

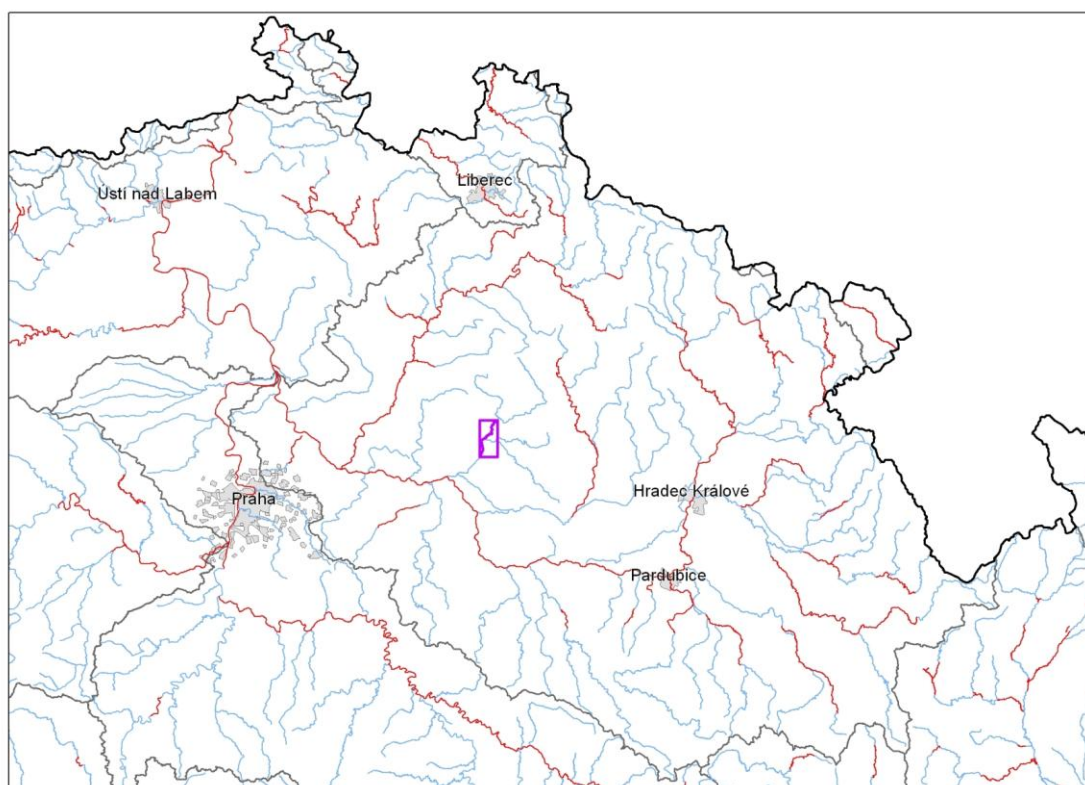


TVORBA MAP POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ A POVODŇOVÝCH RIZIK V OBLASTI POVODÍ HORNÍHO A STŘEDNÍHO LABE A UCELENÉHO ÚSEKU DOLNÍHO LABE

DÍLČÍ POVODÍ HORNÍHO A STŘEDNÍHO LABE

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

MRLINA - 10100065_1 - Ř. KM 10,000 - 21,000 (PL-27)



PROSINEC 2012



OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti

Pro vodu,
vzduch a přírodu

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 MODEL Y A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

MRLINA - 10100065_1 - Ř. KM 10,000 - 21,000 (PL-27)

Pořizovatel:



Povodí Labe, státní podnik
Víta Nejedlého 951
Hradec Králové
500 03

Zhotovitel: sdružení „VRV + HDP + DHI“



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



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



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



OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti

Pro vodu,
vzduch a přírodu

Řešitel:



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

V PRAZE, PROSINEC 2012.

