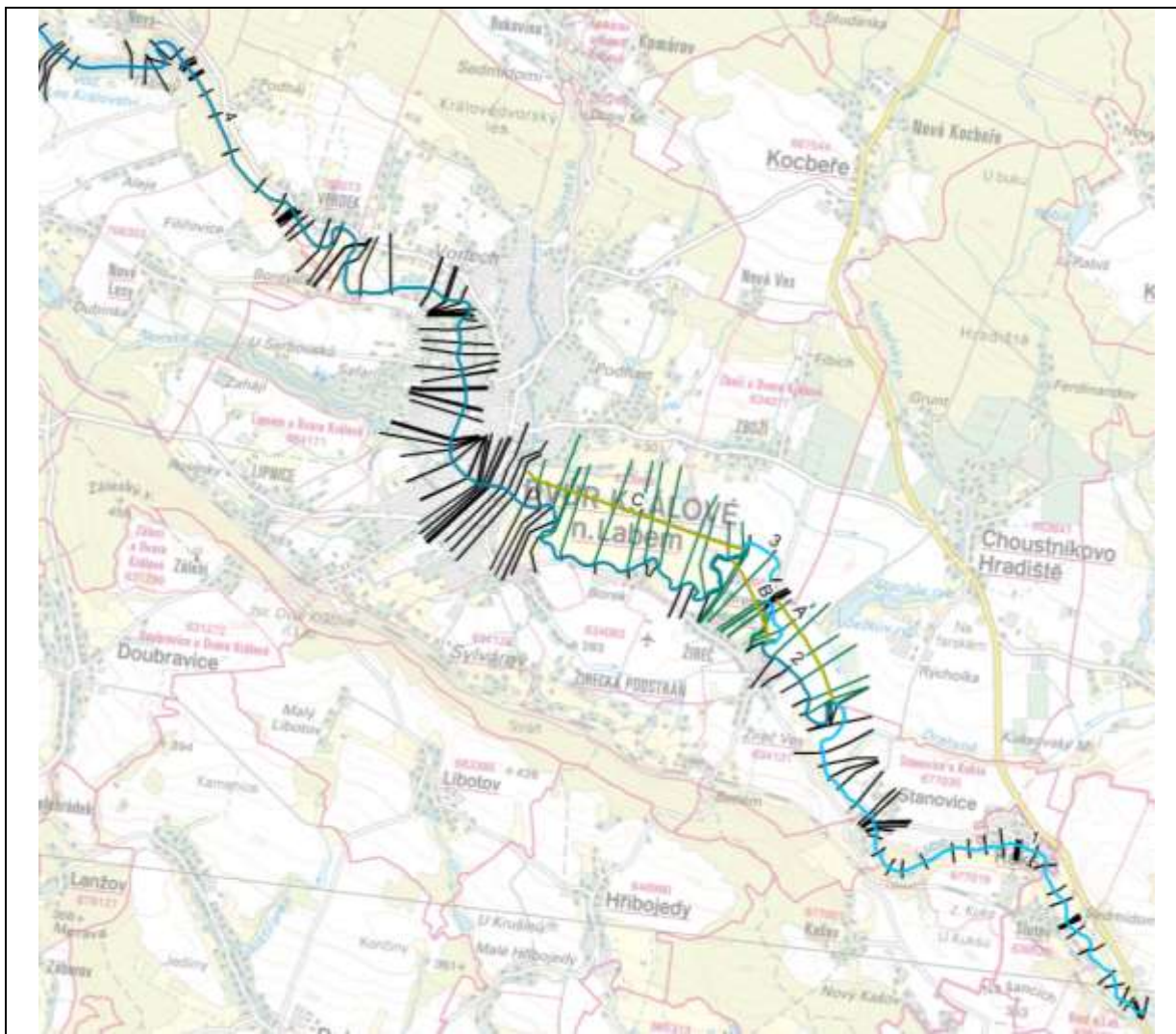


10100002_3_03_model v ř. km 1022,793 – 1058,257

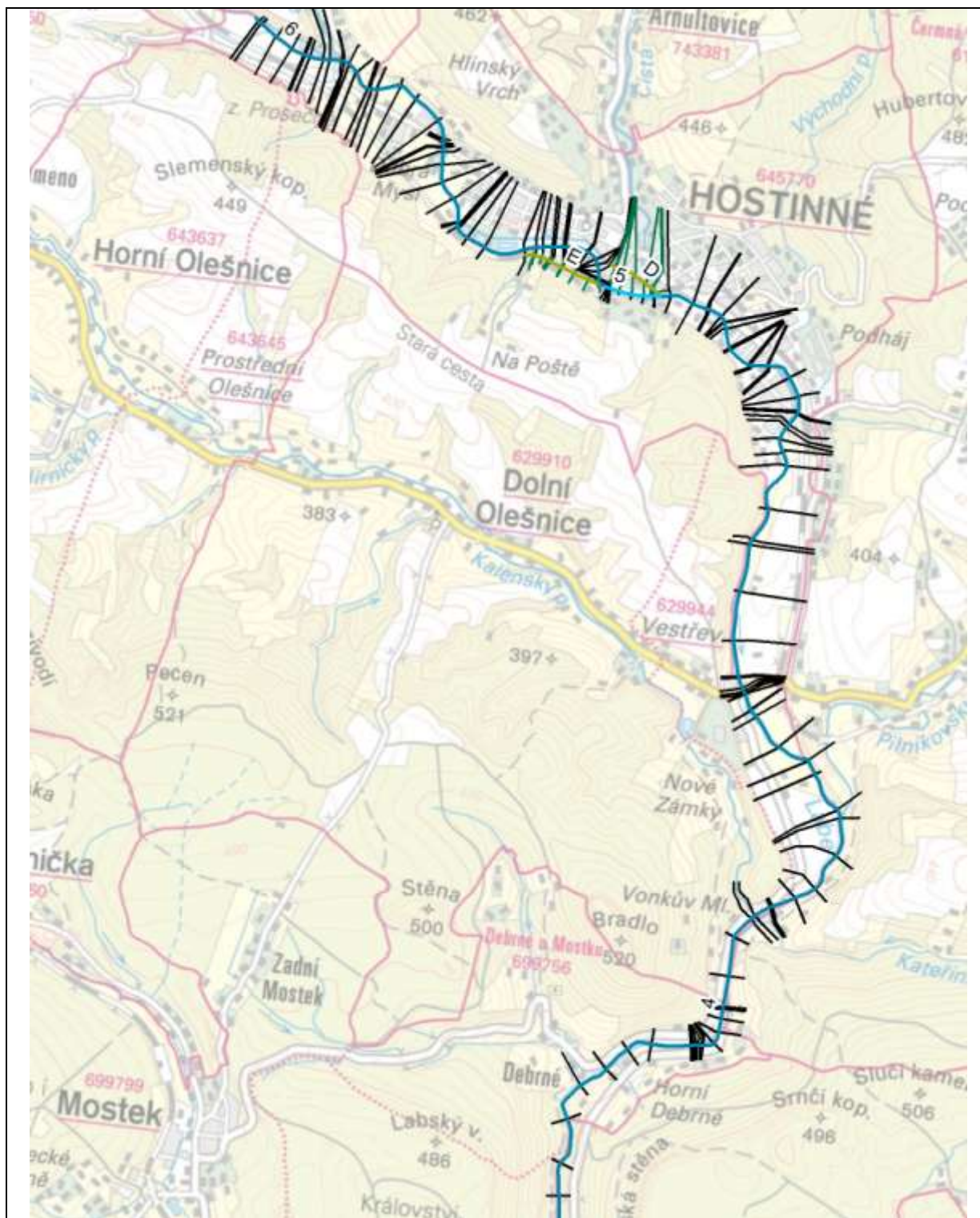
Tento model je schematizován říční sítí, která pro různé výpočetní scénáře schematizuje směr proudění vody v hlavním korytě a přilehlým záplavovým územím. V následující tabulce jsou vypsány všechny říční úseky, které byly pro výpočet použity. Pro průtokové scénáře Q_5 - Q_{500} je vždy uvedeno, zda byl říční úsek použit, či nikoliv (Ano/Ne).

Název toku (River)	Název úseku (Reach)		Od (ř. km)	Do (ř. km)	Použití úseku modelu pro výpočet			
	Q_5	$Q_{20,100,500}$			Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}
Labe	1	1	1022,793	1028,200	Ano			
Labe	2		1028,264	1029,551	Ano	Ano	Ano	Ano
Labe	3		1029,623	1030,842	Ano			
Labe	4		1030,999	1054,560	Ano	Ano	Ano	Ano
Labe	5		1054,668	1054,971	Ano	Ano	Ano	Ano
Labe	6		1055,046	1058,257	Ano	Ano	Ano	Ano
inundace	A		0,000	1,118	Ano	Ne	Ne	Ne
inundace	B		0,000	0,868	Ano	Ne	Ne	Ne
inundace	C		0,000	2,046	Ano	Ano	Ano	Ano
inundace	D		0,000	0,349	Ne	Ano	Ano	Ano
inundace	E		0,000	0,533	Ne	Ne	Ne	Ano

Všechny úseky schematizující záplavové území tvoří větvenou síť, která je na hlavní koryto napojena vždy v soutokovém uzlu (A, B, C, D, E). Hydraulicky jsou krom těchto soutoků napojeny na hlavní koryto pomocí bočních přepadů vedených po břehových liniích hlavního koryta. Pro průtokové scénáře Q_{20-500} jsou z říční sítě vyjmuty úseky inundace B, C a úseky Labe 1, 2, 3 jsou spojeny v jeden úsek Labe 1.



Obrázek – Schematizace modelu 1010002_3_03 pod VD Les Les Království



Obrázek – Schematizace modelu 1010002_3_03 nad VD Les Les Království

4.2 Posouzení vlivu nestacionarity proudění

Vliv nestacionarity proudění je ve výpočtech zanedbán a výpočty jsou zpracovány metodou ustáleného nerovnoměrného proudění v souladu s požadavky objednatele.

