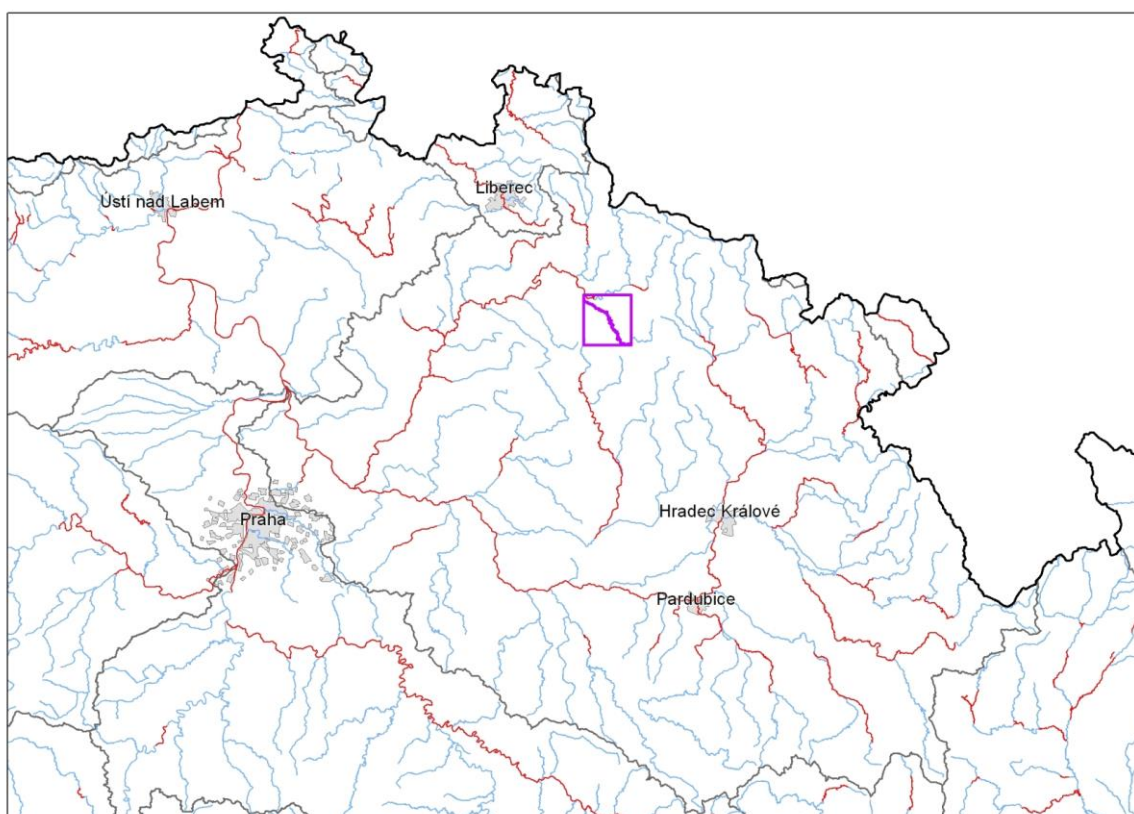

TVORBA MAP POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ A POVODŇOVÝCH RIZIK V OBLASTI POVODÍ HORNÍHO A STŘEDNÍHO LABE A UCELENÉHO ÚSEKU DOLNÍHO LABE

DÍLČÍ POVODÍ HORNÍ A STŘEDNÍ LABE

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

OLEŠKA – 10100132_1- Ř. KM 19,52 (hranice HK kraje) – 24,039



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	5
2.2	Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)	5
3	Přehled podkladů	6
3.1	Topologická data	6
3.1.1	Vytvoření (aktualizace) DMT	6
3.1.2	Mapové podklady	6
3.1.3	Geodetické podklady	7
3.2	Hydrologická data	7
3.3	Místní šetření	7
3.4	Doplňující podklady – technické a provozní informace, zprávy, studie, dokumenty, literatura	8
3.5	Normy, zákony, vyhlášky	8
3.6	Vyhodnocení a příprava podkladů	8
4	Popis koncepčního modelu	9
4.1	Schematizace řešeného problému	9
4.2	Posouzení vlivu nestacionarity proudění	9
4.3	Způsob zadávání OP a PP	9
5	Popis numerického modelu	10
5.1	Použité programové vybavení	10
5.2	Vstupní data numerického modelu	11
5.2.1	Morfologie vodního toku a záplavového území	11
5.2.2	Drsnosti hlavního koryta a inundačních území	12
5.2.3	Hodnoty okrajových podmínek	12
5.2.4	Hodnoty počátečních podmínek	13
5.2.5	Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat	13
5.3	Popis kalibrace modelu	13
6	Výstupy z modelu	14
6.1	Záplavové čáry pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	14
6.2	Hloubky pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	14
6.3	Rychlosti pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	14
6.4	Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů	14