Obsah:

1	Základní údaje.....	8
1.1	Seznam zkratk a symbolů	8
1.2	Cíle prací.....	8
1.3	Předmět práce	8
1.4	Postup zpracování a metoda řešení	8
2	Popis zájmového území	9
2.1	Všeobecné údaje	10
2.2	Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)	10
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	12
3.2	Hydrologická data	13
3.3	Místní šetření	13
3.4	Doplňující podklady – technické a provozní informace, zprávy, studie, dokumenty, literatura.....	14
3.5	Normy, zákony, vyhlášky	14
3.6	Vyhodnocení a příprava podkladů	14
4	Popis koncepčního modelu	15
4.1	Schematizace řešeného problému.....	15
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	19
5.2.3	Hodnoty okrajových podmínek	19
5.2.4	Hodnoty počátečních podmínek	20
5.2.5	Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat	20
5.3	Popis kalibrace modelu	20

1 Základní údaje

1.1 Seznam zkratek a symbolů

Tabulka – Seznam zkratek a symbolů

Zkratka	Vysvětlení
ADM ŘKM	Administrativní říční kilometráž toku
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

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 matematického 1D modelu v zájmové oblasti.

2 Popis zájmového území

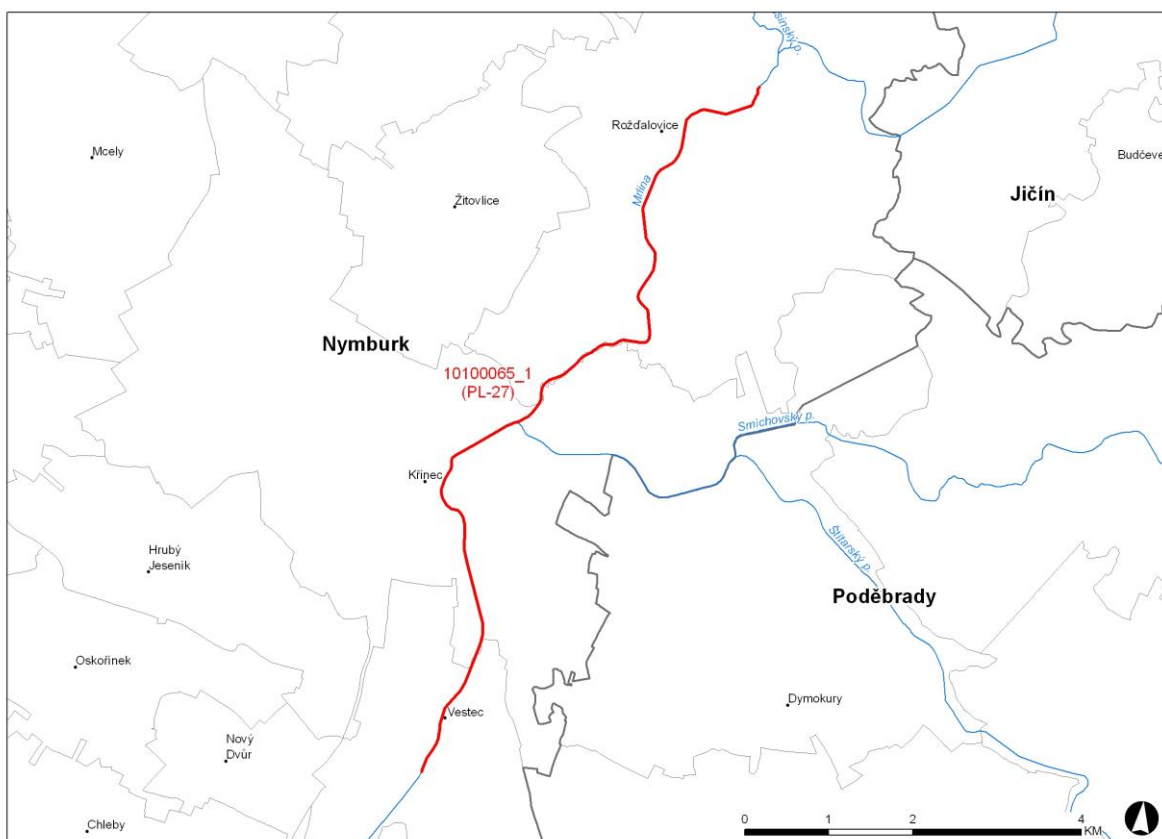
Název vodního toku:	Mrlina
IDVT (CEVT):	10100065_1
Číslo hydrologického pořadí:	1-04-05-025 1-04-05-027 1-04-05-052 1-04-05-056 1-04-05-058
Začátek zájmového úseku:	ř.km 7,353
Konec zájmového úseku:	ř.km 21,536
Významné přítoky:	Velenický potok (ř.km 7,281) 1-04-05-057 Křínecká Blatnice (ř.km 7,307) 1-04-05-053 a 1-04-05-055 Štítarský potok (ř.km 15,026) Kožačka (ř.km 15,089) Ledečský potok (ř.km 17,343)

V zájmovém úseku Mrliny se nevyskytují významná vodní díla.

