

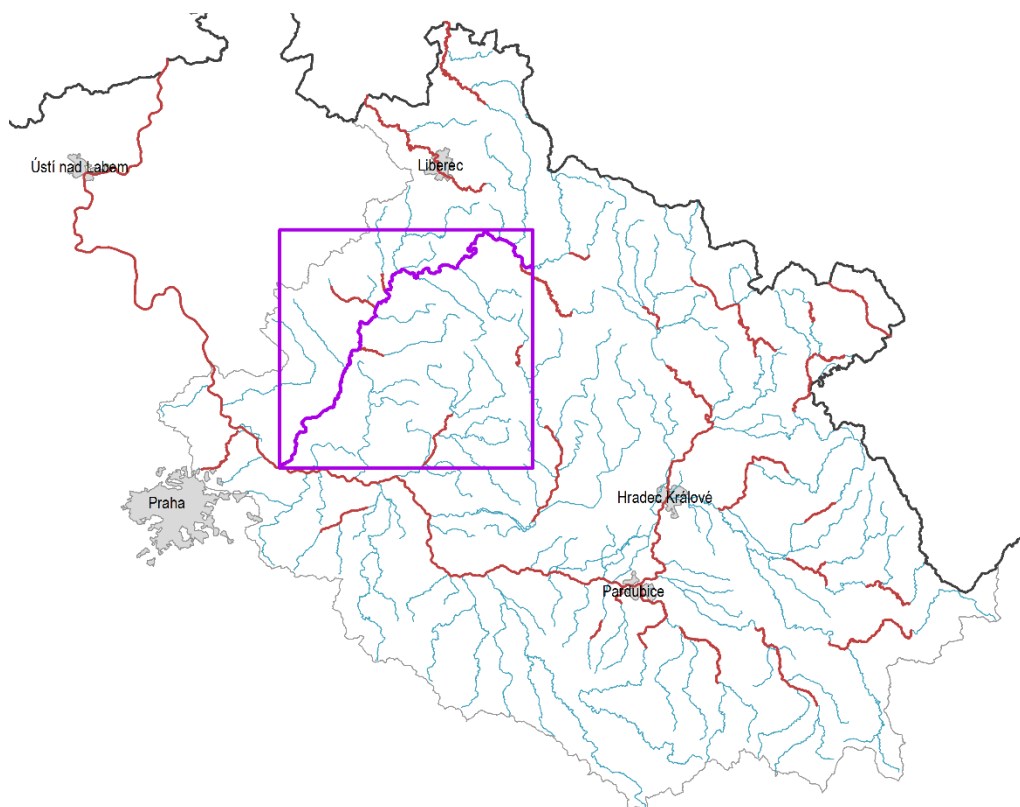


Analýza oblastí s významným povodňovým rizikem v územní působnosti státního podniku Povodí Labe včetně návrhů možných protipovodňových opatření (podklad k Plánu pro zvládání povodňových rizik v povodí Labe)

DÍLČÍ POVODÍ HORNÍHO A STŘEDNÍHO LABE

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

JIZERA – HSL 04-01 - (10100009) - Ř. KM 104,00 – 110,000



listopad 2019

Analýza oblastí s významným povodňovým rizikem v územní působnosti státního podniku Povodí Labe včetně návrhů možných protipovodňových opatření (podklad k Plánu pro zvládnání povodňových rizik v povodí Labe)

DÍLČÍ POVODÍ HORNÍHO A STŘEDNÍHO LABE

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

JIZERA – HSL 04-01 - (10100009) - Ř. KM 0,000 – 110,000

Pořizovatel:



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

Zhotovitel: Společnost „VRV + SHDP + DHI“, jejímiž společníky jsou



Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s.
Nábřežní 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

Řešitel:



Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s.

Nábřeží 4

Praha 5

150 56



DHI a.s.

Na Vrších 1490/5

Praha 10

100 00

V Praze, listopad 2019

Obsah:

1	Základní údaje	7
1.1	Seznam zkratk a symbolů.....	7
1.2	Cíle prací.....	7
1.3	Postup zpracování a metoda řešení	8
2	Popis zájmového území	9
2.1	Všeobecné údaje	11
2.2	Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)	11
3	Přehled podkladů	12
3.1	Topologická data.....	13
3.1.1	Vytvoření (aktualizace) DMT	13
3.1.2	Mapové podklady.....	14
3.1.3	Geodetické podklady	14
3.2	Hydrologická data	15
3.3	Místní šetření	15
3.4	Doplňující podklady – technické a provozní informace, zprávy, studie, dokumenty, literatura.....	16
3.5	Normy, zákony, vyhlášky	16
3.6	Vyhodnocení a příprava podkladů	16
4	Popis koncepčního modelu	17
4.1	Schematizace řešeného problému.....	17
4.2	Posouzení vlivu nestacionarity proudění.....	18
4.3	Způsob zadávání OP a PP.....	18
5	Popis numerického modelu	19
5.1	Použité programové vybavení.....	19
5.2	Vstupní data numerického modelu.....	19
5.2.1	Morfologie vodního toku a záplavového území.....	19
5.2.2	Drsnosti hlavního koryta a inundačních území	20
5.2.3	Hodnoty okrajových podmínek	20
5.2.4	Hodnoty počátečních podmínek	21
5.2.5	Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat	21
5.3	Popis kalibrace modelu.....	21
6	Výsledky	23
6.1	Výstupy z hydrodynamických modelů	23
6.2	Mapy povodňového nebezpečí	28
6.3	Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů	28

1 Základní údaje

1.1 Seznam zkratek a symbolů

Zkratka	Vysvětlení
AKM	Administrativní kilometráž (Povodí Labe s.p.)
Bpv	Výškový systém Balt po vyrovnání
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
DMR5G	Digitální model reliéfu České republiky 5. generace
DMT	Digitální model terénu
DMT ATLAS	Software pro zpracování digitálního modelu terénu
DOP	Dolní okrajová podmínka
HOP	Horní okrajová podmínka
MPN	Mapy povodňového nebezpečí
MŘ	Manipulační řády jezů
S_JTSK	Souřadný systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
SOP	Studie odtokových poměrů
SZÚ	Studie záplavového území
ZABAGED®	Základní báze geografických dat – digitální topografický model
ZÚ	Záplavová území
2D model	Dvourozměrný matematický model proudění

1.2 Cíle prací

Cílem prací je vyjádření povodňového nebezpečí na základě stanovení těchto charakteristik průběhu povodně:

- rozsah zaplavovaného území,
- hloubky vody v zaplavovaném území,
- rychlosti proudění vody v zaplavovaném území.

Uvedené charakteristiky povodně budou stanoveny na základě výstupů z hydrodynamických modelů a zpracovány do podoby map povodňového nebezpečí.

Kroky nezbytné k dosažení cíle:

- zajištění 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).

1.3 Postup zpracování a metoda řešení

Pro účel studie byla zajištěna aktuální hydrologická data ČHMÚ:

- N-leté průtoky
- Data z povodně 2000
 - a. Kulminační průtoky a hladiny ve stanicích Železný Brod, Sovenice, Bakov, Předměřice a na přítocích Jizery v úseku železný Brod – Předměřice.
 - b. Hydrogramy z povodně 2000 v úseku železný Brod – Sovenice.
- Měrné křivky pro stanice na Jizeře: Železný Brod

Pro kalibraci byly k dispozici povodňové značky z historické povodně 2000 poskytnuté Povodím Labe s.p.

Pro potřeby 2D matematického modelu byl primárně využit digitální model terénu (DMT) zájmového území ve formátu Atlas DMT. Tento model vznikl sloučením tří základních zdrojů topologických dat – digitálního modelu dna koryta Jizery a bodů aktuálního celoplošného měření reliéfu DMR5G a bodů DMR4G. Dále byly zahrnuty aktuálně zaměřené nové útvary v zájmovém území (Jezy, Mosty).

Podklady na geodetické zaměření byly připraveny na základě místního šetření, které se uskutečnilo v listopadu 2018. Geodetické zaměření provedla firma Origeo s.r.o. v období leden–únor 2019.

Pro informace o manipulaci na objektech byly zajištěny manipulační řády objektů poskytnuté Povodím Labe s.p.

Jednalo se o sestavení nového 2D modelu.

Hydraulické charakteristiky proudění v zájmové oblasti toku byly simulovány dvourozměrným matematickým modelem HEC-RAS 5.0.7. Tento model pracuje s křivočarou výpočetní sítí, kterou bylo možné dobře přizpůsobit tvaru zájmového území.

Nad ortofoto-mapami příslušného území byla v programu HEC-RAS zkonstruována dvourozměrná křivočará výpočetní síť v takové šíři a rozsahu, aby plně pokryla ZÚ Jizery pro všechny simulované průtoky Q_N .

Tato síť a DMT byly použity při generaci terénu (batymetrie) zájmového území do 2D modelu.

Drsnosti ZÚ byly plošně rozděleny na základě klasifikace území v digitálním geografickém modelu ZABAGED® a místního šetření. Drsnosti ZÚ postupně upravovány dle kalibračních výpočtů, stejně tak jako drsnosti v korytě řeky.

Simulace byly provedeny ustálené pro průtokové stavy Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} , které byly zároveň horní (průtokovou) okrajovou podmínkou modelu.

Z dosažených výsledků ustálených simulací byly pro všechny průtokové stavy Q_N vygenerovány:

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

na základě kterých byly vytvořeny mapy povodňového nebezpečí.