4.3 Způsob zadávání OP a PP

Modelové výpočty ustáleného nerovnoměrného proudění vyžadují zadání okrajové podmínky v dolním výpočtovém profilu formou hodnot úrovně hladin. Jelikož řešený úsek u dolní okrajové podmínky navazuje na navazující řešený úsek, byly úrovně hladin dolních okrajových podmínek převzaty z výsledků řešeného navazujícího úseku. V místech významných přítoků se zadává jen změna průtoků. Další okrajové podmínky nebo počáteční podmínky model nevyžaduje.

5 Popis numerického modelu

5.1 Použití programové vybavení

Pro výpočet byl použit matematický program vyvinutý americkým hydrologickým centrem (Hydrologic Engineering Center- HEC), který spadá pod tým inženýrů institutu vodních zdrojů (Institute for Water Resources - IWR) americké armády. Slouží k jednorozměrnému matematickému modelování říčních systémů (River Analysis System - RAS). První verze HEC- RAS 1.0 byla uvedena v červenci roku 1995. Nejnovější verze je v současnosti HEC- RAS 4.1.

Předpoklady výpočtu

- Průtok vody v řece je buď nerovnoměrný ustálený anebo nerovnoměrný neustálený.
- Proudění je pozvolna měnící se. Nedochází k náhlým změnám v příčném průřezu.
- K náhlé změně průřezu může dojít pouze v objektech, jako jsou jezy, mosty nebo propustky
- Sklon řeky je menší než $i = 0,1$
- Proudění je jednorozměrné, proud vody má směr vždy kolmý na zadaný příčný profil.

Uživatelské manuály

- HEC-RAS River Analysis System - User's Manual, US Army Corps of Engineers (Hydrologic Engineers Center), January 2010
- HEC-RAS River Analysis System – Hydraulic Reference Manual, US Army Corps of Engineers (Hydrologic Engineers Center), January 2010
- HEC-GeoRAS Geospatial River Analysis System - User's Manual, US Army Corps of Engineers (Hydrologic Engineers Center), January 2010

5.2 Vstupní data numerického modelu

Numerický model proudění je definován příčnými profily nad digitálním modelem terénu, ze kterého si odečítá geometrii. Příčné profily jsou rozděleny na pravou a levou inundaci a samotné koryto vodního toku, kde jsou pro tyto tři části určeny drsnostní charakteristiky v podobě Manningova součinitele v závislosti charakteru a využití území a materiálu dna. Hodnoty Manningova součinitele drsnosti pro jednotlivé dílčí části profilů byly stanoveny na základě mapových podkladů, fotodokumentace, rekognoskace terénu a archivních zrnitostních rozborů splavenin. tyto hodnoty byly dále upraveny na základě kalibrace modelu.

Hydrologická data se přebírají z údajů ČHMÚ (viz kap. 3.2) jako okrajové podmínky výpočtu v profilech, kde dochází ke změně průtoků.

V dolním výpočtovém profilu je okrajová podmínka úrovně hladin stanovena výpočtem nerovnoměrného proudění řešeného navazujícího úseku.

5.2.1 Morfologie vodního toku a záplavového území

Vodní tok v řešeném území lze dle charakteru rozdělit na dva typy. Horní část má průměrný sklon 0,004. Tento úsek začíná v nádrži vodního díla Les Království a končí na Hostinném. Vodní tok zde vytváří meandry a ve dně je patrná tvorba šterkopískových lavic. Údolní niva je ohraničena zvlněným terénem a na mnohých místech tvoří koryto toku relativně hluboké údolí. Pod vodním Dílem Les Království vodní tok nabývá na vodnosti, průměrný sklon klesá na hodnotu 0,001 a tvar koryta se jen pozvolna mění. Údolní niva je tvořena širokými a plochými údolími, kde při vysokých průtocích dochází k rozsáhlému zaplavení.

Manipulace na ovladatelných jezích byla do modelu zadána dle manipulačních řádů jednotlivých jezů.

Výpočet je proveden za předpokladu zachování volného průtočného profilu mostů a také modelového geometrického tvaru ochranných hrázek podél koryta, bez uvažování jejich potenciálního porušení.

Veškeré objekty jsou popisovány dle atributů z aplikace GISyPoNET. Jedná se o internetovou aplikaci pro prohlížení a správu dat související s jevy na vodních tocích. Aplikaci spravuje Povodí Labe, státní podnik. Popis objektů je dle schématu „Jev_ID, Typ_jevu, Název_jevu, adm_řKM_od“.