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.

Obrázek – Přehledná mapa řešeného území



2.1 Všeobecné údaje

Zájmového území je vymezeno kilometrží vodního toku (ř. km) 10,0 až 21,0. 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 obcí Rožďalovice, Křínec a Vestec.

2.2 Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)

Povodeň 03/2006

Povodí Mrliny bylo touto jarní povodní velmi výrazně zasaženo. Její příčinou bylo především velmi rychlé odtávání sněhové pokrývky z nižších a středních poloh. Mrlina v profilu Vestec kulminovala 28.3. v dopoledních hodinách při dosažení 3.SPA. Kulminační průtok činil $67 \text{ m}^3/\text{s}$, což odpovídalo průtoku s dobou opakování větší než Q100. V souvislosti s novými hydrologickými údaji se doba opakování snížila na cca 50 let.

Povodeň 09/2010

Během pondělí a hlavně úterý 28.9. hladina vody Mrliny postupně vystoupala až na kritických 302 cm. Třetího povodňového stupně dosáhla v noci z 27. na 28.9.



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.

Ortofoto 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: VÚV 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 4. a 5. generace, který vytváří a poskytuje ČÚZK.

Digitální model reliéfu České republiky 4. generace (DMR 4G) představuje zobrazení přirozeného nebo lidskou činností upraveného zemského povrchu v digitálním tvaru ve formě výšek diskretních bodů v pravidelné síti (5x5 m) bodů o souřadnicích X, Y, Z, kde Z reprezentuje nadmořskou výšku ve výškovém referenčním systému Balt po vyrovnání (Bpv) s úplnou střední chybou výšky 0,3 m v odkrytém terénu a 1 m v zalesněném terénu.

Digitální model reliéfu České republiky 5. generace (DMR 5G) představuje zobrazení přirozeného nebo lidskou činností upraveného zemského povrchu v digitálním tvaru ve formě výšek diskretních bodů v nepravidelné trojúhelníkové síti (TIN) bodů o souřadnicích X, Y, Z, kde Z reprezentuje nadmořskou výšku ve výškovém

referenčním systémem Balt po vyrovnání (Bpv) s úplnou střední chybou výšky 0,18 m v odkrytém terénu a 0,3 m v zalesněném terénu.

DMR 4. generace byl k dispozici v celém rozsahu řešeného území. V případech, kde byla v daném místě k dispozici 5. generace DMR, byla upřednostněna před 4. generací.

Pro popis koryta vodního toku bylo využito stávající geodetické zaměření z prosince 1998 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

Digitální model reliéfu ČR 4. generace (DMR 4G)

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: 1998, 2012

výškový systém: Balt p.v.

souřadnicový systém: JTSK

pořizovatel zaměření: Povodí Labe, státní podnik

3.2 Hydrologická data

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

Tabulka - N-leté průtoky neovlivněné (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 Kozačky	19. 12. 2011	15,250	24.9	42.1	68.1	101	II.
Limn. stanice Vestec	19. 12. 2011	10,890	35	57.5	90	130	I.

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 vytvářena lokalizace zadání dalších geodetických prací.

Místní šetření bylo provedeno dne 24. 10. 2011.

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

Manipulace na pohyblivých jezech se při modelování řídí získanými manipulačními řády.

