



OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti

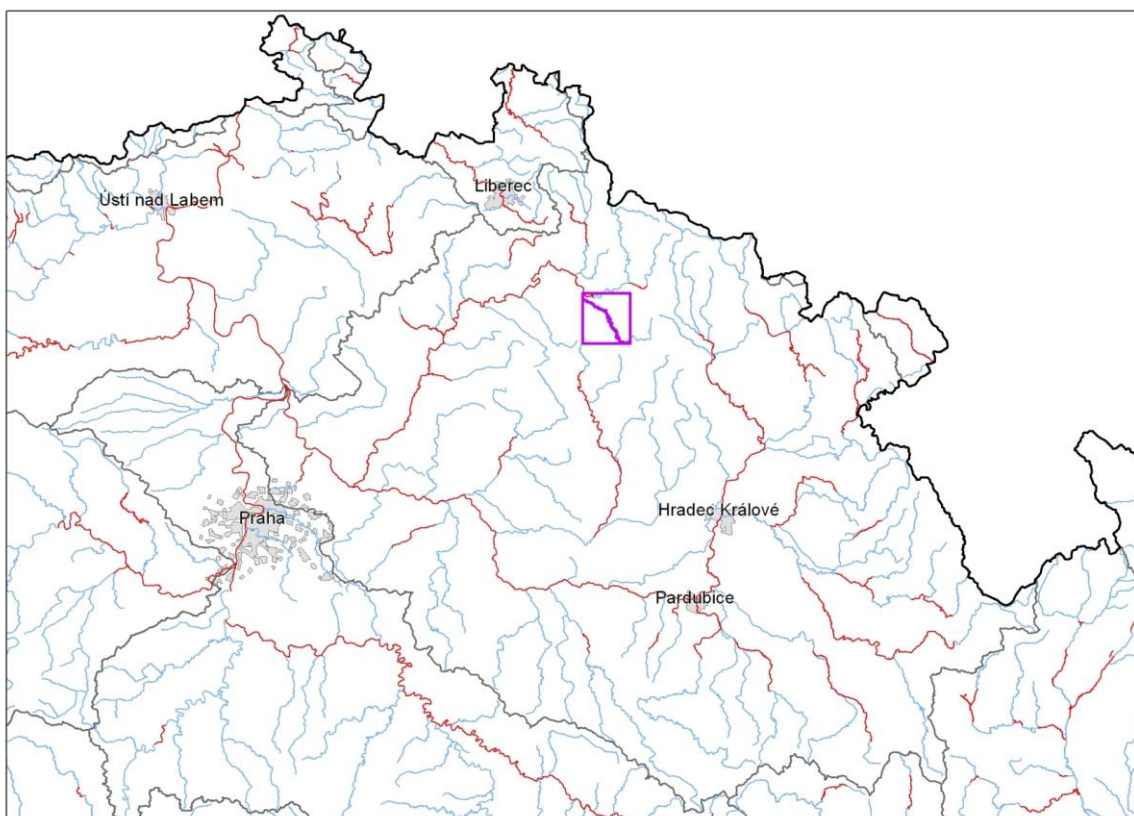
Pro vodu,
vzduch a přírodu

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

DÍLČÍ POVODÍ HORNÍ A STŘEDNÍ LABE

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

OLEŠKA – 10100132_1- Ř. KM 0,000 – 24,000 (PL-26)



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 HORNÍ A STŘEDNÍ LABE

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

OLEŠKA – 10100132_1- Ř. KM 0,000 – 24,000 (PL-26)

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:



Hydro Expert spol. s r.o.
Nad Šárkou 100
Praha 6
160 00

V PRAZE, PROSINEC 2012.

Obsah:

1	Základní údaje	7
1.1	Seznam zkratk a symbolů	7
1.2	Cíle prací	7
1.3	Předmět práce	7
1.4	Postup zpracování a metoda řešení	7
2	Popis zájmového území	8
2.1	Všeobecné údaje	9
2.2	Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)	9
3	Přehled podkladů	10
3.1	Topologická data	10
3.1.1	Vytvoření (aktualizace) DMT	10
3.1.2	Mapové podklady	10
3.1.3	Geodetické podklady	11
3.2	Hydrologická data	11
3.3	Místní šetření	12
3.4	Doplňující podklady – technické a provozní informace, zprávy, studie, dokumenty, literatura	12
3.5	Normy, zákony, vyhlášky	12
3.6	Vyhodnocení a příprava podkladů	12
4	Popis koncepčního modelu	13
4.1	Schematizace řešeného problému	13
4.2	Posouzení vlivu nestacionarity proudění	13
4.3	Způsob zadávání OP a PP	13
5	Popis numerického modelu	14
5.1	Použité programové vybavení	14
5.2	Vstupní data numerického modelu	15
5.2.1	Morfologie vodního toku a záplavového území	15
5.2.2	Drsnosti hlavního koryta a inundačních území	16
5.2.3	Hodnoty okrajových podmínek	17
5.2.4	Hodnoty počátečních podmínek	17
5.2.5	Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat	18
5.3	Popis kalibrace modelu	18
6	Výstupy z modelu	19
6.1	Záplavové čáry pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	19
6.2	Hloubky pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	19
6.3	Rychlosti pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	19
6.4	Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů	20