Tabulka - Jezy v zájmovém území

Jev ID	Typ jevu	Název jevu	adm. ř. km od
400038901	JEZ	Opatovice	987.863
400038886	JEZ	Hučák	993.699
400038837	JEZ	Předměřice n. L.	999.509
400038908	JEZ	Smiřice	1006.873
400038847	JEZ	Josefov	1012.943
400038851	JEZ	Jaroměř II - Podkostelní	1015.491
400038855	JEZ	Jaroměř I	1016.282
400038856	JEZ	Jaroměř - JUTA	1016.703
400038860	JEZ	Hořenice - skluz	1018.717
400038866	JEZ	Heřmanice	1021.235
400038873	JEZ	Stanovice	1026.775
400038782	JEZ	Žireč	1030.103
400038785	JEZ	Dvůr Králové - Teplárna	1035.08
400038786	JEZ	Dvůr Králové	1035.341
400052064	JEZ	Dvůr Králové-stupeň	1036.298
400038791	JEZ	Dvůr Králové	1036.298
400038792	JEZ	Dvůr Králové - Pušův splav	1036.89
400038797	JEZ	Verdek	1039.61
400052062	JEZ	Les Království	1041.287
400038804	JEZ	Debrné	1048.772
400038806	JEZ	Vestřev	1051.277
400038812	JEZ	Hostinné	1054.182
400038820	JEZ	Hostinné - Labský Mlýn	1056.186

Mosty jsou pro potřeby výpočtu schematizovány mostovkou a pilířem (či pilíři), pokud ho mají. U menších otvorů (např. inundační otvory mostu) je průtočný profil schematizován pomocí propustku.

Tabulka – Mosty v zájmovém území

Jev ID	Typ jevu	Název jevu	adm. ř. km od
400040931	MOST	Opatovice, silnice III/29813	987.615
400279140	MOST	Hradec Králové, horkovodní lávka	992.032
400038916	MOST	Hradec Králové, silnice I/35 (FN)	993.152
400051137	MOST	Hučák	993.691
400038828	MOST	Hradec Králové, Pražský most	994.063
400038830	MOST	Hradec Králové, Tyršův most	994.32
400111460	MOST	Hradec Králové, Labský most	994.884
400052561	MOST	Hradec Králové, horkovod	995.522
400038832	MOST	Hradec Králové, železnice	995.532
400039346	MOST	lávka při železnici	995.532
400038833	MOST	Plácka, silnice	996.42

400052549	MOST	Plynovod Plotiště	997.484
400052133	MOST	jez Předměřice	999.509
400038841	MOST	Lochenice	1001.355
400279141	MOST	Smiřice, Tyršův most	1006.576
400038843	MOST	Smiřice, silnice III/3089	1006.609
400038845	MOST	Černožice, silnice III/2998	1008.579
400038846	MOST	Jaroměř, místní cesta	1012.448
400038848	MOST	Jaroměř, silnice II/299	1013.3
400038849	MOST	Jaroměř, železnice	1014.059
400038850	MOST	Jaroměř, u soutoku s Úpou	1015.204
400038853	MOST	Jaroměř, u gymnázia	1015.591
400038854	MOST	Jaroměř, Tyršův most	1015.96
400279142	MOST	Jaroměř, silnice E67 Jaroměř - Náchod	1016.127
400038857	MOST	Jaroměř, nad jezem JUTA	1016.742
400038858	MOST	Hořenice, silnice III/29918	1018.178
400038859	MOST	Hořenice, místní cesta	1018.66
400040103	MOST	Heřmanice, silnice III/29919	1021.131
400038867	MOST	Brod, místní komunikace	1022.757
400038868	MOST	Brod, silnice I/37	1022.855
400038869	MOST	Slotov, silnice	1024.019
400038871	MOST	Kuks, silnice III/29921	1024.995
400038872	MOST	Stanovice, silnice III/29920	1026.697
400038783	MOST	Žireč, silnice III/29925	1030.126
400038784	MOST	Dvůr Králové, silnice II/300	1035.003
není v evidenci	MOST	Horkovod	1035.191
400038787	MOST	Dvůr Králové, cesta	1035.60
400040104	MOST	Dvůr Králové, silnice II/299	1036.129
400038796	MOST	Verdek, místní cesta	1038.647
400038798	MOST	Verdek - Filířovice	1039.654
400038747	MOST	Les Království	1041.433
400038802	MOST	Debrné, místní cesta	1048.018
400038803	MOST	Debrné, silnice	1048.425
400038805	MOST	Dolní Olešnice, místní cesta	1049.531
400038807	MOST	Vestřev, silnice I/16	1051.495
400283761	MOST	Hostinné KRPA žel. vlečka I	1053.205
400283762	MOST	Hostinné KRPA žel. vlečka II	1053.215
400283763	MOST	Hostinné KRPA	1053.224
400038809	MOST	Hostinné KRPA žel. vlečka III	1053.315
400038810	MOST	Hostinné, komunikace	1053.731
400038811	MOST	Hostinné, lávka KRPA	1054.009
400038814	MOST	Hostinné, cesta	1054.321
400038815	MOST	Hostinné, místní cesta	1054.979
400038816	MOST	Hostinné, železnice	1055.075

400038817	MOST	Hostinné, místní komunikace	1055.272
400038818	MOST	Hostinné, silnice	1055.417
400038823	MOST	Hostinné, silnice III/32551	1056.744
400038825	MOST	Prosečné, silnice III/32552	1057.659
400038826	MOST	Prosečné, polní cesta	1057.911

5.2.2 Drsnosti hlavního koryta a inundačních území

Hydraulická drsnost je v modelu zadávána pomocí Manningova drsnostního součinitele. Tento součinitel je jeden z faktorů, který ovlivňuje výslednou výšku hladiny a představuje jednu z charakteristik popisující terén a odpor prostředí. Pro potřeby výpočtu byly hodnoty drsnostních součinitelů odvozeny z podobnosti jiných toků, kde je tento součinitel znám a lze tedy předpokládat i v námi řešeném území. V úsecích, kde jsou k dispozici kalibrační povodňové značky, byla výsledná drsnost upravena dle těchto bodů tak, aby pro známý průtok byla dosažena známá zaměřená hladina. Přehledně jsou jednotlivé drsnostní součinitele uvedeny následující tabulce.