7	Aktivní zóna záplavového území	15
7.1	Primární AZZU	15
7.2	Rozšíření AZZU	15
7.3	Stanovení aktivní zóny	16

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
1D model	Jednorozměrný matematický model 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

Pro zadané území byl k dispozici jednorozměrný model proudění zpracovaný v rámci standardní studie záplavových území firmou HydroExpert s r.o. v roce 2005. Tento model byl podstatně upraven a aktualizován pomocí dat nového doplňujícího geodetického zaměření koryta a podstatně podrobnějších dat popisujících tvar inundačního terénu – DMR 5G.

Byly shromážděny a prostudovány všechny dostupné podklady. Na základě místního šetření a podrobné terénní rekognoskace byly podklady doplněny a byla ověřena jejich aktuálnost. Byla zpracována fotodokumentace zájmového území. Vzhledem k tomu, že dostupné geodetické zaměření koryta toku bylo nedostačující, byly připraveny podklady pro zaměření doplňujících korytových profilů.

Po získání všech podkladů pro popis terénu a koryta toku v zájmovém území byl vytvořen digitální model terénu jakožto základ pro další práce. Pro předpokládaný rozsah zaplavovaného území při největším požadovaném průtokovém stavu byl sestaven jednorozměrný hydrodynamický model proudění.

Výpočty byly provedeny pro požadované průtokové stavy Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} .

Výsledky výpočtů byly na závěr zpracovány do map povodňového nebezpečí (mapy rozlivů, hloubek a rychlostí) v požadovaných formátech a byly zhotoveny další požadované výstupy.

2 Popis zájmového území

Název vodního toku: Oleška
IDVT (CEVT): 10100132_1
Číslo hydrologického pořadí: 1-05-01-041
1-05-01-045
1-05-01-053
Začátek zájmového úseku: ř.km 19,52
Konec zájmového úseku: ř.km 24,039

Významné přítoky: Popelka ř. km 20,624
Rokytky ř. km 23,323

V zájmovém úseku Olešky se nevyskytují žádná významná vodní díla.

Dotčené obce: Stará Paka

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.

Oleška pramení v Podkrkonoší, v nadmořské výšce 541 m n. m. Délka toku je 34 km, celková plocha povodí 171,15 km². Řeka ústí do Jizery z levé strany ve městě Semily. Koryto řeky je přirozené, meandrující v poměrně úzkém údolí s šířkou rozlivu většinou do 100 m. Inundační území je převážně využíváno jako louky. Na toku se vyskytuje mnoho objektů – převážně mostů.

2.1 Všeobecné údaje

Osa byla dle požadavku objednatele upravena dle aktualizovaného geodetického zaměření a dle poskytnutého digitálního modelu reliéfu 5. generace (DMR 5G). Veškeré staničení použité v části B Technická zpráva – hydrodynamické modely a mapy povodňového nebezpečí je vztaženo k nově vytvořené ose toku s počátkem na začátku řešeného úseku v ř. km 0,000.

Řešený úsek toku prochází intravilánem obcí Semily, Bořkov, Košťálov, Libštát, Bělá, Ústí, Roškopov a Stará Paka.

V řešeném úseku je koryto toku kříženo mnoha silničními a železničními mosty, nachází se zde několik jezů.

2.2 Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)

V zájmovém území nejsou k dispozici žádné informace o proběhlých povodních, využitelné pro kalibraci modelu.

3 Přehled podkladů

Většina potřebných podkladů byla získána od objednatele díla. Podklady zahrnují zejména topologická data, mapové a hydrologické podklady a podklady hydrotechnické.

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.

Hlavními topologickými daty byly zaměřené korytové a údolní profily, včetně profilů objektových, které byly kombinovány s digitálním modelem terénu (DMT). Výsledný DMT byl vytvořen z digitálního modelu reliéfu (DMR) popisujícího inundační území, do kterého byly zapracovány profily a objekty popisující koryto vodního toku.

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 sloužil pro doplnění geometrie hydrodynamického modelu v místech mimo zaměřené profily. Pro vytváření map hloubek byl DMT 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: 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 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.

DMR 5G byl k dispozici pro celý rozsah řešeného území.