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

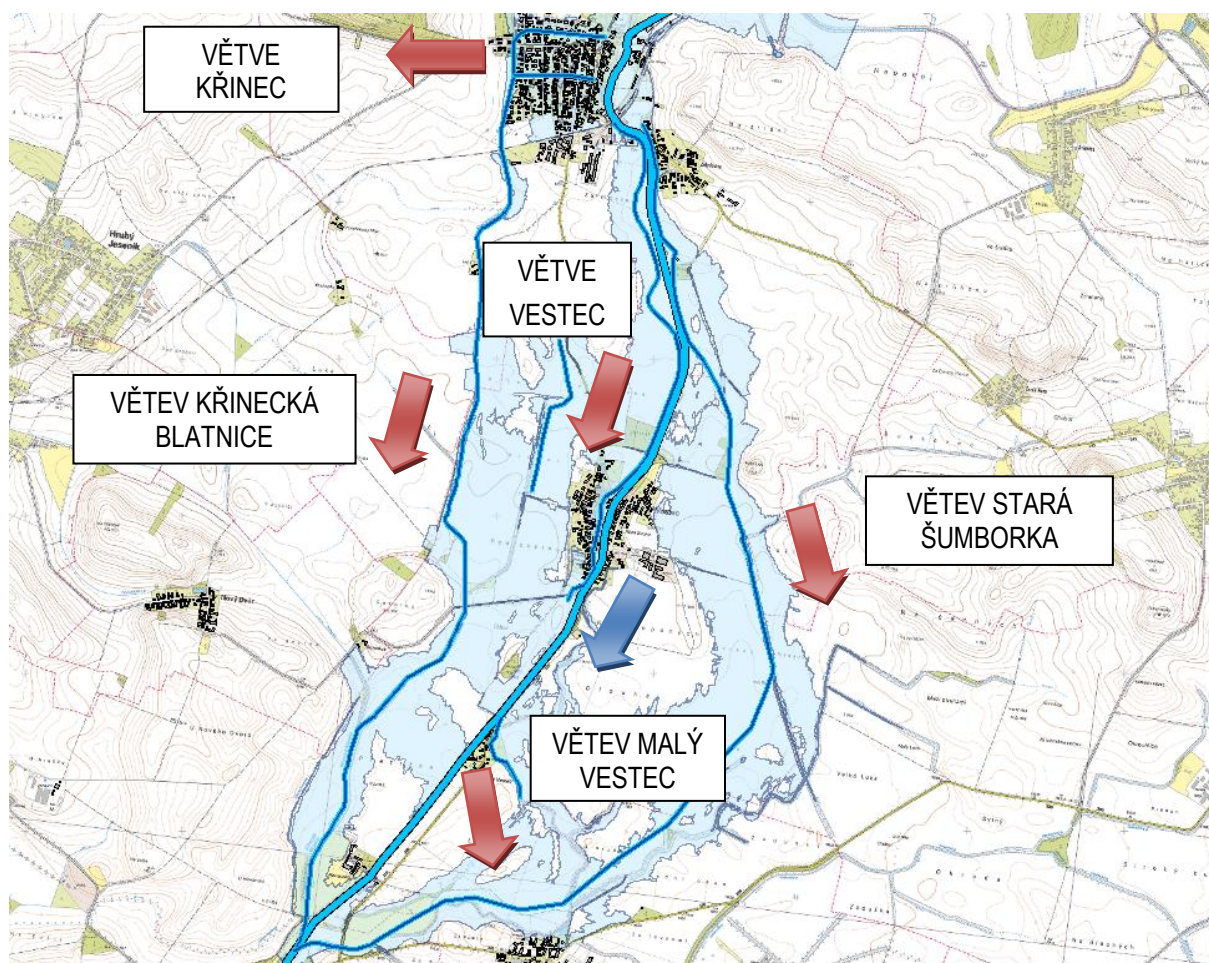
Pro hydraulické výpočty je použit matematický 1D model proudění.