Charakter území	Manningův drsnostní součinitel n
koryto řeky	0,025 – 0,04
louky, pole	0,06 – 0,09
zalesněné území	0,1 – 0,18
zastavěné území	0,2 – 0,9

5.2.3 Hodnoty okrajových podmínek

Horní okrajové podmínky jsou zadány v podobě velikosti průtoků vždy pro horní okraj jednotlivého říčního úseku. Jednotlivé okrajové podmínky jsou uvedeny v následujících tabulkách:

10100002_3_01_model v ř. km 987,8148 – 999,5426

Úsek	od PF	do PF	Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
	ř. km	ř. km	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
nad Orlicí – Jez Předměřice	993.251	999.543	264	388	549	730
nad Labským náhonem – pod Orlicí	987.815	993.251	410	589	817	1068

10100002_3_02_model v ř. km 998,5799 – 1022,968

Úsek	od PF	do PF	Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
	ř. km	ř. km	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
nad Beluňkou – Most v Brodě	1020.628	1022.968	155	243	366	510
nad Úpou – pod Beluňkou	1014.826	1020.537	157	246	369	514
nad Metují – pod Úpou	1012.585	1014.632	192	288	416	560
nad Trotinou – pod Metují	1001.482	1012.482	254	376	534	712
pod jezem Předměřice – pod Trotinou	998.580	1001.362	264	388	549	730

10100002_3_03_model v ř. km 1022,793 – 1058257

Úsek	od PF	do PF	Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
	ř. km	ř. km	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
nad Čistou - Prosečné	1055.667	1058.257	115	181	272	379
nad Pilníkovským p. – pod Čistou	1050.367	1054.560	127	200	302	421

Úsek	od PF	do PF	Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀
	ř. km	ř. km	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Les Království – pod Pilníkovským p.	1041.414	1050.311	150	236	355	496
nad Hartským p. – Les Království	1034.413	1041.414	150	237	358	500
most v Brodě – pod Hartským p.	1022.793	1034.288	155	243	366	510

Dolní okrajová podmínka představuje známou výškovou úroveň vodní hladiny v nejspodnějším příčném profilu v matematickém modelu. Tato hodnota je rozdílná, pro každý povodňový scénář.

10100002_3_01_model v ř. km 987,815 – 999,543

ř. km	Povodňový scénář	výška hladiny (m n. m.)
988.860	Q ₅	226,81
	Q ₂₀	226,97
	Q ₁₀₀	227,20
	Q ₅₀₀	227,59

10100002_3_02_model v ř. km 998,5799 – 1022,968

ř. km	Povodňový scénář	výška hladiny (m n. m.)
998.580	Q ₅	232,36
	Q ₂₀	233,42
	Q ₁₀₀	233,88
	Q ₅₀₀	234,49

10100002_3_03_model v ř. km 1022,793 – 1058,257

ř. km	Povodňový scénář	výška hladiny (m n. m.)
1022.793	Q ₅	263,52
	Q ₂₀	264,09
	Q ₁₀₀	264,48
	Q ₅₀₀	265,08

5.2.4 Hodnoty počátečních podmínek

Pro hydraulické výpočty je použit model ustáleného proudění, počáteční podmínky pak nejsou zadávány.

5.2.5 Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat

Pro zpracování zadání skládající se ze sestavení DMT a vytvoření matematického modelu byly veškeré dostupné podklady dostačující.

Nicméně je nutné vzít v úvahu přesnosti použitých podkladů a jejich interpretace. Samotná geodetická data v podobě polohové a výškově umístěných bodů mají svou danou přesnost a hodnoty mezi nimi jsou výsledky určité interpolace, kde může docházet k nejistotám.

Další z nejistot, ke kterým může docházet, je fakt, že se řešené území schematizuje pomocí příčných profilů, ve kterých probíhá výpočet, a výsledky jsou dále interpretovány plošně pomocí interpolace.

Kalibrační podklady byly dostupné pouze pro horní část modelu (10100002_03).