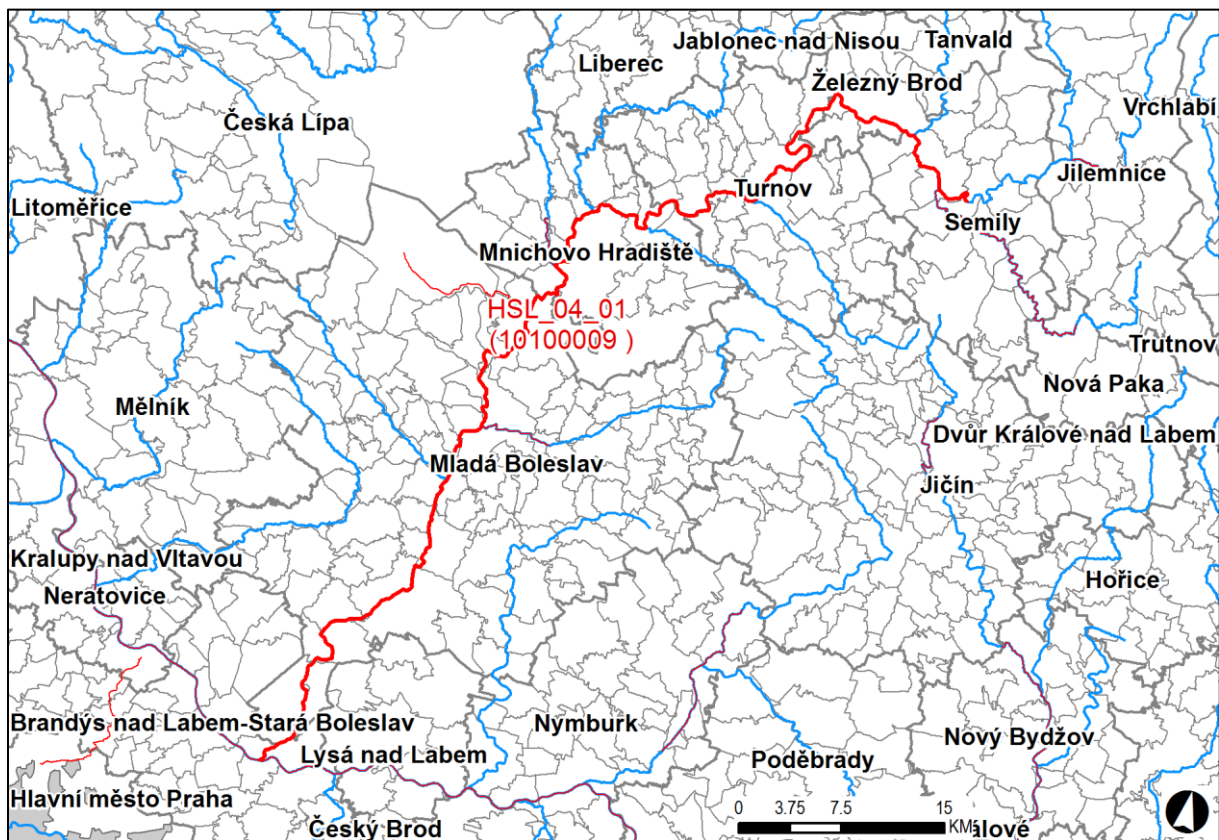
2 Popis zájmového území

Název toku:	JIZERA
ID úseku IDVT CEVT	HSL_04-01 (identifikátor vodního toku 10100009)
Číslo hydrologického pořadí toku:	1-05-01-024, 1-05-01-026
Říční kilometry začátku a konce úseku:	ř. km 104,000– 110,000 (nově zpracováno 2D modelem) ř. km 0,000– 110,000 (celková délka úseku)
Významná vodní díla:	- žádná
Významné přítoky:	Oleška 1-05-01-053

V rámci úseku HSL 04-01 je prezentována Jizera od ř.km 0,000 - 110,000, přičemž se v tomto úseku nachází výsledky z I. cyklu zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik v dílčích úsecích ř.km 0,000 - 83,000 a ř.km 83,000 - 104,000. Nový 2D model byl sestaven v úseku ř.km 104,000 - 110,000 a je ve zprávě popisován. Zprávy k úsekům s převzatými výsledky jsou převzaty a navazují na tuto zprávu.

Jizera je největším přítokem Labe nad soutokem s Vltavou. Pramení jihovýchodně od Smrku v Jizerských horách – má dvě zdrojnice: jednu (hlavní) na polské straně, ve výšce 885, druhou na našem území, ústí zprava do Labe u Toušeně ve výšce 169 m n. m.. plocha povodí je 2193,4 km², délka toku 163,9 km, průměrný průtok u ústí 23,9 m³.s⁻¹ (průměrný průtok v profilu – Železný Brod je 16,6 m³.s⁻¹). Největší tok na území Libereckého kraje, který zprvu protéká územím CHKO Jizerské hory, dále po hranici Krkonošského národního parku, poté Jilemnickým a Železnobrodským Podkrkonoším, níže přetíná Ještědsko-kozákovský hřbet a u Turnova vstupuje do otevřeného rovinného terénu, které tok doprovází v celé délce mimo území Libereckého kraje.

Významný vodní tok, až k Dolánkám pstruhová voda, vodácké využití. Je zdrojem pro úpravnu pitné vody v profilu Benátky nad Jizerou a zejména Sojovice. Hlavní vodárna v Káraném pak je jednou z hlavních zásobáren pitné vody pro Prahu. Tok Jizery je na průtoku krajem většinou přirozený, bez rozsáhlejších regulací. Nejhořejší část na území NPR Rašeliniště Jizery představuje unikátní fenomén náhorního meandrujícího toku s výraznými šterkovitými náplavy obklopenými největším rašeliništním komplexem v Jizerských horách, východně od osady Jizerka tok nabývá bystřinný charakter s balvanitým řečištěm. Až k Turnovu se střídají úseky s poměrně výrazným spádem a kamenitým řečištěm s klidnějšími úseky, místy umělého charakteru (jezy), břehy jsou obvyklé srázné až skalnaté. Výrazným geomorfologickým útvarem je tzv. soutěska pod Bítouchovem u Semil, původně velmi úzká, ve 2. polovině 19. století odstřelem rozšířená do dnešní podoby. V nedávné minulosti platila Jizera za jeden z našich nejčistějších toků (do Semil II. třída čistoty, níže III.), v současnosti je ale již celý tok veden ve III. třídě.



Obrázek – Vymezení řešené oblasti s významným povodňovým rizikem

2.1 Všeobecné údaje

Posuzovaný úsek toku Jizery byl určen od ř.km 0,000 do ř.km 110,000 dle kilometráže poskytnuté pořizovatelem a přesně vymezen zadanými souřadnicemi S JTSK začátku a konce toku:

začátek úseku: $x = -720\,680.83$ $y = -1\,036\,440.92$
konec úseku: $x = -669\,079.42$ $y = -995\,723.50$

Vymezený úsek je rozdělen na dva dílčí úseky, z něhož jeden úsek je posuzované nově a jeden zůstal nezměněn.

1.úsek: ř.km 0,000 – 104,000 - ústí do Labe - Semily

Úsek nezměněn, výstupy převzaty z 1. cyklu

začátek úseku: $x = -720\,680.83$ $y = -1\,036\,440.92$ (ústí, ř.km 0,000)
konec úseku: $x = -672\,231.75$ $y = -993\,195.69$ (Semily, ř km 104,000)

2.úsek: ř.km 104,000 – 110,000 - Semily

začátek úseku: $x = -672\,231.75$ $y = -993\,195.69$ (Semily, ř km 104,000)
konec úseku: $x = -669\,079.42$ $y = -995\,723.50$ (Semily, ř km 110,000)

Větší sídelní celky v zájmové území jsou Benešov u Semily, Semily a Bítouchov. Vodní síla Jizery byla využívána odpradávná, v novějších dějinách především při výrobě v textilních továrnách. Spád toku má potenciál i k energetickému využití – časté jsou objekty malých vodních elektráren.

2.2 Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)

Mezi zdokumentované největší historické povodně na Jizeře patří velké vody z let 1941, 1978 a 2000.

V roce 2000 byly hlavními faktory povodně intenzivní srážky a rychlé tání sněhu. Povodňový průtok, který tato situace vyvolala, měl v Jizeře největší vodnost v úseku Železný Brod – ústí do Labe, a to s dobou opakování 50 až 100 let. K povodni 2000 existuje nejrozsáhlejší zpracovaný soubor povodňových značek po celé délce toku a v rámci zpracování byla použita jako kalibrační.

3 Přehled podkladů

V souladu s vyhláškou č. 236/2002 sb. byly použity pro zpracování návrhu záplavového území tyto podklady. Pravidla pro citace podkladů se řídí dle ČSN ISO 690 (01 0197).

Hydrologické podklady:

- Hodnoty N-letých průtoků (ČHMÚ, 2018)
- Bilance povodně 2000 (ČHMÚ, 2013)

Topologické podklady:

- DMT (DHI, a.s., 2012)
- DMR5G (ČÚZK, a.s., 2011)
- DMR4G (ČÚZK, a.s., 2011)
- ORTOFOTO v digitální podobě (geoportál CENIA)
- ZABAGED v digitální podobě (Povodí Labe. s.p.)

Geodetické podklady:

- Tachymetrické zaměření koryta Jizery v ř. km 104,00 – 110,00 (Origeo s.r.o., 2019)

Další podklady:

- Říční kilometráž (digitální, Povodí Labe, s.p.)
- Osa toku (digitální, Povodí Labe, s.p.)
- Povodňový model Jizera, v úseku ústí do Labe – Semily (DHI Hydroinform, a.s. 2013)
- Kalibrační podklady – zaměření popovodňových značek 2000 (Povodí Labe, s.p.) – březen 2002
- Fotodokumentace a odborné poznatky z terénního šetření (DHI Hydroinform, a.s., 2002 a DHI, a. s. 2012, 2018)
- Souhrnná zpráva o povodni v březnu 2000 v uceleném povodí Labe (Povodí Labe, s.p.)
- Manipulační řády pro pohyblivé jezy a MVE na Jizeře (Povodí Labe, s.p.)

3.1 Topologická data

Topologická data jsou základním zdrojem, který je potřebný pro sestavení hydrodynamického modelu. Pomocí nich je možné popsat řešené území, sestavit digitální model terénu a vytvořit vhodnou schematizaci modelu. Jednotlivé topologické podklady jsou popsány v následujících kapitolách.

3.1.1 Vytvoření (aktualizace) DMT

Pro vytvoření modelu záplavového území byl použit *Digitální model reliéfu ČR 5, generace (DMR 5G)*, který 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, H s úplnou střední chybou výšky 0,14 m (ČUZK, a.s., 2011), podrobné body byly předány v ASCII formátu.

Dno Jizery bylo aktuálně podrobně tachymetricky zaměřeno v období leden–únor 2019 (Origeo s.r.o.) zpracovateli byla předána bodová pole a linie břehů v souřadnicích JTSK ve formátech *.dwg a *.txt. Objekty na toku byly v rámci měření částečně zaměřeny (pilíře mostů, jezů) a některé objekty (Lávka ID 46190, mosty na Olešce) byly doplněny ze zpracování Povodňového modelu Jizery (DHI a.s., 2002) a ze stanovení záplavového území 2010 – zahuštění geodetických podkladů z roku 2004 (Geošrafo s.r.o., 2011). Nově rekonstruované (cyklostezka v Semilech) objekty byly aktualizovány dle dodané dokumentace.

Zpracovatel studie si uvedená topologická data pro DMT převedl pro vlastní potřeby do softwaru DMT ATLAS.

DMT je prostorová plocha, která (podle kvality zadání) kopíruje skutečný (zaměřený) nebo projektovaný terén. Vzniká na základě zadaných 3D bodů nebo linií. Zadanými body plocha prochází, mimo ně se dopočítává podle matematických vzorců tak, aby se blížila skutečnosti – výpočet není založen na lineární interpolaci, ale modeluje hladký „oblý“ terén. Tam, kde je to na závadu, lze doplnit terénní „povinné“ hrany.

V DMT ATLAS bylo nejprve detailně vymodelováno koryto Jizery včetně objektů a následně bylo vloženo do modelu inundačního území vytvořeného z DMR 5G a DMR 4G. Trojúhelníková síť DMT byla na závěr převedena na georeferencovaný *.tiff s velikostí pixelu 0,5m x 0,5m, DHI a.s., (2019).

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

3.1.2 Mapové podklady

Bylo využito informací ze základní báze geografických dat ZABAGED®, což je digitální geografický model území České republiky (ČR) na úrovni podrobnosti Základní mapy ČR 1:10 000 (ZM 10). ZABAGED® je součástí informačního systému zeměměřictví a patří mezi informační systémy veřejné správy. Je vedena v podobě bezešvé databáze pro celé území ČR v centralizovaném informačním systému spravovaném Zeměměřickým úřadem. Polohopisná část **ZABAGED®** obsahuje dvourozměrně vedené (2D) prostorové informace a popisné informace o sídlech, komunikacích, rozvodných sítích a produktovodech, vodstvu, územních jednotkách a chráněných územích, vegetaci a povrchu, terénním reliéfu.