4.1 Schematizace řešeného území

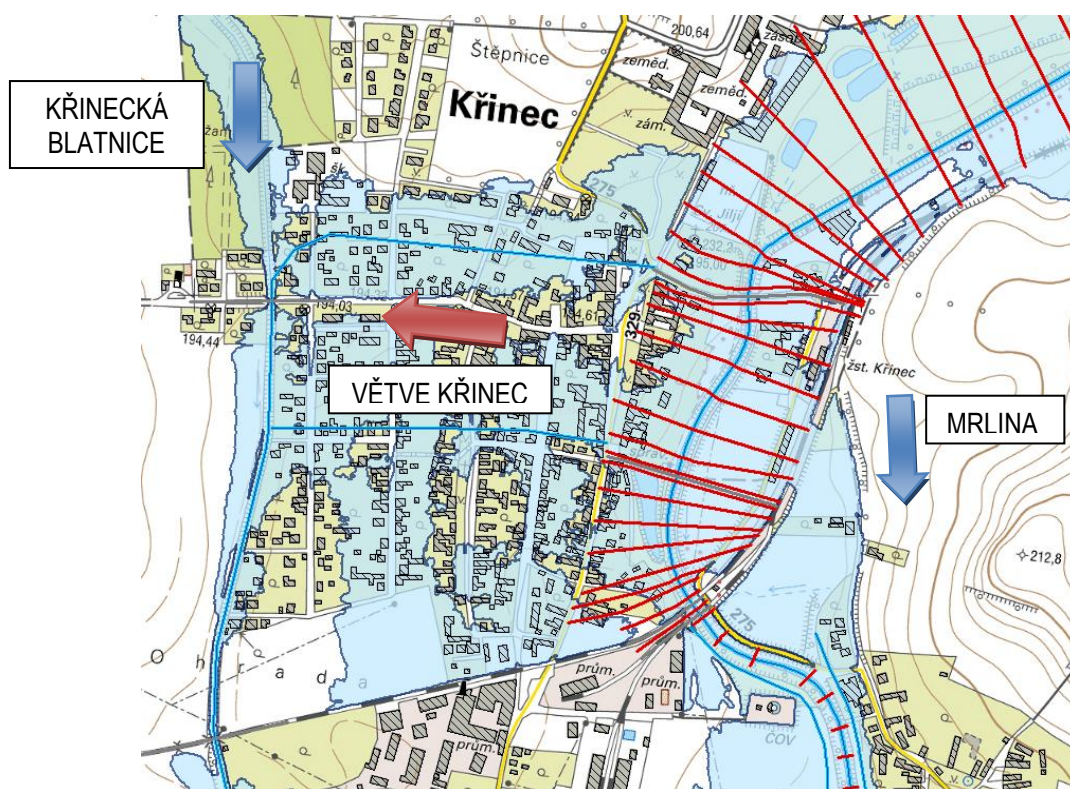
Zájmové území je schematizováno příčnými profily. Území Mrliny lze charakterizovat jako střední a dolní tok.

Model si vystačil pouze s 1D schematizací za pomoci bočních větví při větších průtocích. Vzdálenost mezi výpočetními příčnými profily je v průměru kolem 60 m. Ve významnějších místech, např. intravilán, je zpravidla vzdálenost mezi profily menší. V bočních větvích (inundace) mimo zástavbu jsou vzdálenosti příčných profilů výrazně vyšší.

Mrlina je v převážné části řešeného úseku upravená a koryto je tvaru dvojitého lichoběžníka (s bermami) vytvořeného ohrázkováním. Při modelování dochází za Q_{100} a Q_{500} k přelévání hrází pod železničními mosty v Křinci a k zaplavení přilehlých inundací, pro které musely být vytvořeny samostatné větve (Bezejmenný vpravo a Stará Šumborka vlevo). Každá z těchto větví se vlévá do přítoků Mrliny a to do Staré Šumborky (Velenický potok) a do Křínecké Blatnice. Do Křínecké Blatnice přetéká voda na několika místech a díky přepažení inundace silnicí (Kříneček - Vestec) zde byla doplněna ještě jedna pomocná větev (Bezejmenný III). Stará Šumborka je zásobována ještě jednou větví Bezejmenný II (za všech modelovaných průtoků), která odbočuje z Mrliny nad obcí Malý Vestec.



V Křinci musely být pouze pro Q_{500} vytvořeny dvě další paralelní větve (Křínecká Blatnice a Kříneček), kterými voda zvolna protéká přes intenzivně zastavěné území do Křínecké Blatnice. Původní rozliv Q_{100} do zástavby v Křinci nebyl modelem potvrzen.



Při řešení hydraulickým modelem byly iterací dopočteny průtoky v jednotlivých větvích uvedené v následující tabulce.

Úsek toku, větev - název v modelu HEC-RAS	Říční kilometr	Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀	Poznámka
Mrlina	21.5361	24.90	42.10	68.10	101.00	Na začátku úseku
Mrlina	15.125	35.00	57.50	90.00	130.00	pod přítokem Kozačky
Křinec.Blatnice	6.9964			0.00	4.49	odlehčení z Mrliny do zástavby v Křinci
Křinec.Blatnice	6.309			3.62	8.09	přítok Q1 - Křinecká Blatnice
Mrlina	14.2418			90.00	125.51	Mrlina po odlehčení
Křinec	0.5045			0.00	5.40	odlehčení z Mrliny do zástavby v Křinci
Křinec.Blatnice	6.0974			3.62	14.00	pod přítokem odlehčení
Mrlina	13.9388			90.00	120.10	Mrlina po odlehčení
Mrlina	13.792			90.00	119.60	0.5 přepad z Mrliny do zástavby v Křinci
Bezejmenný				14.19	26.11	přepad z Mrliny nad Vestcem
Bezejmenný III	1.0492			8.28	16.53	přepad z Bezejmenný do Bezejmenný III
Bezejmenný	1.0534			5.91	9.58	zaústění do Kř. Blatnice
Bezejmenný	0.4			10.06	14.29	přepad z Mrliny ve Vestci