Pro popis koryta vodního toku bylo využito stávající geodetické zaměření, které provedla firma Geošrafo s r.o. v roce 2004 - 2005 a nové geodetické zaměření z května 2012 – firma Gefos a.s.

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: 2004, 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 (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 Rokytkou	19. 11. 2011	24,079	18,5	30,9	49,1	71,7	III.
Nad Popelkou	19. 11. 2011	20,624	27,4	45,6	72,1	105,0	III.

3.3 Místní šetření

Místnímu šetření předcházelo podrobné seznámení s veškerými získanými podklady. Zejména se jednalo o stávající geodetické zaměření. 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.

Po získání všech dostupných informací bylo provedeno v řešené lokalitě podrobné místní šetření jak vlastního toku, tak přilehlého inundačního území. Byla vytvořena fotodokumentace. Pro upřesnění a doplnění geodetických podkladů byly v terénu vytipovány lokality pro zadání dalších geodetických prací.

Terénní rekognoskace byla zaměřena mimo jiné na zhodnocení zastavěnosti území, překážek proudění v intravilánu obcí (ploty, skladové plochy) a vegetačního pokryvu.

Místní šetření bylo provedeno ve dnech 21. 10. 2011 a 12.11.2011.

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

Jako zdroj dalších informací byly k dispozici studie pro stanovení záplavového území z roku 2005 a 2011 :

Oleška, Semily – Roškopov (ř. km 0,0 – 24,0), stanovení záplavového území, Hydroexpert, s r.o. 2005

Oleška, Semily – Stará Paka (ř. km 0,0 – 24,0), stanovení záplavového území, Povodí Labe, 2011

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, díky kterému došlo k zahuštění příčných profilů. Podklady dostupné pro sestavení numerického modelu proudění vody byly pro daný účel zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik postačující.

4 Popis koncepčního modelu

Vzhledem k tomu, že řešené území Olešky je poměrně úzké a proudění splňuje předpoklady jednorozměrného proudění vody při povodni paralelně s korytem, byl pro schematizaci území a provedení hydraulických výpočtů využit jednorozměrný model.

4.1 Schematizace řešeného problému

Sestavený model proudění má charakter jednorozměrného modelu s jedním hlavním úsekem.

Zájmové území je schematizováno řadou příčných profilů vedených kolmo na směr proudění vody v korytě a v inundačním území. V některých místech jsou příčné profily zalomené, tak aby byl dodržen požadavek kolmého směru proudění vody v inundaci na linii příčného profilu. Příčné profily jsou od sebe vzdálené maximálně 90 m v extravilánu, v intravilánu do 50 m, v okolí objektů je vzdálenost profilů ještě menší.

Sestavení numerického modelu vychází ze zaměřené sady příčných profilů. Pro účely hydrotechnických výpočtů bylo zapotřebí použité údolní a objektové profily lokálně upravit. Úpravy spočívaly v prodloužení některých kratších profilů za pomoci poskytnutého DMR 5G.

Součástí tvorby modelu byla dále také specifikace geometrie objektů a definování překážek, neprůtočných a průtokově neaktivních oblastí.

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

Pro zpracování modelových výpočtů ustáleného nerovnoměrného proudění je zapotřebí na hranicích modelu zadat okrajové podmínky. Jako dolní okrajová podmínka byla zadána hodnota polohy hladiny. Začátek řešeného úseku je situován v ústí Olešky do Jizery. Okrajová podmínka byla po dohodě s objednatelem specifikována jako poloha hladiny v Jizeře při povodni se stejnou N-letostí.

Na horním okraji modelu byla zadána hodnota průtoku pro jednotlivé řešené průtokové stavy. V místech významných přítoků je provedena odpovídající změna průtoku.

Počáteční podmínka se pro řešení ustáleného proudění nezadává.

5 Popis numerického modelu

5.1 Použité programové vybavení

Ke stanovení průběhů hladin v Jizerce při řešených průtokových stavech byl použit jednorozměrný model HEC-RAS (HEC-RAS River Analyzing System, US Army Corps of Engineers, 2010). Jedná se o model pro řešení proudění ve větvené síti otevřených koryt.

Model vychází ze soustavy rovnic Saint Venanta ve tvaru:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = 0 \qquad \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(UQ)}{\partial x} + gA \left(\frac{\partial h}{\partial x} - S_0 \right) + gAS_f = 0,$$

kde Q je průtok [m^3s^{-1}], A průtočná plocha příčného řezu [m^2], $U = Q/A$ je střední průřezová rychlost [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$], h je hloubka vody [m], S_0 je sklon dna [-], S_f je sklon čáry energie [-] a g je gravitační zrychlení [$\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$].