Nedílnou součástí při konstruování výpočetní sítě byly v r. 2004–2006 aktualizované **ORTOFOTOMAPY ČR** – obdélníky 2,5 x 2,0 km ve formátu TIF, se stranami rovnoběžnými se souřadnicovými osami S-JTSK. Předané soubory TIF mají velikost 2500x2000, rozlišení 96 x 96 DPI, hloubku barev 24 bit/pixel.

Dále byla využívána aktuální ortofotomapa **CENIA** na Geoportálu INSPIRE (česká informační služba MŽP).

Všechny souřadnice jsou v polohopisném systému S_JTSK.

3.1.3 Geodetické podklady

V rámci projektu bylo pořízeno nové zaměření dna Jizery v ř. km 104,00 – 110,00. Dno Jizery bylo aktuálně podrobně tachymetricky zaměřeno v období leden–únor 2019. Metodika měření byla stanovena tak, aby výsledkem nového zaměření bylo bodové pole a zlomové linie břehů, které dostatečně charakterizují reliéf dna pro vytvoření DMT a potřeby detailního 2D hydraulického modelu Jizery.

Zaměření provedla firma Origeo s.r.o. Připojení do souřadnicového systému JTSK bylo provedeno napojením na pevně stabilizované polygonové pořady třídy přesnosti 3 z bodů PBPP a z bodů připojených metodou GPS. Připojení do výškového systému Bpv bylo provedeno z bodů GPS.

Všechny souřadnice jsou v polohopisném systému S_JTSK a výškovém Bpv.

3.2 Hydrologická data

Pro kalibraci 2D hydrodynamického modelu byla využita v rámci projektu nově upravená vyhodnocení povodně 2000 (ČHMÚ, 2013), měrné křivky v profilech Železný Brod.

Pro výpočet Q_N v matematickém modelu byly použity hodnoty průtoků z následně uvedených profilů dle ČHMÚ, předané Povodím Labe s.p.:

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 Oleškou	leden 2019	110,000	234	346	493	659	III.
Pod Oleškou	leden 2019	106,600	280	413	584	776	III.

3.3 Místní šetření

Základem terénního šetření byl podrobný průzkum veškerých objektů provedený zpracovatelem v r.2002 a podrobný průzkum inundačního území v Semilech z let 2002-2008.

Aktuální terénní šetření 11/2018 bylo zaměřeno na celou modelovanou oblast, tj. ř.km 104.00-110.00.

Stávající stav území ve vytipovaných oblastech (ústně předané, informace úsekových techniků) byl porovnán s poskytnutými podklady (DMR4G a DMR5G, měření, orthofoto, dokumentace objektů a staveb), byla pořízena fotodokumentace. Zjištěné změny byly zohledněny v modelu na základě nové dokumentace nebo zaměření. Výsledky terénního šetření byly využity při úpravách odporových koeficientů (drsností) v modelu. Z terénního šetření dále vyplynuly konkrétní požadavky pro nové zaměření dna a břehových oblastí Jizery.

Koryto Jizery je na většině délky zájmového úseku při březích lemováno vzrostlými stromy, svahy jsou porostlé křovisky a hustými travinami, v spodní části modelu, při Riegrově stezce, tvoří svahy skály. Koryto Jizery je v úseku při Benešově u Semil silně meandrující, v intravilánu Semil regulováno. V úseku při Benešově je koryto členité, vegetace zasahuje do koryta.

V intravilánu Semil jsou břehy Jizery tvořeny též stromy a křovinami, místy je na březích udržovaný travní porost či jiná úprava. Inundační území je v intravilánu měst tvořeno budovami a objekty občanského a průmyslového charakteru, travními a ostatními volnými plochami (hřiště, parkoviště, parky). V blízkosti Semil se při březích Jizery nacházejí četné zahrádkářské kolonie a garáže.

Zájmový tok protéká oblastmi významnými z hlediska ochrany přírody. Jedná se zejména o přírodní rezervaci Údolí Jizery u Semil a Bítouchova, kde se kolem Jizery vine Riegerova naučná stezka.

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

Jako doplňující podklady byla použita dokumentace změn aktuálně prováděných záměrů v zájmovém úseku toku, které nebyly podchyceny v DMR5G:

- MVE AXL – manipulační řád (Povodí Labe, s.p.)
- MVE Benešov – manipulační řád (Povodí Labe, s.p.)
- MVE Řeky – manipulační řád (Povodí Labe, s.p.)
- Pěší stezka a cyklostezka – technická zpráva, geodetický zaměření, dokumentace (Zeměměřičská pozemková kancelář s.r.o.)
- Revitalizace Hněvousice, geodetické zaměření, dokumentace, (Ing. Z. Hýzlar).
- Stanovení záplavového území 2010 – zahuštění geodetických podkladů z roku 2004 (Geošrafo s.r.o., 2011).

3.5 Normy, zákony, vyhlášky

Postupy zpracování studie byly v souladu s níže uvedenými dokumenty v jejich platném znění:

- [1] ČSN 75 0110 Vodní hospodářství – Terminologie hydrologie a hydroekologie
- [2] ČSN 75 1400 Hydrologické údaje povrchových vod.
- [3] Vyhláška č. 470/2001 Sb., kterou se stanoví seznam významných vodních toků a způsob provádění činností souvisejících se správou vodních toků.

3.6 Vyhodnocení a příprava podkladů

Poskytnuté topologické a hydrologické podklady plně pokryly zájmové území.

Za nedostatečné lze považovat nepřesnost DMR5G několika lokalit s nepřehledným terénem porostlým hustými křovisky a travinami, kde bylo zjištěno převýšení nad skutečným terénem (zaměřeným geodeticky v příčném profilu) o 2–3 m, většinou se však jednalo o lokální území, které netvořilo souvislou linii a tudíž zde nemohlo v DMT dojít k umělému zvyšování souvislých břehových hran (to by pak mohlo negativně zkreslit stanovení rozsahu ZÚ).

4 Popis koncepčního modelu

Základním požadavkem na zpracování záplavových území je provádění výpočtů metodou ustáleného nerovnoměrného proudění. Pro tento typ výpočtů byl zvolen program HEC RAS 5.0.7, který umožňuje sestavovat modely ve schematizaci 1D, 2D a kombinované 1D/2D.

HEC-RAS

Dvourozměrný matematický model popisuje reliéf toku ve správné topologii a v celé ploše (půdorysné) – zájmová oblast je pokryta sítí výpočetních bodů. Tato dvourozměrná horizontální schematizace předpokládá zjednodušení ve vertikálním směru – uvažuje rozdělení rychlosti po svislici jako konstantní a zanedbává vertikální složky rychlosti.

Na druhou stranu 2D model dává reálnou představu o zakřivené ploše hladiny v celém zájmovém území (např. při ustáleném proudění je hladina v neprotékaném inundačním území výše než v korytě) a umožňuje získat velmi detailní popis sledovaných hydraulických charakteristik (např. hloubek či směrů i velikostí rychlostí) včetně jejich plošného rozdělení.

Dvourozměrný matematický model neustáleného proudění HEC-RAS je založen na řešení Saint-Venantových diferenciálních rovnic (rovnice kontinuity a rovnice zachování hybnosti) metodou konečných objemů v jednotlivých bodech půdorysné výpočetní sítě. Model HEC-RAS pracuje v ekvidistantní, i neekvidistantní křivočaré síti; tzn. že jeho výpočetní síť lze, na rozdíl od pravoúhlých (obdélníkových) sítí, přizpůsobit tvaru území a tak omezit počet bodů a tím i velikost výpočetní matice. Neekvidistantní síť dále umožňuje zahuštění výpočetních bodů (tj. zmenšení velikosti výpočetních „buněk“) v oblastech, kde je třeba podrobněji modelovat reliéf terénu (např. objekty na toku), resp. v oblastech, kde požadujeme velmi detailní znalost výsledků. Model HEC-RAS využívá tzv. „high resolution subgrid model“, který umožňuje schematizaci terénu za pomoci relativně větších výpočetních buněk bez ztráty přesnosti.

4.1 Schematizace řešeného problému

Model HEC-RAS počítá metodou konečných objemů. Výpočetní síť, kterou používá model HEC-RAS byla popsána v kapitole 4. – „Popis koncepčního modelu“.

Výpočetní síť byla pro dostatečnou schematizaci zahuštěná v korytě, v okolí objektů (jezů, mostů), v okolí budov a při konstrukcích a v místech, které měly působit jako překážka pro proudící vodu (hráze, zdi). Velikost výpočetních prvků se lišila.

Mosty byly zpracovány do DMT kvůli nepřesnostem (nerealistické ztráty, vysoké vzdutí na mostech), které byly způsobené mechanismem výpočtu přelivu přes mosty při možnosti Full Momentum v modelu HEC-RAS. Šířka pilířů byla upravena při kalibraci hladin v modelu, na některých mostech byla také upravena drsnost koryta. Celkové ztráty na vtoku a výtoku byly stanoveny s využitím hydraulických vzorců pro výpočet ztrát při proudění mostními objekty.

Domy a bloky domů byly modelovány pomocí podstatně vyvýšeného terénu (nepřelitelné překážky); ploty a jiné překážky podobného charakteru byly simulovány pruhy zvýšené drsnosti.

Přítok Oleška byl v modelu schematizován cca 900 m od ústí do Jizery. Data o topologii koryta Olešky a mostech nacházejících se na tomto úseku byly převzaty ze stanovení záplavového území 2010 – zahuštění geodetických podkladů z roku 2004 (Geošrafo s.r.o., 2011). Rozšíření 2D modelu Jizery o topologii řeky Oleška, mělo za úkol zvýšit přesnost modelu, a tím líp namodelovat vliv vzdutí při povodni a odtokové poměry v oblasti ústí Olešky do Jizery.

Semilský náhon byl v modelu považován za neprůtočný, topologie koryta byla namodelovaná od Riegrova náměstí až po ústí do koryta Jizery.

Náhon ke strojovně a odpadní kanál od strojovny MVE Řeky byl v modelu považován za neprůtočný na základě informací z manipulačního řádu MVE Řeky, topologie náhonu a odpadního kanálu byla namodelována, jednalo se o prizmatický tvar koryta.

4.2 Posouzení vlivu nestacionarity proudění

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

Použitá metodika výpočtu charakteristik proudění nepočítá s vlivem neustáleného proudění na odtokové poměry (v souladu s Metodikou zpracování SZÚ). Výpočty jsou zpracovány metodou ustáleného proudění v souladu s požadavky objednatele.

Hydrologická data ČHMÚ (N-leté průtoky) jsou výsledkem metod, které se nezabývají postupem povodňové vlny daným územím ani její transformací. Hydrologické metody pro stanovení N-letých průtoků vycházejí z pravděpodobnostních analýz dlouhodobých řad pozorovaných vodních stavů (a z nich odvozených průtoků) v konkrétních profilech na toku, bez vazby na průběh (nestacionaritu) té které povodňové události v zájmovém území.

Výpočet charakteristik proudění metodou ustáleného proudění zcela odpovídá Metodice zpracování SZÚ, metodice pořizování hydrologických dat (N-letých průtoků) a především požadavkům Směrnice 2007/60/EC.