Bezejmenny	0.0407			8.87	12.00	přepad z Bezejmenny na konci přes silnici do Křinecké Blatnice
Stara Sumborka				5.85	17.84	přepad z Mrliny nad Vestcem
Mrlina	11.4034			69.98	70.69	po odlehčení do obou inundací nad Vestcem
Krivec.Blatnice	3.5153			7.48	28.39	za odlehčením a přepadem z bezejmenny III
Krivec.Blatnice	3.4254			11.90	34.06	po zaústění Bezejmenny III
Krivec.Blatnice	2.7898			13.05	24.26	odlehčení okolo kopce + přepad bezejmenny
Mrlina	10.6805			65.84	65.98	za odlehčením ve Vestci
Krivec.Blatnice	2.4102			21.92	36.25	přítok Bezejmenny
Krivec.Blatnice	1.4473			23.55	51.39	přítok Q1 + odlehčení kolem kopce
Bezejmenny II	0.6054	1.38	8.61	12.01	12.25	odlehčení do Staré Šumborky v Malém Vestci
Mrlina	9.4447			65.84	65.98	před odlehčením v Malém Vestci
Mrlina	9.427	33.62	48.89	53.81	53.74	po odlehčení
Stara Sumborka	1.7375	0.00	0.00	17.87	30.09	přítok Bezejmenny II
Krivec.Blatnice	1.4473			23.55	51.39	před zústěním do Mrliny
Stara Sumborka	0.3322			21.98	34.20	pod přítokem Velenického potoka Q1
Mrlina	7.4417	33.62	48.89	99.36	139.45	na konci úseku

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. Zde byl zadán průměrný sklon dna ze kterého si model hloubku spočítá. V místech významných přítoků se zadává jen změna průtoků. Další okrajové podmínky nebo počáteční podmínky model nevyžaduje.

5 Popis numerického modelu

5.1 Použité 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 Systém - 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 Systém – 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.

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 dle průměrného sklonu.

5.2.1 Morfologie vodního toku a záplavového území

Charakter toku lze popsat jako střední a dolní s technickými úpravami. Horní polovina řešeného úseku toku (do obce Křinec) má jasně ohraničenou údolní nivu, ve které dochází k přirozeným rozlivům. Koryto je převážně směrově upraveno kromě úseku do Rožďalovic. Dolní část toku byla značně upravena do pravidelných oblouků se složeným profilem a oboustrannými hrázemi. Za hrázemi je povětšinou plošinné zemědělské území s občasnou zástavbou a s odtokem přes různé příkopy do přítoků Mrliny (Křinecké Blatnice a Velenického potoka. Při přelítí ochranných hrází dochází k zaplavení rozsáhlých území a k přetokům do vedlejších povodí (přítoků Mrliny).

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“.

Pevné jezy v zájmovém území :

400051580, JEZ, Vestec, ř.km 10.767
 400051581, JEZ, Zábrdovice, ř.km 13.094
 400051582, JEZ, Křinec, ř.km 13.825
 400051583, JEZ, Podlužany - Andělka, ř.km 17.959 (nezahrnut do modelu)
 400232455, JEZ, Rožďalovice - Zámostí, ř.km 19.86

Pohyblivé jezy v zájmovém území :

400051584, JEZ, Rožďalovice, ř.km 20.814

Mosty a lávky v zájmovém území :

400051567, MOST, Havransko - silniční železobetonový, ř.km 7.978
 400051566, MOST, Vestec - silniční ocelový, ř.km 10.58
 400051531, MOST, Vestec -, ř.km 10.759
 400051565, MOST, Křinec-železniční pro vlečku do Spolana, ř.km 13.591
 400051564, MOST, Křinec -železniční, ř.km 13.616
 400051530, MOST, Křinec-lávka, ř.km 13.825
 400051529, MOST, Křinec-lávka, ř.km 14.11 (zahrnuto v rámci navazujícího mostu)
 400051563, MOST, Křinec - silniční železobetonový oblouk., ř.km 14.116
 400051562, MOST, Nové Zámky, ř.km 16.14
 400051528, MOST, Podlužany-lávka, ř.km 16.615 (nezahrnuta do modelu)
 400051561, MOST, Podlužany, ř.km 17.403
 400051560, MOST, Rožďalovice - cestní železobetonový, ř.km 20.045
 400051559, MOST, Rožďalovice - silniční železobetonový, ř.km 20.295
 400051558, MOST, Rožďalovice - silniční železobetonový, ř.km 20.59
 400051557, MOST, Rožďalovice - šikmý cestní železobeton., ř.km 21.201