Sklon čáry energie S_f reprezentuje celkové hydraulické odpory, které kromě tření na dně zahrnují i vlivy turbulence proudění, nerovnoměrnosti rychlostního pole v příčném řezu, prostorové efekty proudění apod.

Model byl vyvinut v US Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center. Při řešení ustáleného proudění model používá metodu po úsecích podle rovnice

$$H_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 \cdot V_2^2}{2g} = H_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 \cdot V_1^2}{2g} + h_e$$

$$h_e = L \cdot \overline{S_f} + C \cdot \left| \frac{\alpha_2 \cdot V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 \cdot V_1^2}{2g} \right|$$

kde indexy 1 a 2 označují dva sousední profily. Další označení představuje :

H_1, H_2	=	hloubky vody
Z_1, Z_2	=	poloha dna
V_1, V_2	=	průměrné rychlosti
α_1, α_2	=	rychlostní součinitel
g	=	gravitační zrychlení
h_e	=	ztrátová výška
L	=	délka úseku
S_f	=	sklon čáry energie
C	=	koeficient kontrakce

Model je schopen modelovat jak říční, tak bystřinné proudění, popřípadě kombinace obou. V rámci modelu lze použít obecný tvar příčných profilů, které lze členit v příčném směru na dílčí části (koryto a inundace, případně podrobněji) a geometrický popis příčného řezu lze doplnit o specifikaci neprůtočných bloků, neaktivních ploch a bočních přelévacích hrází. Model má velmi podrobně propracovanou metodiku modelování řady různých typů objektů (zejména propustků a mostů) a jejich kombinací. Objekty se zadávají přímo popisem geometrie a příslušných hydraulických parametrů.

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

5.2 Vstupní data numerického modelu

Pro vytvoření jednorozměrného modelu proudění vody v zájmové oblasti je zapotřebí kompletní sestava vstupních dat, která je možné rozčlenit do následujících skupin:

- data popisující geometrii daného území (mapové a geodetické podklady, ortofotomapy),
- data popisující charakter povrchu (letecké snímky, podrobná rekognoskace území),
- hydrologická data,
- hydrotechnické podklady,
- kalibrační podklady,
- další podklady.

Data popisující geometrii toku zahrnují příčné profily zaměřené či doplněné na základě digitálního modelu terénu. Charakteristiky povrchu řešeného území byly stanoveny na základě podrobné terénní rekognoskace a na základě leteckých ortofotografií.

Hydrologická data, specifikující hodnoty průtoků v řešeném území byla získána od ČHMÚ.

Mezi další využívané podklady patří TPE toku a původní studie záplavových území. Kalibrační podklady nebyly v řešeném území k dispozici.

5.2.1 Morfologie vodního toku a záplavového území

V řešeném úseku je inundační území poměrně úzké. V extravilánu je niva tvořená loukami, v intravilánu se vyskytují zahrady s ploty.

Koryto má v převážné části území přirozený charakter.

V úseku se vyskytuje značné množství objektů – mostů a jezů.

V níže uvedeném výčtu objektů jsou uvedeny údaje obsažené v aplikaci 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“.

Jezy v zájmovém území :

- 400047236, JEZ, Ústí u St. Paky I, ř. km 20,401
- 400047257, JEZ, Stará Paka I, ř. km 23,030

Mosty a lávky v zájmovém území :

- 400047234, MOST, Ústí u St. Paky silnice, ř. km 19,966
- 400047237, MOST, Ústí u St. Paky-přístupový, ř. km 20,405
- 400047238, MOST, Ústí u St. Paky-vjezd do závodu, ř. km 20,496
- 400047239, MOST, Ústí u St. Paky místní kom., ř. km 20,601
- 400047240, MOST, Ústí u St. Paky-železnice, ř. km 20,632
- 400047241, MOST, Ústí u St. Paky-lávka, ř. km 20,647
- 400047244, MOST, Ústí u St. Paky silnice, ř. km 20,856
- 400047246, MOST, Roškopov-místní můstek, ř. km 21,289
- 400047247, MOST, Roškopov silnice, ř. km 21,566
- 400047248, MOST, Roškopov-lávka, ř. km 21,807
- 400047251, MOST, Roškopov místní komunikace, ř. km 22,212
- 400047252, MOST, Roškopov-lávka, ř. km 22,331
- 400047255, MOST, Roškopov místní komunikace, ř. km 22,760
- 400047256, MOST, Stará Paka-lávka, ř. km 22,918
- 400047263, MOST, Stará Paka silnice, ř. km 23,129
- 400047266, MOST, Stará Paka místní komunikace, ř. km 23,269
- 400047267, MOST, Stará Paka cesta, ř. km 23,586