4.3 Způsob zadávání OP a PP

Horní okrajové podmínky – byly zadány na vstupu do výpočetní sítě v ř. km 110,281 a byly použity příslušné N-leté průtoky. Do modelu byl zanesen jeden významný přítok - Oleška v ř. km 106,549.

Dolní okrajové podmínky – byly převzaty z navazujícího úseku modelovaného v 1D.

Počáteční podmínky – kóty hladin ve všech profilech výpočetní sítě byly odvozeny z výsledků dříve provedených výpočtů ustáleného proudění a použity ve formě hotstartu (2013–1.cykus)

5 Popis numerického modelu

5.1 Použité programové vybavení

Pro simulaci ustáleného nerovnoměrného proudění byl použit dvourozměrný matematický model proudění v otevřeném korytě s inundačním územím HEC-RAS, verze 5.0.7.

Výstupem modelu HEC-RAS jsou primárně tyto charakteristiky proudění

- hodnoty úrovní hladiny vody

- vektory rychlostí (tj. směr a velikost vektorů rychlostí, nebo též možno vyjádřit pomocí velikosti podélné a příčné složky vektorů rychlostí) ve všech výpočetních bodech zájmové oblasti a pro všechny počítané časové kroky, 2D model tak dává reálnou představu o zakřivené ploše hladiny v celém zájmovém území (např. při ustáleném proudění je hladina v neprotékaném inundačním území výše než v korytě) i o rozdělení rychlostí v celé oblasti.

Charakteristiky proudění ovlivňují především reliéf terénu (tvar koryta, inundačního území, sklonové poměry) a odpory proudění (drsnot a tvarové odpory – zúžení, resp. rozšíření průtočného profilu, oblouky, obtékání překážek, proudění přes objekty apod.). Velkou pozornost je proto třeba věnovat přípravě souboru s geometrickými daty pro 2D model, neboť tento soubor v sobě obsahuje jak vlastní reliéf terénu, tak i veškerá data pro výpočet tvarových odporů.

5.2 Vstupní data numerického modelu

Při přípravě modelu v daném úseku byla vytvořena křivočará síť, která vymezuje oblast modelu. Z dostupných podkladů (viz kap. 3.1 Topologická data) byl sestaven digitální model terénu zájmové oblasti v modelu Atlas DMT. Hustota sítě (vzdálenost mezi výpočetními body) je proměnlivá. V oblasti koryta, budov, zdí a hráz byla výpočetní síť hustší než v záplavovém území mimo města. Pro potřeby studie je míra schematizace zájmového území dostatečně jemná pro podrobný popis prostorových jevů proudění v oblasti.

Domy a bloky domů byly modelovány pomocí podstatně vyvýšeného terénu (nepřelitelné překážky); ploty a jiné překážky podobného charakteru byly simulovány pruhy zvýšené drsnosti.

5.2.1 Morfologie vodního toku a záplavového území

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

Pohyblivé jezy jsou v modelu za všech simulovaných průtoků Q_N vyhrazeny, naopak všechny MVE byly zahrazeny (zavřeny).

Tabulka – Přehled objektů na toku

Typ jevu	Název	jev_ID	AKM
MOST	Bítouchov - lávka	400046179	105,045
MOST	Semily - provizorní	400046180	105,893
JEZ	Podmoklice	400046181	105,968
MOST	Semily - cyklostezka	400046182	106,107
MOST	Semily - silnice	400046186	106,526
JEZ	Semily	400046188	107,800
MOST	Semily - lávka	400046190	108,900

Schematizace mostů je popsána v kapitole 4.1 – „Schematizace řešeného problému“

5.2.2 Drsnosti hlavního koryta a inundačních území

Hydraulická drsnost a místní zvýšené odpory proudění jsou pro model HEC-RAS zadávány pro každý element výpočetní sítě. Základní „mapa drsností“ byla vytvořena zpracováním podrobných ortofotomap a informací ZABAGED® (každý bod získal drsnost „propíchnutím“ výpočetní sítě s databází klasifikující území) v modelové oblasti; hodnoty Manningova součinitele drsnosti „n“ ukazuje následující tabulka.

Tabulka – Hodnoty Manningova součinitele drsnosti „n“

Popis povrchu	n (Manning)
říční koryto	0,026 ÷ 0,050
hladké plochy, ulice, volná prostranství	0,013 ÷ 0,020
nízká, sekaná tráva	0,030 ÷ 0,045
vysoká tráva, pole	0,045 ÷ 0,075
řídký lesní porost	0,075 ÷ 0,085
hustý lesní porost	0,085 ÷ 0,160
keřovitý porost	0,075 ÷ 0,085
technické stavby	0,085 ÷ 0,150
ploty	0,090 ÷ 0,200

Počáteční hodnoty Manningova součinitele drsností byly převzaty z literatury „HEC-RAS 5.0 2D Modeling Users Manual“

5.2.3 Hodnoty okrajových podmínek

Horní okrajové podmínky tvoří N-leté průtoky v místě významných přítoků.

Tabulka - N-leté povodňové průtoky uvažované při hydrodynamických výpočtech

Úsek / název vodního toku / N-leté průtoky Q_N	Úsek toku (km od - do)	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Poznámka
Jizera nad Oleškou	110,0 – 106,6	234	288	493	659	
Jizera pod Oleškou	106,6 – 104,0	280	413	584	776	

Dolní okrajové podmínky byly převzaty z navazujícího úseku modelovaného ve 1D.

Tabulka 8 – Hodnoty hladiny převzaté z 1D modelu ř.km 103.8

Q_N	H [m n.m.]
Q_5	310.31
Q_{20}	310.86
Q_{100}	311.56
Q_{500}	312.31

5.2.4 Hodnoty počátečních podmínek

Počáteční podmínky – kóty hladin ve všech profilech výpočetní sítě byly odvozeny z výsledků dříve provedených výpočtů ustáleného proudění a použity ve formě hotstartu (2013–1.cykus)

5.2.5 Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat

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

5.3 Popis kalibrace modelu

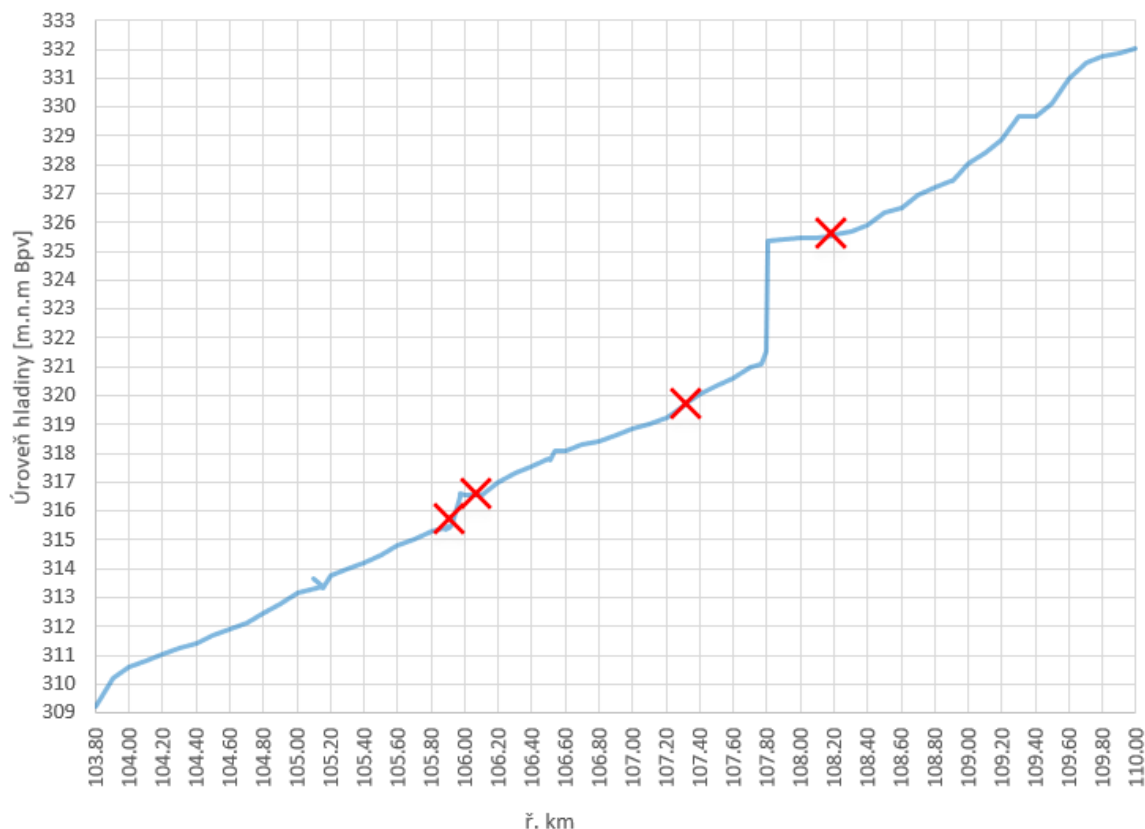
V zájmové oblasti existuje pouze jeden ucelený soubor dat, který je vhodný ke kalibraci matematického modelu. Jedná se o nashromážděná data z povodně roku 2000.

Kalibrace modelu byla provedena pomocí série kalibračních výpočtů, při kterých byly upravovány hodnoty součinitelů drsnosti v celé ploše modelu tak, aby při shodných průtocích bylo dosaženo uspokojivé shody mezi vypočtenými a zaměřenými průběhy hladin, resp. povodňovými značkami hladin. Povodeň v roce 2000 odpovídá cca Q_5 , což znamená, že všechny kalibrační body se nacházely v korytě nebo v blízkosti koryta. Kalibrace modelu v inundačním území nemohla být proto verifikovaná a byla provedena na základě zkušeností a odhadu modeláře. Výsledek kalibračních výpočtů je uveden v následujícím grafu a tabulce.

Tabulka – Data využitá při kalibraci modelu

Ř. km	Lokalizace kalibračního bodu	Výška srovnávací hladiny (m n. m.)	Výška vypočítané hladiny (m n. m.)	Rozdíl (m)
108.185	Na zdi domu, Ulice 3. května – č.p. 536/3	325,65	325.54	-0.11
107.320	Na plotě – Areál Charvát AXL, a.s.	319,73	319.73	0.00
106.067	Na břehu pěší lávky – Jatecká ulice	316,61	316.57	-0.04
105.906	Naproti mostu na opěrné zdi, pravý břeh	315,72	315.42	-0.30

Obrázek – Výsledky kalibrace modelu – Jizera Semily



V rámci kalibrace bylo dosaženo dobré shody vypočítaných hladin s výškami kalibračních bodů. Ve většině kalibračních bodů bylo dosaženo shody do +/-10 cm, výjimečně +/-30cm bod na opěrnou zdi naproti mostu Semily – provizorní (ID 400046180, ř.km 105.893). Nepřesnost se dá vysvětlit vlivem objektů ležících v bezprostřední blízkosti kalibračního bodu. Jez Podmoklice (ID 400046181, ř.km 105,968) se nachází cca 40 metrů nad, a most Semily – provizorní 30 pod kalibračním bodem.