5.3 Popis kalibrace modelu

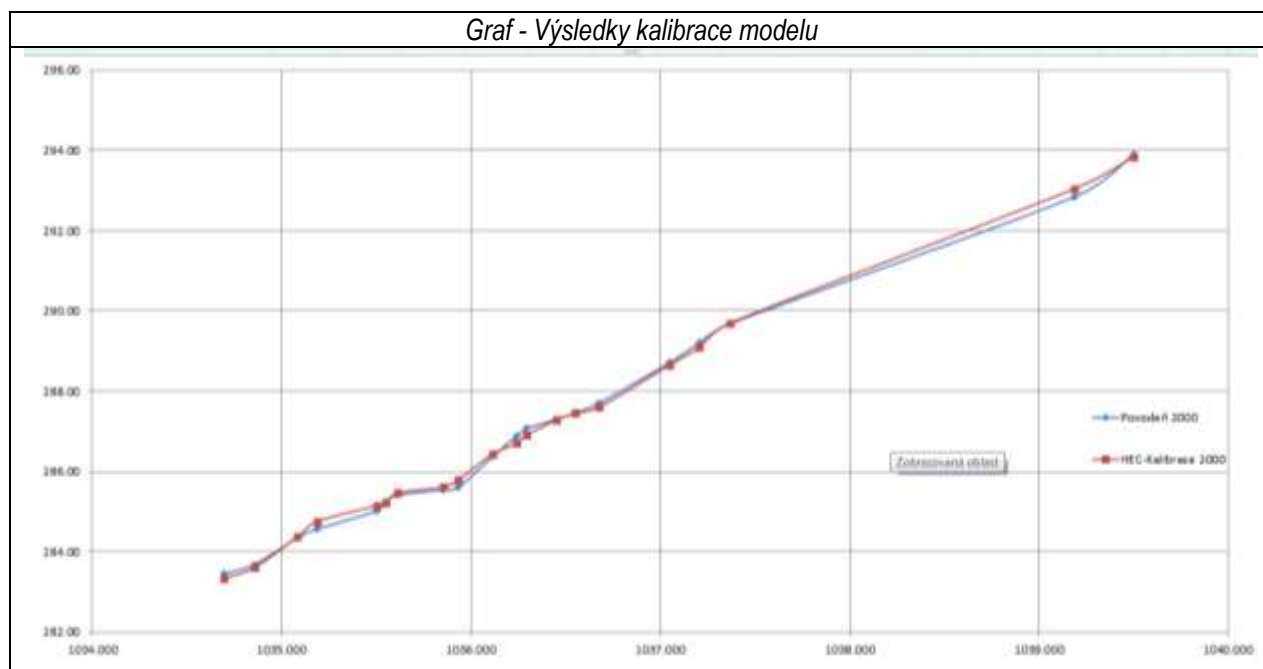
Kalibrace matematického modelu je provedena na povodeň z roku 2000. Pro tuto povodeň jsou k dispozici zaměřené úrovně hladin. Při průběhu této povodně byly zaznamenány tři velikosti průtoků. V profilu v Debrném, VD Les Království a Jaroměř. Horní část modelu (od VD Les Království až na konec) byl kalibrován na průtok z Debrného $Q = 385 \text{ m}^3/\text{s}$. V úseku mezi VD Les Království a Jaroměř proběhla kalibrace na průtok z VD $Q = 375 \text{ m}^3/\text{s}$. V Jaroměř kalibrace nebyla provedena z důvodů výstavby PPO, která je zahrnuta do DMT (a tedy i do PF) a je zde tedy jiná modelace terénu, než při povodni v r. 2000. Pro spodní část modelu není k dispozici znám údaj o průtoku a tak nemohly být kalibrační značky vyhodnoceny. Kalibraci na průtok z profilu v Jaroměř pro spodní část modelu, kdy hned pod Jaroměř se do Labe vlévají dva významné přítoky (Úpa a Metuje), nebylo provedeno.

Tabulka Kalibrace

Staničení [km]	Povodeň 2000 [m n. m.]	Kalibrace $Q = 385\text{-}375 \text{ m}^3/\text{s}$ [m n. m.]	rozdíl 2000 [m]
1039.500	293.91	293.84	0.07
1039.188	292.85	293.05	-0.20
1037.366	289.68	289.70	-0.02
1037.206	289.21	289.09	0.12
1037.046	288.71	288.65	0.06
1036.677	287.71	287.61	0.10
1036.553	287.47	287.46	0.01
1036.449	287.30	287.28	0.02
1036.293	287.07	286.91	0.16
1036.240	286.88	286.70	0.18
1036.115	286.38	286.44	-0.06
1035.933	285.61	285.80	-0.19
1035.853	285.54	285.62	-0.08
1035.612	285.41	285.47	-0.06
1035.549	285.25	285.23	0.02
1035.501	285.02	285.15	-0.13
1035.189	284.57	284.76	-0.19
1035.084	284.35	284.38	-0.03
1034.856	283.69	283.61	0.08
1034.696	283.45	283.34	0.11

Všechny povodňové značky jsou při porovnání naměřené hodnoty po povodni v roce 2000 s hodnotou spočítanou v matematickém modelu v tolerovaném rozpětí do 20 cm.

Kalibrační podklady byly dostupné pouze pro horní část modelu (10100002_03).