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: 1-05-01-035
 1-05-01-037
 1-05-01-041
 1-05-01-045
 1-05-01-053
 Začátek zájmového úseku: ř.km 0,000
 Konec zájmového úseku: ř.km 24,000

Významné přítoky: Kunderatický potok ř. km 9,699
 Tampelačka ř. km 17,023
 Popelka ř. km 20,624
 Rokytka ř. km 23,323

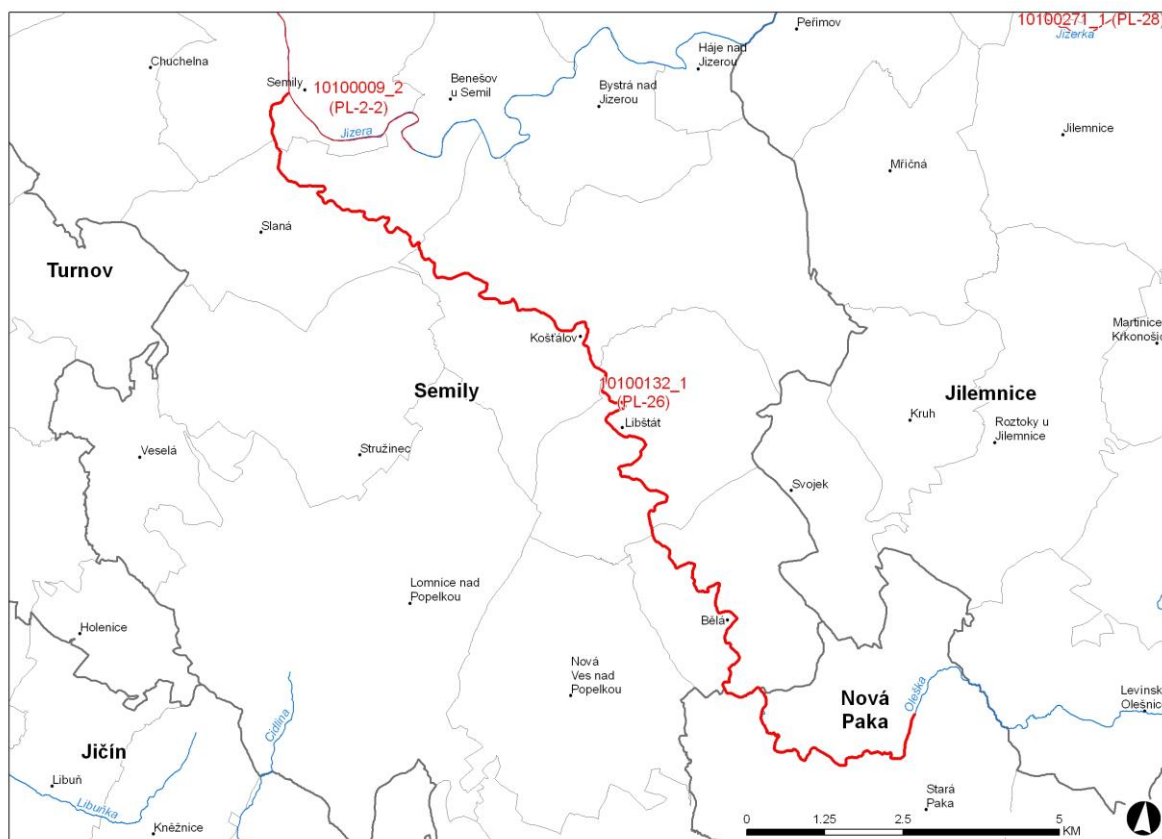
V zájmovém úseku Olešky se nevyskytují žádná významná vodní díla.

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.

Ríční kilometrů 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.