6 Výsledky

Základní informací, kterou poskytují výsledky 2D matematického modelu, je průběh hladin a rozložení vektorů rychlostí (tj. směrů a velikostí vektorů rychlostí) v celé zájmové oblasti (tj. „v ploše“). Vektory svislicových rychlostí mohou být rozloženy na podélnou a příčnou složku (vzhledem k zakřivené ose výpočetní sítě, resp. jinému souřadnicovému systému). S užitím základních hydraulických vztahů mohou být vyjádřeny další veličiny: hloubka vody (rozdíl vypočtené úrovně hladiny a terénu, resp. nivelety dna) a měrné průtoky (násobky vektorů rychlostí a hloubek).

Z průběhu hladin byl sestaven psaný podélný profil, který obsahuje niveletu dna a úrovně hladin pro Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} nad osou koryta.

Mapy hloubek a rychlostí byly základními vstupními parametry pro stanovení míry povodňového nebezpečí v záplavovém území.

6.1 Výstupy z hydrodynamických modelů

Jedním z hlavních výstupů z matematického modelu je psaný podélný profil, jež je zpracován pro všechny průtokové epizody a jež je hlavním nástrojem pro tvorbu záplavových čar. Psaný podélný profil kromě vypočtené úrovně hladiny obsahuje i informaci o výšce dna (nejhlubší dno) a je doplněn o poznámku, upřesňující umístění daného příčného řezu.

Tabulka – Psaný podélný profil

Staničení [km]	Úroveň dna [m n.m.]	Q ₅ [m ³ /s]	H ₅ [m n.m.]	Q ₂₀ [m ³ /s]	H ₂₀ [m n.m.]	Q ₁₀₀ [m ³ /s]	H ₁₀₀ [m n.m.]	Q ₅₀₀ [m ³ /s]	H ₅₀₀ [m n.m.]	Poznámka
103.800	304.73	280	310.51	413	311.13	584	311.99	776	312.95	
103.900	305.11	280	310.98	413	312.01	584	313.44	776	314.97	
104.000	305.64	280	311.18	413	312.26	584	313.72	776	315.27	
104.100	306.51	280	311.30	413	312.39	584	313.84	776	315.38	
104.200	306.61	280	311.41	413	312.51	584	313.99	776	315.53	
104.300	306.80	280	311.55	413	312.66	584	314.15	776	315.69	
104.400	306.65	280	311.66	413	312.81	584	314.25	776	315.77	
104.500	306.97	280	311.84	413	313.02	584	314.38	776	315.86	
104.600	307.00	280	312.03	413	313.16	584	314.45	776	315.92	
104.700	307.96	280	312.17	413	313.22	584	314.47	776	315.92	
104.800	308.07	280	312.47	413	313.42	584	314.55	776	315.95	
104.900	307.92	280	312.72	413	313.67	584	314.80	776	316.17	
105.000	308.85	280	313.08	413	314.04	584	315.10	776	316.39	
105.041	308.82	280	313.27	413	314.24	584	315.28	776	316.52	
105.045	308.71	280	313.28	413	314.26	584	315.30	776	316.53	MOST BITOUCHOV-LÁVKA JEV_ID: 400046179 AKM: 105.045
105.049	308.75	280	313.30	413	314.29	584	315.32	776	316.54	
105.100	308.80	280	313.52	413	314.57	584	315.55	776	316.69	
105.200	308.96	280	313.66	413	314.72	584	315.69	776	316.80	
105.300	309.46	280	313.87	413	314.92	584	315.82	776	316.86	
105.400	309.50	280	314.10	413	315.17	584	316.03	776	316.97	
105.500	309.84	280	314.36	413	315.49	584	316.37	776	317.17	
105.600	309.86	280	314.66	413	315.77	584	316.60	776	317.30	
105.700	309.75	280	314.87	413	316.02	584	316.83	776	317.43	

Staničení [km]	Úroveň dna [m n.m.]	Q ₅ [m ³ /s]	H ₅ [m n.m.]	Q ₂₀ [m ³ /s]	H ₂₀ [m n.m.]	Q ₁₀₀ [m ³ /s]	H ₁₀₀ [m n.m.]	Q ₅₀₀ [m ³ /s]	H ₅₀₀ [m n.m.]	Poznámka
105.800	309.95	280	315.13	413	316.22	584	317.02	776	317.60	
105.876	311.15	280	315.25	413	316.31	584	317.09	776	317.67	
105.880	311.20	280	315.27	413	316.30	584	317.09	776	317.64	
105.893	311.30	280	315.33	413	316.36	584	317.12	776	317.71	MOST SEMILY-PROVIZORNÍ JEV_ID: 400046180 AKM: 105.893
105.900	311.30	280	315.31	413	316.33	584	317.08	776	317.69	
105.929	311.23	280	315.45	413	316.47	584	317.19	776	317.82	
105.969	314.73	280	316.43	413	316.87	584	317.32	776	317.75	JEZ PODMOKLICE JEV_ID: 400046181 AKM: 105.968
105.974	313.96	280	316.52	413	316.96	584	317.43	776	317.87	
106.000	313.94	280	316.48	413	316.94	584	317.50	776	317.98	
106.100	313.66	280	316.46	413	317.01	584	317.62	776	318.21	
106.107	313.66	280	316.47	413	317.02	584	317.63	776	318.23	MOST SEMILY CYKLOSTEZKA JEV_ID: 400046182 AKM: 106.107
106.114	313.66	280	316.49	413	317.05	584	317.65	776	318.25	
106.200	313.68	280	316.96	413	317.53	584	318.04	776	318.47	
106.300	313.67	280	317.29	413	317.90	584	318.36	776	318.69	
106.400	313.89	280	317.51	413	318.08	584	318.49	776	318.83	
106.500	314.24	280	317.76	413	318.39	584	318.79	776	319.15	
106.513	314.29	280	317.74	413	318.36	584	318.74	776	319.10	
106.526	314.35	280	317.95	413	318.61	584	319.01	776	319.40	MOST SEMILY SILNICE JEV_ID: 400046186 AKM: 106.526
106.534	314.35	280	318.07	413	318.75	584	319.20	776	319.63	
106.600	314.44	234	318.05	346	318.70	493	319.11	659	319.53	
106.700	314.54	234	318.26	346	318.94	493	319.40	659	319.83	
106.800	314.94	234	318.41	346	319.09	493	319.58	659	320.03	
106.900	315.23	234	318.59	346	319.27	493	319.77	659	320.22	

Staničení [km]	Úroveň dna [m n.m.]	Q ₅ [m ³ /s]	H ₅ [m n.m.]	Q ₂₀ [m ³ /s]	H ₂₀ [m n.m.]	Q ₁₀₀ [m ³ /s]	H ₁₀₀ [m n.m.]	Q ₅₀₀ [m ³ /s]	H ₅₀₀ [m n.m.]	Poznámka
107.000	315.28	234	318.80	346	319.52	493	320.07	659	320.57	
107.100	315.66	234	318.97	346	319.73	493	320.36	659	320.90	
107.200	315.84	234	319.19	346	319.97	493	320.60	659	321.14	
107.300	315.94	234	319.59	346	320.39	493	321.08	659	321.57	
107.400	316.37	234	320.00	346	320.85	493	321.55	659	322.07	
107.500	317.32	234	320.28	346	321.18	493	322.01	659	322.69	
107.600	317.74	234	320.57	346	321.44	493	322.32	659	322.99	
107.700	317.69	234	320.99	346	321.88	493	322.80	659	323.57	
107.766	317.29	234	321.20	346	322.02	493	322.95	659	323.81	
107.800	320.52	234	321.45	346	321.75	493	322.49	659	323.22	JEZ SEMILY JEV_ID: 400046188 AKM: 107.800
107.809	321.37	234	325.30	346	326.11	493	326.94	659	327.57	
107.900	321.09	234	325.34	346	326.17	493	327.03	659	327.67	
108.000	321.79	234	325.37	346	326.20	493	327.07	659	327.73	
108.100	322.06	234	325.37	346	326.21	493	327.08	659	327.74	
108.200	322.24	234	325.51	346	326.37	493	327.28	659	328.01	
108.300	322.15	234	325.63	346	326.51	493	327.45	659	328.23	
108.400	322.13	234	325.84	346	326.76	493	327.77	659	328.66	
108.500	322.50	234	326.24	346	327.27	493	328.38	659	329.35	
108.600	323.15	234	326.44	346	327.44	493	328.53	659	329.49	
108.700	323.54	234	326.89	346	327.67	493	328.69	659	329.65	
108.800	323.84	234	327.16	346	327.80	493	328.73	659	329.66	
108.900	324.78	234	327.42	346	328.08	493	329.00	659	329.91	MOST SEMILY LÁVKA JEV_ID: 400046190 AKM: 108.900
108.904	324.83	234	327.42	346	328.08	493	329.01	659	329.93	
108.913	324.87	234	327.47	346	328.14	493	329.06	659	329.98	
109.000	324.76	234	328.02	346	328.84	493	329.81	659	330.76	

Staničení [km]	Úroveň dna [m n.m.]	Q ₅ [m ³ /s]	H ₅ [m n.m.]	Q ₂₀ [m ³ /s]	H ₂₀ [m n.m.]	Q ₁₀₀ [m ³ /s]	H ₁₀₀ [m n.m.]	Q ₅₀₀ [m ³ /s]	H ₅₀₀ [m n.m.]	Poznámka
109.100	325.40	234	328.37	346	329.14	493	330.09	659	331.04	
109.200	325.66	234	328.84	346	329.72	493	330.67	659	331.64	
109.300	325.71	234	329.61	346	330.39	493	331.23	659	332.08	
109.400	326.39	234	329.62	346	330.38	493	331.21	659	332.07	
109.500	326.60	234	330.09	346	330.87	493	331.95	659	332.98	
109.600	326.62	234	330.95	346	331.99	493	333.01	659	333.98	
109.700	327.19	234	331.48	346	332.60	493	333.59	659	334.55	
109.800	327.71	234	331.67	346	332.80	493	333.78	659	334.77	
109.900	328.34	234	331.82	346	332.88	493	333.83	659	334.83	
110.000	328.66	234	331.97	346	332.98	493	333.95	659	334.91	

6.2 Mapy povodňového nebezpečí

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
5107	Semily	576999	Benešov u Semil
5107	Semily	576964	Semily

Mapa povodňového nebezpečí zobrazují rozsah zaplaveného území, hloubky a rychlosti proudění.

Záplavové čáry jsou vyneseny na podkladě rastrové Základní mapy ČR v měřítku 1:10 000. Zakreslení záplavových čar, zejména mimo zaměřené příčné profily, zahrnuje nepřesnosti použité mapy. Snahou vyeliminovat nepřesnosti je užití bodového pole z DMT mimo zaměřené příčné profily. Při posouzení konkrétního místa je tedy rozhodující kóta hladiny odvozená z podélného profilu a skutečná nadmořská výška terénu posuzovaného místa.

Hloubka je vypočtena jako rozdíl digitálního modelu hladiny a digitálního modelu terénu. Výsledkem je rastr hloubek o velikosti pixelu 2 m x 2 m. Mapa hloubek se následně ořízne záplavovou čarou pro daný scénář.

Informace o rychlosti proudění vody v korytě a v inundačním území u dvourozměrného modelu jsou známy ve všech výpočetních bodech. Rastr rychlostí o velikosti pixelu 2 x 2 m byl vyexportován pomocí RAS Mapperu.

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

6.3 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.