6 Výstupy z modelu

Výstupem z hydrodynamického modelu jsou hydraulické charakteristiky proudění modelovaných průtokových scénářů spočítané v jednotlivých příčných profilech. Lze je prezentovat tabelární nebo grafickou formou v podobě podélných a příčných profilů, bodového pole rychlostí a map hloubek. Pro sestavení map povodňového nebezpečí jsou základním výstupem z hydraulických modelů mapa hloubek a mapa rychlostí. Mapové výstupy představují georeferencovanou rastrovou mapu v požadovaném měřítku a formátu.

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

Záplavové čáry tvoří obalovou křivku záplavovému území resp. mapám hloubek. Zobrazují maximální rozsah povodně pro daný průtok. Jsou zobrazeny v jedné mapě pro všechny povodňové scénáře. Tím je umožněno snadné porovnání rozsahu povodní. Záplavové čáry jsou zobrazeny na podkladě Základní rastrové mapy ČR v měřítku 1:5 000.

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

Tabulka – Dotčené správní území obcí maximálním rozlivem

Kód ORP	Název ORP	Kód ICOB	Název obce
5733	Jaroměř	547531	Hořenice
3396	Dvůr Králové nad Labem	548812	Stanovice
3396	Dvůr Králové nad Labem	554863	Dolní Brusnice
4687	Hradec Králové	569810	Hradec Králové
4687	Hradec Králové	569925	Černožice
4687	Hradec Králové	570311	Lochenice
4687	Hradec Králové	570672	Předměřice nad Labem
4687	Hradec Králové	570800	Skalice
4687	Hradec Králové	570877	Smiřice
4687	Hradec Králové	570885	Smržov
4687	Hradec Králové	571113	Vysoká nad Labem
5733	Jaroměř	574015	Dolany
5733	Jaroměř	574040	Heřmanice
5733	Jaroměř	574121	Jaroměř
5733	Jaroměř	574376	Rasošky
5733	Jaroměř	574601	Vlkov
3396	Dvůr Králové nad Labem	579068	Bílá Třemešná
16902	Trutnov	579173	Dolní Olešnice
3396	Dvůr Králové nad Labem	579203	Dvůr Králové nad Labem
18630	Vrchlabí	579297	Hostinné
16902	Trutnov	579319	Chotěvice
3396	Dvůr Králové nad Labem	579327	Choustníkovo Hradiště

3396	Dvůr Králové nad Labem	579416	Kuks
3396	Dvůr Králové nad Labem	579556	Mostek
3396	Dvůr Králové nad Labem	579564	Nemojov
18630	Vrchlabí	579602	Prosečné
3396	Dvůr Králové nad Labem	579815	Vítězná

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

Mapa hloubek vznikne odečtením vypočítané úrovně hladiny a sestaveného digitálního modelu terénu. V barevné škále zobrazuje názorně hloubku vody při povodni v záplavovém území a upozorňuje na rizikové oblasti s vysokými hloubkami vody. Výsledný rastr ve formátu .tif o velikosti pixelu 2 x 2 m obsahuje informace o hloubce vody pro každý pixel. Pro přehledné znázornění hloubek v tištěné podobě je výsledná hloubka vody rozdělena do kategorií s pevně zvoleným rozsahem hloubky (znázorněno v legendě mapového výstupu). Mapa hloubek je zobrazena na podkladě Základní rastrové mapy ČR v měřítku 1:5 000.

Nad mapu hloubek jsou zobrazeny bodové rychlosti proudění ve všech výpočetních profilech (viz kapitola 6.3).

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

Informace o rychlosti proudění vody v korytě a v inundačním území u jednorozměrného modelu jsou známi pouze ve výpočetních profilech. Po provedení výpočtu a získání úrovně vodní hladiny v profilu je možné dopočítat rozdělení rychlostí v korytě a levé i pravé inundaci. Rychlosti jsou prezentovány pomocí vhodně distribuovaných bodů na příčných profilech. Distribuce bodů je závislá na velikosti vodního toku (koryta toku) a rozsahu záplavového území. V korytě vodního toku bude vždy umístěn alespoň jeden bod charakterizující rychlost proudění v korytě.

Výsledné zobrazení rychlostí je součástí mapy hloubek, kdy informace o rychlosti spolu s hloubkou vody dávají názornou představu o charakteru nebezpečí při povodni v pozorovaném úseku.

6.4 Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů

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

Způsob zpracování vycházel z použití nejmodernějších a nejaktuálnějších vstupních podkladů, hydrodynamických modelů, metod zpracování hydrodynamických modelů a prezentace jejich výsledků s cílem minimalizovat nejistoty ve výsledcích výpočtů.

7 Aktivní zóna záplavového území

Aktivní zóna záplavového území (dále též „AZZU“) je definována Vyhláškou Ministerstva životního prostředí č. 236/2002 Sb., „o způsobu a rozsahu zpracování návrhu a stanovování záplavových území“ jako „území v zastavěných území obcí a v územích určených k zástavbě podle územních plánů, jež při povodni odvádí rozhodující část celkového průtoku, a tak bezprostředně ohrožuje život, zdraví a majetek lidí“.

Aktivní zóna se podle této vyhlášky stanovuje pro ustálený průtok odpovídající Q_{100} .