Přehledná mapa řešeného území



2.1 Všeobecné údaje

Zájmové území je vymezeno kilometrží vodního toku (ř. km) 0,000 až 24,000. Jedná se o digitální kilometrží (DKM), která byla společně s říční osou poskytnuta podnikem Povodí Labe, státní podnik. Tato 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.

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 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.
Nad Tampelačkou	19. 11. 2011	17,023	35,4	58,9	93,1	135,0	III.
Nad Kundratickým	19. 11. 2011	9,699	44,7	73,5	115,0	166,0	III.
ústí do Jizery	19. 11. 2011	0,000	55,0	89,3	138,0	197,0	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 větevné síti otevřených koryt.

Model vychází ze soustavy rovnic Saint Venanta ve tvaru:

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

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

400047169, JEZ, Semily, ř. km 1,017
400047178, JEZ, Bořkov, ř. km 4,007
400047188, JEZ, Košťálov, ř. km 7,097
400047201, JEZ, Libštát, ř. km 10,592
400058184, JEZ, Libštát, ř. km 12,260
400047212, JEZ, Bělá I, ř. km 14,578
400047219, JEZ, Bělá II, ř. km 16,185
400047233, JEZ, Ústí-zbytky jezu, ř. km 19,182
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 :

400047161, MOST, Semily-cesta, ř. km 0,026
400047166, MOST, Semily-přístupový, ř. km 0,400
400047168, MOST, Semily, ř. km 0,490
400047171, MOST, Semily silnice, ř. km 1,300
400047174, MOST, Slaná-lávka, ř. km 1,698
400047175, MOST, Bořkov-místní můstek, ř. km 2,022
400047176, MOST, Bořkov silnice, ř. km 3,190
400047180, MOST, Bořkov, ř. km 4,415
400047187, MOST, Košťálov silnice, ř. km 7,017
400047190, MOST, Košťálov-lávka, ř. km 7,611
400047191, MOST, košťálov-ke garážím, ř. km 8,185

400047192, MOST, Košťálov-lávka, ř. km 8,490
400047193, MOST, Košťálov, ř. km 8,730
400047194, MOST, Košťálov místní komunikace, ř. km 9,047
400047195, MOST, Košťálov-místní můstek, ř. km 9,437
400047197, MOST, Libštát silnice, ř. km 9,815
400047198, MOST, Libštát-přístupová komunikace, ř. km 9,935
400047199, MOST, Libštát-lávka, ř. km 10,181
400047200, MOST, Libštát-lávka, ř. km 10,555
400047203, MOST, Libštát místní komunikace, ř. km 10,790
400047205, MOST, Libštát-lávka, ř. km 11,364
400047207, MOST, Libštát silnice, ř. km 11,595
400047208, MOST, Libštát železnice, ř. km 12,297
400047210, MOST, Libštát místní komunikace, ř. km 13,010
400047211, MOST, Libštát cesta, ř. km 13,442
400047214, MOST, Bělá cesta, ř. km 14,997
400047215, MOST, Bělá železnice, ř. km 15,110
400047217, MOST, Bělá místní komunikace, ř. km 15,388
400047218, MOST, Bělá-lávka, ř. km 16,075
400047223, MOST, Bělá-lávka, ř. km 16,300
400047224, MOST, Bělá silnice, ř. km 16,840
400047225, MOST, Bělá železnice, ř. km 16,998
400047227, MOST, Bělá silnice, ř. km 17,101
400047228, MOST, Bělá místní komunikace, ř. km 17,732
400047229, MOST, Bělá železnice, ř. km 17,917
400047230, MOST, Bělá cesta, ř. km 17,928
400047231, MOST, Bělá-lávka, ř. km 19,130
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]	0,000 – 6,855	55,0	89,3	138,0	197,0	
hodnota průtoku [m ³ s ⁻¹]	6,855 – 9,742	49,5	81,5	126,0	181,0	
hodnota průtoku [m ³ s ⁻¹]	9,742 – 13,539	44,7	73,5	115,0	166,0	
hodnota průtoku [m ³ s ⁻¹]	13,539 – 17,017	43,4	71,0	112,0	161,0	
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 plávmi 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 rozdílu 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 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 územích obcí uvedené v následující tabulce.

Tabulka – Dotčené správní území obcí maximálním rozlivem

Kód ORP	Název ORP	Kód ICOB	Název obce
14724	Semily	576964	Semily
14724	Semily	577529	Slaná
14724	Semily	577235	Košťálov
14724	Semily	577294	Libštát
14724	Semily	576972	Bělá
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.