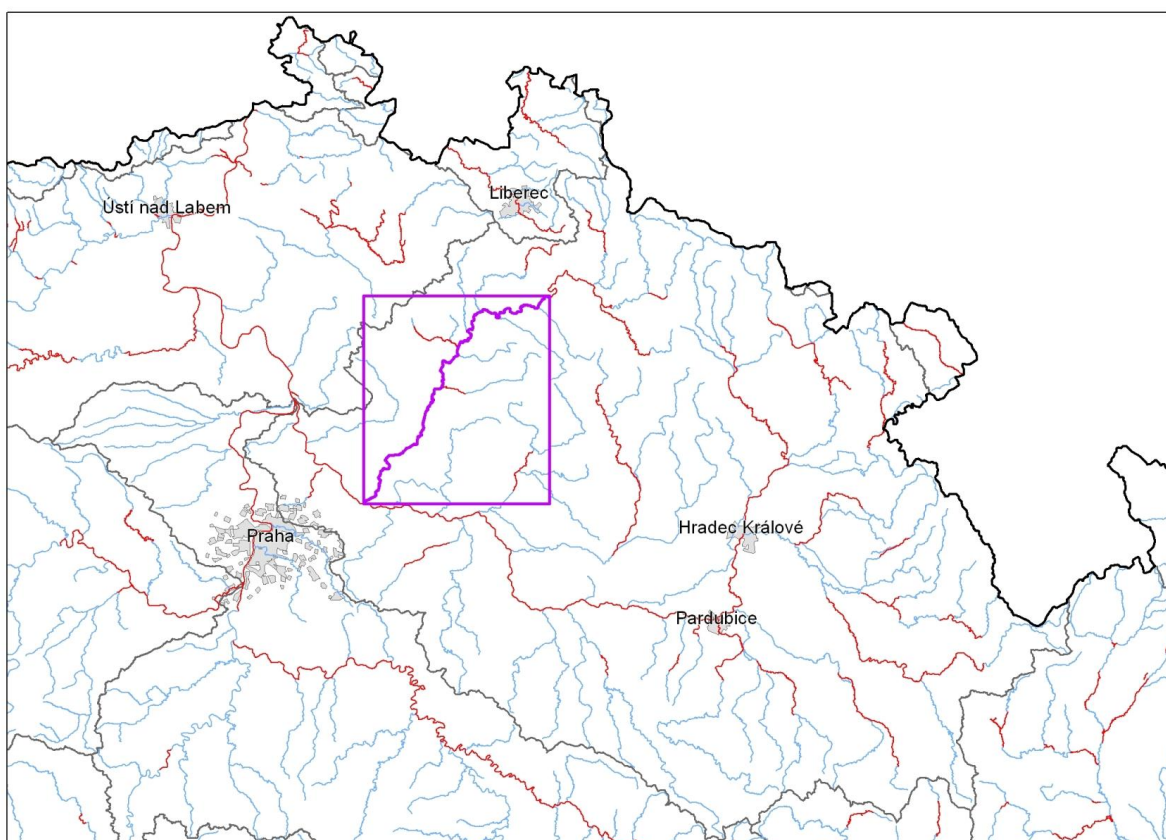


TVORBA MAP POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ A POVODŇOVÝCH RIZIK V OBLASTI POVODÍ HORNÍHO A STŘEDNÍHO LABE A UCELENÉHO ÚSEKU DOLNÍHO LABE

DÍLČÍ POVODÍ HORNÍ A STŘEDNÍ LABE

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

JIZERA - 10100009_1 - Ř. KM 0,000 - 83,000 (PL-2-1)



DUBEN 2013



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

JIZERA - 10100009_1 - Ř. KM 0,000 - 83,000 (PL-2-1)

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:



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

V PRAZE, DUBEN 2013.

Obsah:

1	Základní údaje	8
1.1	Seznam zkratk a symbolů	8
1.2	Cíle prací	8
1.3	Předmět práce	9
1.4	Postup zpracování a metoda řešení	9
1.4.1	Hydrologická data	9
1.4.2	Topologická data	9
1.4.3	Hydrodynamický model	9
2	Popis zájmového území	11
2.1	Všeobecné údaje	12
2.2	Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)	13
3	Přehled podkladů	15
3.1	Topologická data	15
3.1.1	Mapové podklady	16
3.1.2	Geodetické podklady	16
3.2	Hydrologická data	16
3.3	Místní šetření	17
3.4	Doplňující podklady – technické a provozní informace, zprávy, studie, dokumenty, literatura	17
3.5	Normy, zákony, vyhlášky	17
3.6	Vyhodnocení a příprava podkladů	18
4	Popis koncepčního modelu	19
4.1	Posouzení vlivu nestacionarity proudění	19
4.2	Způsob zadávání OP a PP	20
5	Popis numerického modelu	21
5.1	Použité programové vybavení	21
5.2	Vstupní data numerického modelu	21
5.2.1	Morfologie vodního toku a záplavového území	22
5.2.2	Drsnosti hlavního koryta a inundačních území	24
5.2.3	Hodnoty okrajových podmínek	25
5.2.4	Hodnoty počátečních podmínek	25
5.2.5	Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat	25
5.3	Popis kalibrace modelu	26
6	Výstupy z modelu	32
6.1	Záplavové čáry pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	32
6.2	Hloubky pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	33
6.3	Rychlosti pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	33
6.4	Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů	34

1 Základní údaje

1.1 Seznam zkratek a symbolů

Tabulka 1 – Seznam zkratek a symbolů

Zkratka	Vysvětlení
Bpv	Výškový systém Balt po vyrovnání
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
DMR5G	Digitální model reliéfu České republiky 5. generace
DMT	Digitální model terénu
DMT ATLAS	Software pro zpracování digitálního modelu terénu
DOP	Dolní okrajová podmínka
HOP	Horní okrajová podmínka
M21C/MIKE21C	Matematický model Mike21C (2D model – curvilinear)
M11	Matematický model Mike 11
MPN	Mapy povodňového nebezpečí
MŘ	Manipulační řady jezů
MZE	Ministerstvo zemědělství
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
PPO	Protipovodňová opatření
S_JTSK	Souřadný systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
SZÚ	Studie záplavového území
ZABAGED®	Základní báze geografických dat – digitální topografický model
ZM-10	Základní mapa 1 : 10 000
ZÚ	Záplavová území
1D model	Jednorozměrný matematický model proudění
2D model	Dvourozměrný 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

1.4.1 Hydrologická data

Pro účel studie byla zajištěna aktuální hydrologická data ČHMÚ:

- N-leté průtoky
- Data z povodně 2000 a 2006:
 - a. Kulminační průtoky a hladiny ve stanicích Železný Brod, Sovenice, Bakov, Předměřice a na přítocích Jizery v úseku železný Brod – Předměřice.
 - b. Hydrogramy z povodně 2000 v úseku železný Brod – Sovenice.
- Měrné křivky pro stanice na Jizeře: Železný Brod, Sovenice, Bakov a Předměřice.

Pro kalibraci byly k dispozici povodňové značky z historické povodně 2000 poskytnuté Povodím Labe s.p.

1.4.2 Topologická data

Pro potřeby 2D matematického modelu byl primárně využit digitální model terénu (DMT) zájmového území ve formátu Atlas DMT. Tento model vznikl sloučením tří základních zdrojů topologických dat – digitálního modelu dna koryta Jizery a bodů aktuálního celoplošného měření reliéfu DMR5G a bodů DMR4G. Dále byly zahrnuty aktuálně zaměřené nové útvary v zájmovém území (PPO atd.)

1.4.3 Hydrodynamický model

Hydraulické charakteristiky proudění v zájmové oblasti toku byly simulovány dvourozměrným matematickým modelem MIKE 21C (v. 2011), vyvinutým firmou DHI, Hørsholm (Dánsko). Tento model pracuje s křivočarou výpočetní sítí, kterou bylo možné dobře přizpůsobit tvaru zájmového území.

Rozdělení výpočetní sítě:

Z důvodu vysokých výpočetních a časových nároků na matematické simulace byl celý zájmový úsek Jizery o celkové délce 83 km rozdělen na dvě části:

1. **model JJ** (Jizera Jih) ústí - Sovenice (ř. km 0,00 – 63,75)
2. **model JS** (Jizera Sever) Sovenice – Turnov (ř. km 63,75 – 83,00)

Spodní – jižní model začíná při ústí Jizery do Labe, končí v zúženém profilu inundačního území pod jezem Hubálov, kde na něj přesně navazuje severní model, který končí nad jezem v Dolánkách u Turnova. Dělicí profil obou částí modelu byl vybrán s ohledem na tvar inundačního území a odlišnou šíři rozlivu.

Základní postup tvorby hydrodynamického modelu:

Tvorba sítě 2D modelu

Nad ortofoto-mapami příslušného území byla v programovém prostředí MIKE 21C Grid Generatoru (v. 2011) zkonstruována dvourozměrná křivočará výpočetní síť v takové šíři a rozsahu, aby plně pokryla ZÚ Jizery pro všechny simulované průtoky Q_N .

Tato síť a DMT byly použity při generaci terénu (batymetrie) zájmového území do 2D modelu.

Zpracování drsností

Drsnosti ZÚ byly plošně rozděleny na základě klasifikace území v digitálním geografickém modelu ZABAGED® a postupně upravovány dle kalibračních výpočtů, stejně tak jako drsnosti v korytě řeky.

Okrajové podmínky a simulace

Simulace byly provedeny ustálené pro průtokové stavy Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} , které byly zároveň horní (průtokovou) okrajovou podmínkou modelu. Hodnoty významných přítoků byly dopočteny z dostupných podkladů a připojeny do modelu jako bodové zdroje.

Vzhledem k tomu, že platné hodnoty Q_N jsou v případě Jizery po toku klesající, byly průtoky snižovány bodovými odběry. Pokles průtoků Q_N je způsoben jeho transformací v území, kterou ovšem nelze v případě ustálených simulací jinak vyjádřit. Dolní (hladinovou) okrajovou podmínkou byla hladina Labe na soutoku.

Za účelem vyhodnocení průběhu hydraulických charakteristik na soutoku Jizera – Labe, obsahuje model Jizery tok Labe v ř. km cca 869 – 870,7, ústí Jizery je pak v 869,1 ř. km Labe. Dle metodiky MPN byl soutok Jizery a Labe řešen „vystřídáním schématem“, tzn. že byl zátěžový průtok Q_N zadán do Jizery a na vstupním profilu (okraji výpočetní sítě) Labe, byl zadán takový doplněk, aby byl pod soutokem dosažen stanovený průtok Q_N . Opačný případ byl řešen v rámci výpočtů na modelu Středního Labe.

Výsledky výpočtů:

Z dosažených výsledků ustálených simulací byly pro všechny průtokové stavy Q_N vygenerovány:

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

na základě kterých byly vytvořeny mapy povodňového nebezpečí.