5.2.2 Drsnosti hlavního koryta a inundačních území

Hydraulická drsnost je v modelu zadávána pomocí Manningova drsnostního součinitele. Hodnoty tohoto součinitele pro koryto a inundační území byly při absenci kalibračních podkladů specifikovány v souladu s údaji z odborné literatury a na základě zkušeností zpracovatele s přihlédnutím k výsledkům kalibrace obdobných vodních toků. Hodnoty byly zadávány na základě provedené terénní rekognoskace a s využitím ortofotografií.

Charakter území	Manningův drsnostní součinitel n
koryto řeky	0,03 – 0,05
louky, pole	0,06 – 0,09
hustá břehová vegetace	0,08 - 0,12
udržované travnaté plochy	0,045
silnice	0,04
zahrady s ploty	0,14 - 0,18

5.2.3 Hodnoty okrajových podmínek

Při hydrotechnických výpočtech byl numerický model zatěžován požadovanými průtoky získanými od ČHMÚ. Změny velikosti zadávaných průtoků byly zadávány jednak v místech významných přítoků a jednak v úsecích s výraznější změnou celkového průtoku bez významného přítoku (přítok z mezipovodí). V takových úsecích byla změna průtoku plynuleji rozložena podél celé délky úseku a přizpůsobena tak předpokládanému skutečnému průběhu dotace z mezipovodí. Přehled použitých průtokových okrajových podmínek uvádí tabulka 1a.

Tabulka 1a - Hodnoty průtokových okrajových podmínek

Typ okrajové podmínky	Úsek toku (km od - do)	Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀	Poznámka
hodnota průtoku [m ³ s ⁻¹]	17,017 –20,113	35,4	58,9	93,1	135,0	
hodnota průtoku [m ³ s ⁻¹]	20,113 –23,290	27,4	45,6	72,1	105,0	
hodnota průtoku [m ³ s ⁻¹]	23,290 - 24,039	18,5	30,9	49,1	71,7	

Při specifikaci dolních okrajových podmínek pro polohu hladiny v místě zaústění do Jizery byly uvažovány polohy hladiny v Jizeře pod soutokem při průtocích stejných N-letostí jako u průtoků v Olešce. Přitom se vycházelo z hodnot hladin poskytnutých zpracovatelem studie odtokových poměrů Jizery. Polohy hladin jsou uvedeny v tabulce 1b.

Tabulka 1b – Hodnoty dolní okrajové podmínky

Typ okrajové podmínky	ř. km	Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₅₀₀	Poznámka
Dolní okrajová podmínka v podobě úrovně hladiny [m n. m.]	0,000	318,21	318,68	319,09	319,45	ústí do Jizery

5.2.4 Hodnoty počátečních podmínek

Počáteční podmínka nebyla specifikována z důvodu řešení ustáleného proudění.

5.2.5 Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat

Podklady poskytnuté pro sestavení numerického modelu proudění vody byly pro daný účel zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik postačující. Použití výsledků pro jiné účely (zejména návrhy protipovodňových opatření a další činnosti opírající se o konkrétní úrovně hladin) není vhodné bez uvážení souvisejících nejistot a bez případného doplnění a upřesnění vstupních podkladů a samotného výpočetního modelu.

Teoretické výstupy získané pomocí numerického modelu jsou obecně zatíženy nejistotami, které souvisejí s přijatými předpoklady a zjednodušeními, s metodou řešení a také s přesností vstupních dat. Nejistoty řešení vyplývají z nepřesnosti digitálního modelu reliéfu (zhotovitel DMR 5G uvádí úplnou střední chybu výšky 0,18 m v odkrytém terénu a 0,3 m v zalesněném terénu) a dále z přijaté modelové aproximace. Další podstatné nejistoty ve stanovení polohy hladiny vyplývají z nahodilosti jevů, které při průchodu povodně nastávají. Numerické řešení neuvažuje dynamické vlivy proudění, předpokládá se volný průtok mostními objekty, které mohou být při povodni zaneseny plávim apod.