Stanovení AZZU se tedy stává velmi účinným preventivním nástrojem pro snížení povodňových škod. Zbývající část záplavového území mimo aktivní zónu, se nepodílí výraznou měrou na přímém provádění povodňových průtoků, ale při vyšších povodňových stavech je povodní zasažena. Pro tuto oblast vodní zákon neukládá žádná omezení, ale vodoprávní úřad může stanovit omezující podmínky pro její využívání a rozvoj.

7.1 Primární AZZU

Metodika stanovení primárních AZZU vychází ze základních zákonitostí proudění vody v otevřených korytech za podmínek ustáleného nerovnoměrného proudění a ze základních pravidel řešení ochrany před povodněmi. Primární AZZU lze definovat dle několika pravidel, která jsou platná obecně.

- Primární AZZU je vždy vlastní koryto hlavního toku v šířce definované břehovými hranami (nejedná se o definici koryta ve smyslu zákona o vodách).
- Všechny vedlejší paralelní permanentní vodoteče, derivační, či jiné kanály a zaústění přítoků hlavního toku jsou vždy definované jako primární AZZU v šířce určené břehovými hranami.
- V případě, že se jedná o tok ohrázený příbřežními hrázi chránícími před povodněmi dimenzovanými na Q_{100} , jsou tyto hráze současně hranicí AZZU.
- Linie existujícího průběžného mobilního hrazení podél toku s kapacitou na Q_{100} tvoří hranici AZZU.

7.2 Rozšíření AZZU

S přihlédnutím k tomu, že lze odlišit mnoho typů toků a jejich niv s rozlišnou charakteristikou inundačních území a poměrů proudění vody v nich, není možné stanovit jednotnou metodiku stanovení AZZU pro všechny tyto říční typy. Na základě analýzy nejběžnějších typů toků, které se vyskytují v ČR, byly definovány čtyři základní přístupy řešení AZZU:

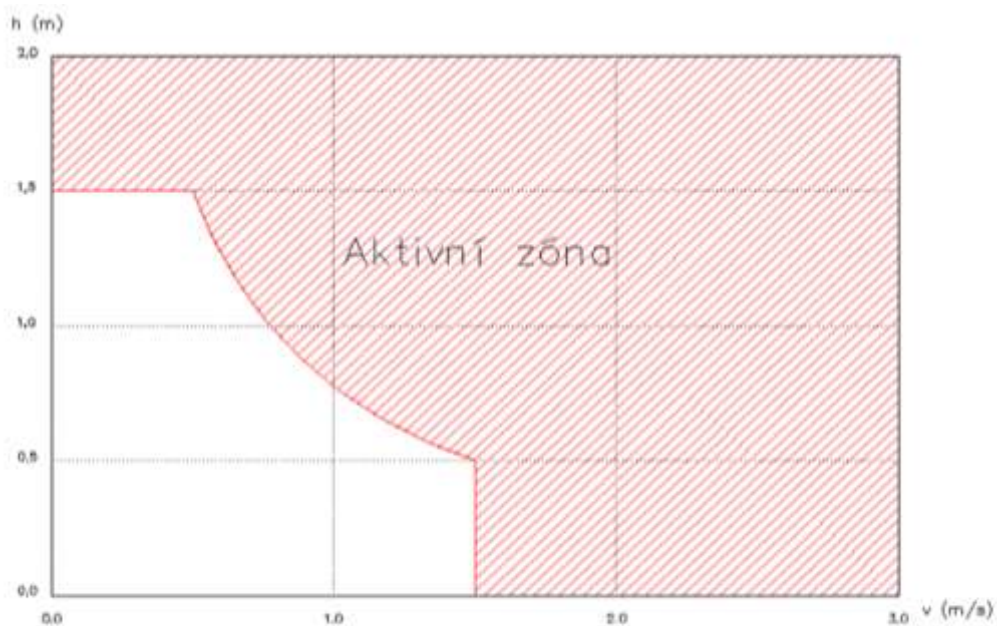
- A) Stanovení rozšířené AZZU podle záplavových území,
- B) Stanovení rozšířené AZZU podle parametrů proudění,
- C) Stanovení rozšířené AZZU podle rozdělení měrných průtoků,
- D) Stanovení rozšířené AZZU detailní 2D studií.

Každý vodní tok, pro který se vymezuje AZZU, je nutno klasifikovat a zvolit pro něj jeden nebo kombinaci z doporučených výpočetních postupů.

7.3 Stanovení aktivní zóny

Stanovení aktivní zóny záplavového území bylo stanoveno na základě kombinací přístupu stanovení podle záplavového území dvacetileté vody a závislosti na součinu hloubky a rychlosti vody při stoletém průtoku.

Závislost AZZU na součinu hloubky a rychlosti nejlépe vystihuje následující graf sestavený dle Finka – Bewicka. Aktivní zóna představuje oblast proudění při Q_{100} , když hloubka vody je rovna nebo větší 1,5 m, rychlost vody je rovna nebo větší 1,5 m/s, nebo součin těchto dvou veličin je větší nebo roven 0,75.



Obr. 1 Stanovení aktivní zóny záplavového území v závislosti na hloubce a rychlosti proudění podle Finka a Bewicka.