2 Popis zájmového území

Název toku:	JIZERA	
ID úseku IDVT CEVT	10100009_1	
Číslo hydrologického pořadí toku:	1-05-02-001 1-05-01-034, 1-05-01-054, 1-05-01-057, 1-05-02-009 1-05-02-033, 1-05-02-060, 1-05-02-072, 1-05-02-080, 1-05-03-001, 1-05-03-015	
Říční kilometry začátku a konce úseku:	ř. km 0 – 83	
Významná vodní díla:	-	
Významné přítoky:	Libuňka	1-05-02-010
	Mohelka	1-05-02-034
	Klenice	1-05-02-081

Celý zájmový úsek toku je zařazen MŽP do databáze toků v oblastech s významným povodňovým rizikem (2009, I. Etapa)

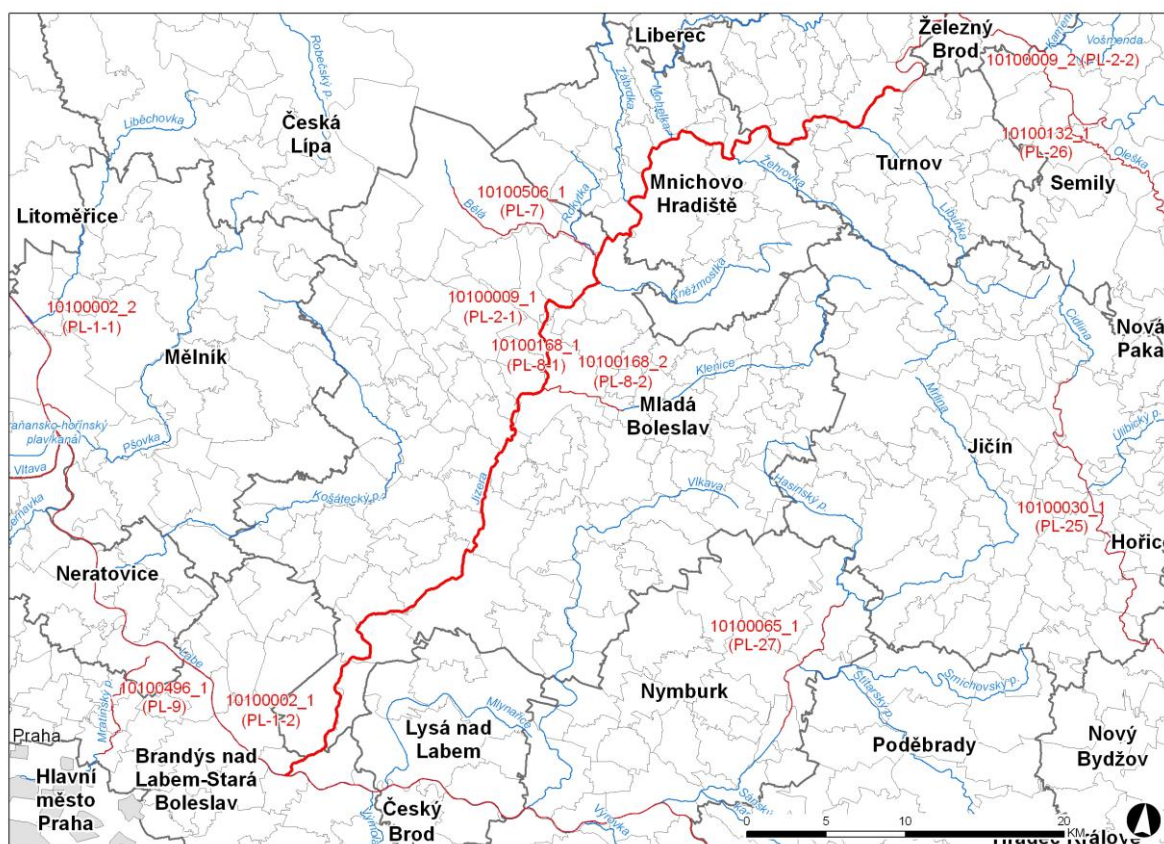
Jizera je největším přítokem Labe nad soutokem s Vltavou. Pramení jihovýchodně od Smrku v Jizerských horách – má dvě zdrojnice: jednu (hlavní) na polské straně, ve výšce 885, druhou na našem území, ústí zprava do Labe u Toušeně ve výšce 169 m n. m.. plocha povodí je 2193,4 km², délka toku 163,9 km, průměrný průtok u ústí 23,9 m³.s⁻¹ (průměrný průtok v profilu – Železný Brod je 16,6 m³.s⁻¹). Největší tok na území Libereckého kraje, který zprvu protéká územím CHKO Jizerské hory, dále po hranici Krkonošského národního parku, poté Jilemnickým a Železnobrodským Podkrkonoším, níže přetíná Ještědsko-kozákovský hřbet a u Turnova vstupuje do otevřeného rovinného terénu, které tok doprovází v celé délce mimo území Libereckého kraje.

Významný vodní tok, až k Dolánkám pstruhová voda, vodácké využití. Je zdrojem pro úpravnu pitné vody v profilu Benátky nad Jizerou a zejména Sojovice. Hlavní vodárna v Káraném pak je jednou z hlavních zásobáren pitné vody pro Prahu. Tok Jizery je na průtoku krajem většinou přirozený, bez rozsáhlejších regulací. Nejhořejší část na území NPR Rašeliniště Jizery představuje unikátní fenomén náhorního meandrujícího toku s výraznými šterkovitými náplavy obklopenými největším rašeliništním komplexem v Jizerských horách, východně od osady Jizerka tok nabývá bystřinný charakter s balvanitým řečištěm. Až k Turnovu se střídají úseky s poměrně výrazným spádem a kamenitým řečištěm s klidnějšími úseky, místy umělého charakteru (jezy), břehy jsou obvyklé srázné až skalnaté. Výrazným geomorfologickým útvarem je tzv. soutěska pod Bítouchovem u Semil, původně velmi úzká, ve 2. polovině 19. století odstřelem rozšířená do dnešní podoby. V nedávné minulosti platila Jizera za jeden z našich nejčistějších toků (do Semil II. třída čistoty, níže III.), v současnosti je ale již celý tok veden ve III. třídě.

Podklady:

Název toku	zdroj VÚV TGM, v.v.i.
ID úseku IDVT CEVT	zdroj Ministerstvo zemědělství
Číslo hydrologického pořadí toku	zdroj ČHMÚ
Úsek toku	zdroj Povodí Labe. s.p.
Významná vodní díla	zdroj ZM-10, Povodí Labe s.p.
Významné přítoky	zdroj ZM-10
Povodňový model Jizera, 2002	zdroj DHI a.s.

Obrázek 1 – Přehledná mapa řešeného území



2.1 Všeobecné údaje

Posuzovaný úsek Jizery byl určen od ř. km 0,00 (ústí do Labe) do ř. km 83,00 (nad Dolánkami u Turnova) dle kilometráže poskytnuté objednatelům studie a přesně vymezen zadanými souřadnicemi začátku a konce toku:

začátek:	x = 1036440,92	y = 720680,83	S-JTSK
konec:	x = 993420,08	y = 682069,13	S-JTSK

Větší sídelní celky v zájmové území jsou Benátky nad Jizerou, Mladá Boleslav, Bakov nad Jizerou, Mnichovo Hradiště a Turnov. Vodní síla Jizery byla využívána odpradávná, v novějších dějinách především při výrobě v textilních továrnách. Spád toku má potenciál i k energetickému využití – časté jsou objekty malých vodních elektráren.

2.2 Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)

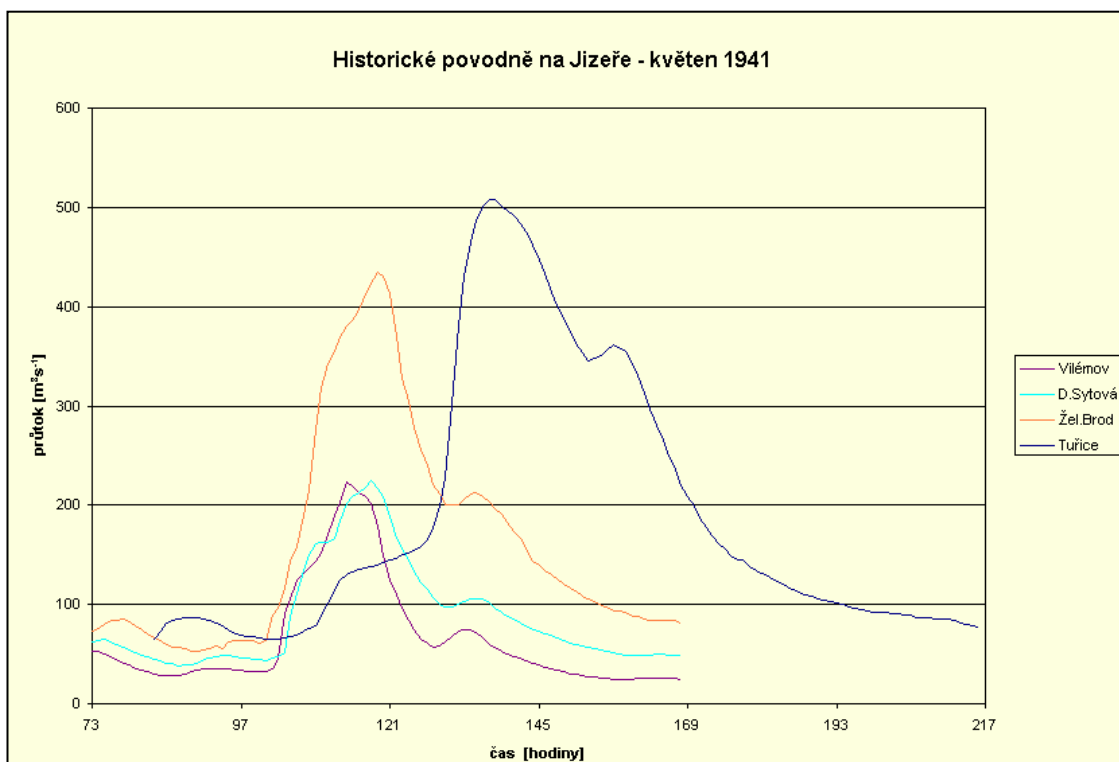
Mezi zdokumentované největší historické povodně na Jizeře patří velké vody z let 1941, 1978 a 2000. K nejbližší menší povodni na dolní Jizeře došlo v roce a 2006.

V roce 2000 byly hlavními faktory povodně intenzivní srážky a rychlé tání sněhu. Povodňový průtok, který tato situace vyvolala, měl v Jizeře největší vodnost v úseku Železný Brod - ústí do Labe a to s dobou opakování 50 až 100 let. K povodni 2000 existuje nejrozsáhlejší zpracovaný soubor povodňových značek po celé délce toku a v rámci zpracování byla použita jako kalibrační.