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 – 0,07
zalesněné území	0,07 – 0,10
zastavěné území (započtena plocha budov)	0,08

5.2.3 Hodnoty okrajových podmínek

Horní okrajové podmínky jsou zadány v místech s výrazně měnícími hydrologickými poměry tj. v místech významných přítoků.

Tabulka - N-leté povodňové průtoky uvažované při hydraulickém řešení

Úsek / N-leté průtoky Q_N	Úsek toku (km od - do)	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Poznámka
Začátek řešeného úseku - soutok s Kozačkou	21.536 - 15.250	24.9	42.1	68.1	101	
Soutok s Kozačkou - konec řešeného úseku	15.250 - 7.353	35	57.5	90	130	

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.

5.3 Popis kalibrace modelu

Na řešeném území se nachází povodňové značky, na které byl model kalibrován.

Tabulka - Povodňové značky v zájmovém území

Číslo	Výška (m.n.m.)	Místo	Typ	Popis	Datum
MRL_L_003	198.31	Rožďalovice	ryska	levá podpěra mostu - návodní strana	28.3.2006
MRL_L_004	197.53	Rožďalovice	ryska	levá podpěra mostu - návodní strana	28.3.2006
MRL_P_005	197.28	Rožďalovice	ryska	pravá podpěra mostu - návodní strana	28.3.2006
MRL_P_006	197.14	Rožďalovice	ryska	pravá podpěra mostu - návodní strana	28.3.2006
MRL_L_007	194.03	Nové Zámky	ryska	levá podpěra mostu - návodní strana	28.3.2006
MRL_L_008	195.23	Podlužany	ryska	levá strana - nosná žb.konstrukce mostu - návodní strana	28.3.2006
MRL_P_009	193.3	Křinec	ryska	pravá podpěra mostu - návodní strana	28.3.2006
MRL_L_010	192.9	Křinec	ryska	železniční most (žel. st. Křinec) - levá podpěra mostu - návodní strana	28.3.2006
MRL_L_011	192.92	Křinec	ryska	železniční most (žel. st. Křinec) - levá podpěra mostu - návodní strana	28.3.2006
MRL_P_012	190.84	Vestec	nastřel. hřeb	podpěra silničního mostu - pravá strana - návodní	28.3.2006
MRL_L_013	191.01	Vestec	nastřel. hřeb	lávka pro pěší u vakového jezu - levá podpěra - návodní strana	28.3.2006
MRL_P_014	188.6	Malý Vestec	nastřel. hřeb	most u "statku Havransko" - zpěvněný svah - pravá strana - návodní	28.3.2006

Kontrola s měrnou křivkou limnigrafické stanice ve Vestci (dno 187,95 m.n.m.)

Tabulka - Porovnání hladin z modelu a z limnigrafické stanice Vestec

Průtok (m ³ /s)	Hladina dle křivky (cm)	Hladina v modelu (cm)	Rozdíl	Poznámka
35	224	224	0	
57,5	275	287	+12	
70,0	299	308	+9	
70,7	300	309	+9	

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 1:10 000.

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

Tabulka – Dotčené správní území obcí maximálním rozlivem

Kód ORP	Název ORP	Kód ICOB	Název obce
10823	Nymburk	537756	Rožďalovice
10823	Nymburk	537411	Křinec
10823	Nymburk	537942	Vestec
10823	Nymburk	537055	Budiměřice
10823	Nymburk	534919	Netřebice*
12349	Poděbrady	537080	Činěves*
10823	Nymburk	599620	Chleby*
10823	Nymburk	599638	Hrubý Jeseník*
10823	Nymburk	599654	Nový Dvůr*

Poznámka: Území obcí označené * jsou dotčeny okrajově zatopenou inundací a zpětným vzdutím přítoků Mrliny

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 1:10 000.

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 známy 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.