Výstupy jednorozměrného modelu jsou hodnoty polohy hladiny a hodnoty průměrných rychlostí v jednotlivých výpočetních profilech. Interpolace těchto hodnot mezi profily, prováděné pro účely sestavení povodňových map, vedou k dalším nepřesnostem.

Skutečné průběhy hladin se mohou měnit v závislosti na konkrétních hydrologických podmínkách, použité manipulaci na objektech a aktuálním stavu koryta a inundačního území při konkrétní povodňové situaci. Zejména v souvislosti s případným omezením průtočnosti objektů na toku částečným či úplným ucpáním, resp. v souvislosti s porušením hrází a jiných objektů, mohou hladiny dosáhnout vyšších úrovní, než ukazují výsledky teoretických výpočtů.

5.3 Popis kalibrace modelu

Pro kalibraci modelu nebyly k dispozici žádné podklady. Jediný orientační verifikační podklad představují údaje o měrné křivce limnigrafické stanice Slaná. Zpracovatel měl prostřednictvím pořizovatele k dispozici dvě verze měrné křivky – křivku 560 (platnou v době zpracování modelu v rámci předchozí studie ZU) a křivku 564 (křivka platná v současné době). Obě křivky přitom vykazují vzájemně značné rozdíly.

Vzhledem k rozdílům obou podkladů a po porovnání s původním i aktualizovaným modelem se zpracovatel rozhodl při orientační verifikaci důvěřovat spíše starší měrné křivce 560, pro kterou činí rozdíl mezi modelovými výsledky a údaji dle měrné křivky 16 cm u průtoku Q_5 a 3 cm u průtoku Q_{20} . Vyšší průtoky (Q_{100} a Q_{500}) se již nacházejí mimo rozsah použité měrné křivky a navíc se u nich uplatňuje vzdutí níže ležících objektů, obdobná orientační verifikace jako u nižších průtoků u nich tedy není možná.

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 povodně. 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 územích obcí uvedené v následující tabulce.

Tabulka – Dotčené správní území obcí maximálním rozlivem

Kód ORP	Název ORP	Kód ICOB	Název obce
10512	Nová Paka	573507	Stará Paka

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 mapou 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 je 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. Problematika nejistot ve vstupních datech a jejich vliv na přesnost výsledků numerických výpočtů je podrobněji diskutována v kapitole 5.2.5.

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 povodni 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 hrázemi 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,

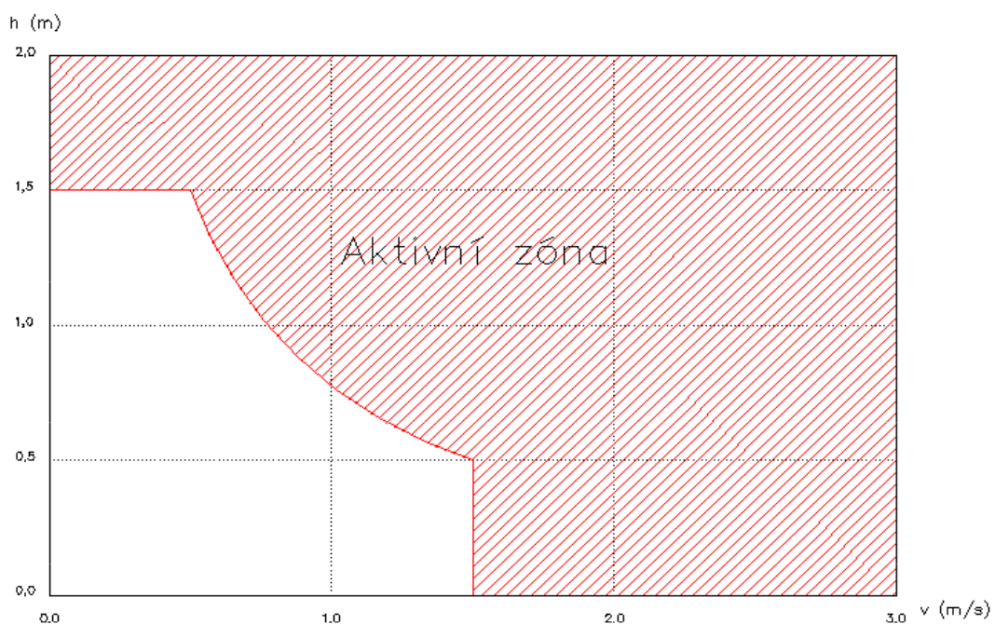
D) Stanovení rozšířené AZZU detailní 2D studií.

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

Vymezení aktivní zóny záplavového území bylo zhotoveno na základě kombinace 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.