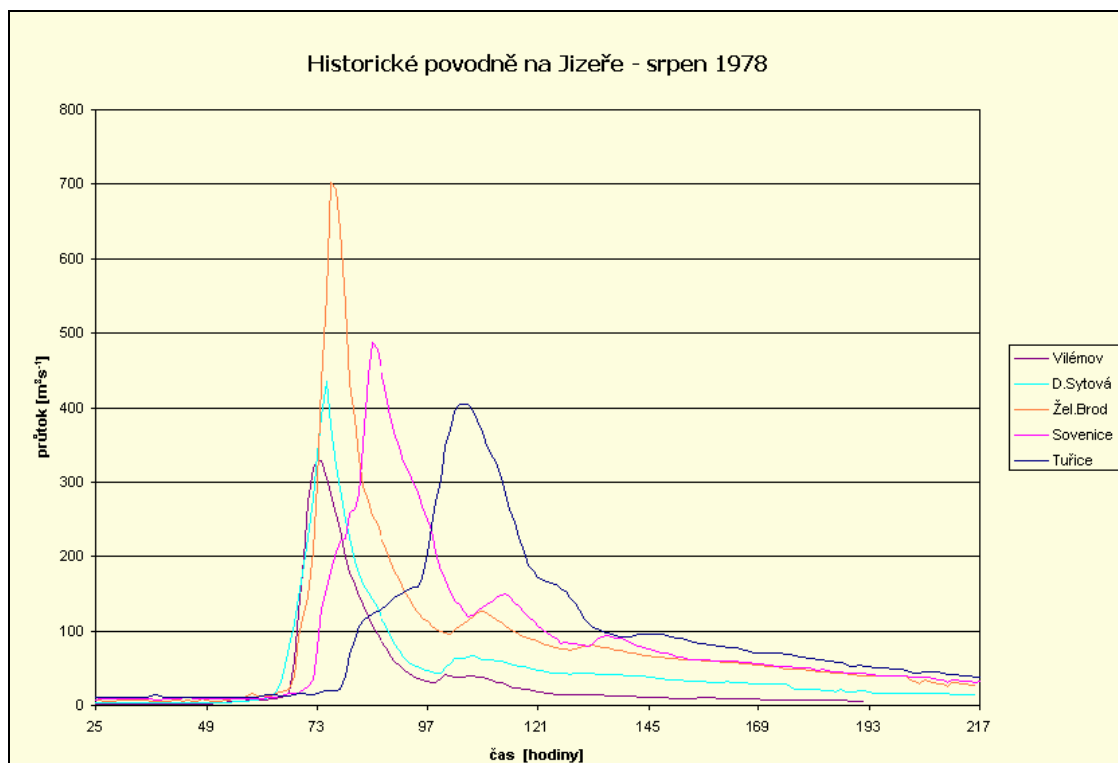
Tabulka 2 – Historické povodně na dolní Jizeře, kulminační průtoky Q [m³/s]

Rok	Železný Brod	Sovenice	Bakov	Předměřice
1941	435	-	-	508
1978	702	487	-	405
2000	551	530	-	600
3/2006	261	268	310	330

Obrázek 2 – Průběh povodně 1941:

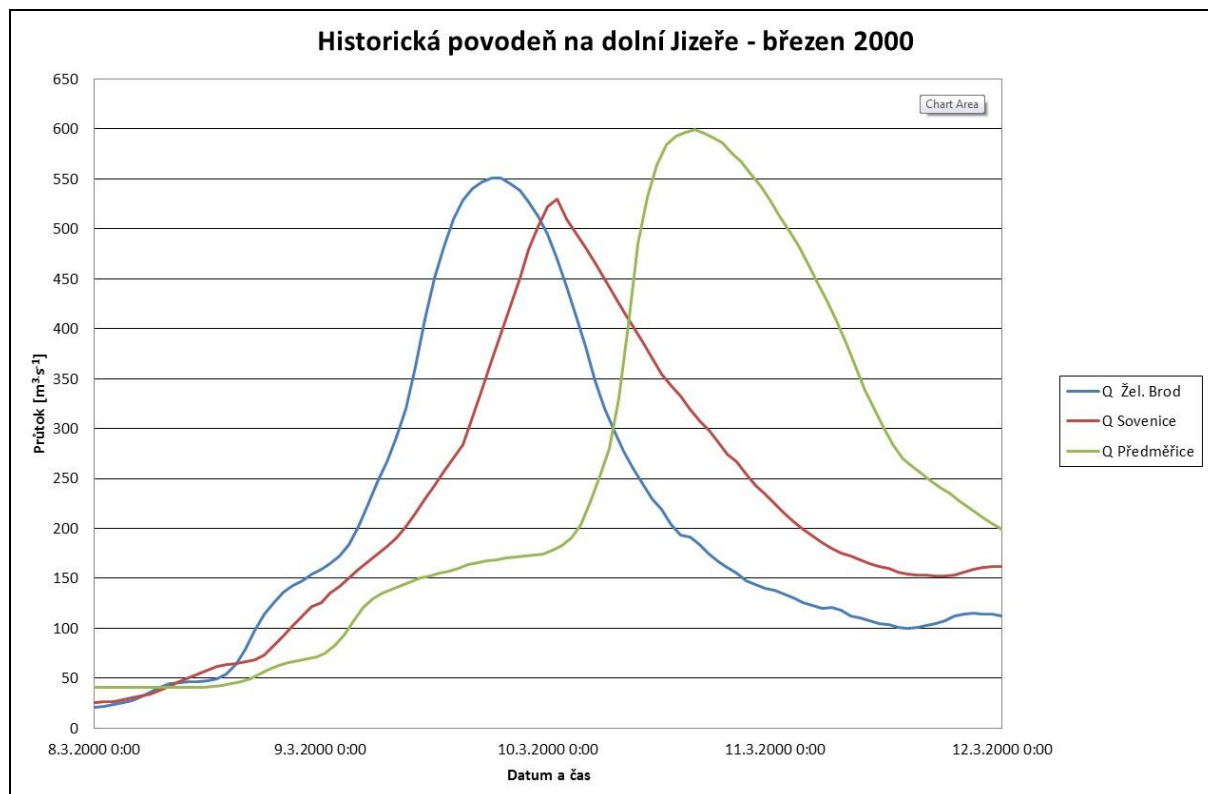


Obrázek 3 – Průběh povodně 1978:



V roce 2000 byly hlavními faktory povodně intenzivní srážky a rychlé tání sněhu. Povodňový průtok, který tato situace vyvolala, měl v Jizeře největší vodnost v úseku Železný Brod - ústí do Labe a to s dobou opakování 50 až 100 let.

Obrázek 4 – Průběh povodně 2000:



3 Přehled podkladů

V souladu s vyhláškou č. 236/2002 sb. byly použity pro zpracování návrhu záplavového území tyto podklady. Pravidla pro citace podkladů se řídí dle ČSN ISO 690 (01 0197).

Hydrologické podklady:

- Hodnoty N-letých průtoků (ČHMÚ, 2011)
- Bilance povodně 2000 a 2006 (ČHMÚ, 2013)

Topologické podklady:

- DMT (DHI, a.s., 2012)
- DMR5G (ČZÚK, a.s., 2011)
- DMR4G (ČZÚK, a.s., 2011)
- ORTOFOTO v digitální podobě (geoportál CENIA)
- ZABAGED v digitální podobě (Povodí Labe, s.p.)

Geodetické podklady:

- Tachymetrické zaměření koryta Jizery v ř. km 0 – 83 (GEFOS a.s., 2012)

Další podklady:

- Říční kilometráž (digitální, Povodí Labe, s.p.)
- Osa toku (digitální, Povodí Labe, s.p.)
- Povodňový model Jizera, v úseku ústí do Labe - Turnov (DHI Hydroinform, a.s., 2002)
- Kalibrační podklady – zaměření popovodňových značek 04 2006 a 08 2002 (Povodí Labe, s.p.)
- Kalibrační podklady – Q-h křivky měrných profilů (Povodí Labe, s.p.)
- Fotodokumentace a odborné poznatky z terénního šetření (DHI Hydroinform, a.s., 2002 a DHI, a. s. 2012)
- Souhrnná zpráva o povodni v březnu 2000 v uceleném povodí Labe (Povodí Labe, s.p.)
- Manipulační řády pro pohyblivé jezy a MVE na Jizeře (Povodí Labe, s.p.)
- PPO – projektové dokumentace stavebních objektů v Benátkách (VRV a.s.) a Mnichovo Hradiště (Povodí Labe, s.p.)

3.1 Topologická data

Pro vytvoření modelu záplavového území byl použit *Digitální model reliéfu ČR 5, generace* (DMR 5G), který 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, H s úplnou střední chybou výšky 0,14 m (ČZÚK, a.s., 2011), podrobné body byly předány v ASCII formátu.

Dno Jizery bylo aktuálně podrobně tachymetricky zaměřeno v období leden – červenec 2013 (GEFOS a.s.) zpracovateli byly předány bodové pole a linie břehů v souřadnicích JTSK ve formátech *.dwg a *.txt. Objekty na toku byly v rámci měření částečně zaměřeny (pilíře mostů, jezů) a doplněny ze zpracování Povodňového modelu Jizery (DHI a.s., 2002). Nově rekonstruované objekty byly aktualizovány dle dodané dokumentace.

Zpracovatel studie si uvedená topologická data pro DMT převedl pro vlastní potřeby do softwaru DMT ATLAS.

DMT je prostorová plocha, která (podle kvality zadání) kopíruje skutečný (zaměřený) nebo projektovaný terén. Vzniká na základě zadaných 3D bodů nebo linií. Zadanými body plocha prochází, mimo ně se dopočítává podle matematických vzorců tak, aby se blížila skutečnosti – výpočet není založen na lineární interpolaci, ale modeluje hladký „oblý“ terén. Tam, kde je to na závalu, lze doplnit terénní „povinné“ hrany.

V DMT ATLAS bylo nejprve detailně vymodelováno koryto Jizery včetně objektů a následně bylo vloženo do modelu inundačního území vytvořeného z DMR 5G a DMR 4G. Trojúhelníková síť DMT byla na závěr převedena na georeferencovaný *.tiff s velikostí pixelu 2m x 2m, DHI a.s., (2012).

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

3.1.1 Mapové podklady

Bylo využito informací ze základní báze geografických dat ZABAGED®, což je digitální geografický model území České republiky (ČR) na úrovni podrobnosti Základní mapy ČR 1:10 000 (ZM 10), ZABAGED® je součástí informačního systému zeměměřictví a patří mezi informační systémy veřejné správy. Je vedena v podobě bezešvé databáze pro celé území ČR v centralizovaném informačním systému spravovaném Zeměměřickým úřadem. Polohopisná část **ZABAGED®** obsahuje dvourozměrně vedené (2D) prostorové informace a popisné informace o sídlech, komunikacích, rozvodných sítích a produktovodech, vodstvu, územních jednotkách a chráněných územích, vegetaci a povrchu, terénním reliéfu.

Nedílnou součástí při konstruování výpočetní sítě byly v r. 2004 – 2006 aktualizované **ORTOFOTOMAPY ČR** – obdélníky 2,5 x 2,0 km ve formátu TIF, se stranami rovnoběžnými se souřadnicovými osami S-JTSK. Předané soubory TIF mají velikost 2500x2000, rozlišení 96 x 96 DPI, hloubku barev 24 bit/pixel.

Dále mapa byla využívána aktuální ortofotomapa **CENIA** na Geoportálu INSPIRE (což je česká informační služba MŽP).

Všechny souřadnice jsou v polohopisném systému S_JTSK.

3.1.2 Geodetické podklady

V rámci projektu bylo pořízeno nové zaměření dna Jizery v ř. km 0 - 83,3 Dno Jizery bylo aktuálně podrobně tachymetricky zaměřeno v období leden – červenec 2013. Metodika měření byla stanovena tak, aby výsledkem nového zaměření bylo bodové pole a zlomové linie břehů, které dostatečně charakterizují reliéf dna pro vytvoření DMT a potřeby detailního 2D hydraulického modelu Jizery.

Zaměření provedla firma Gefos a.s. ve spolupráci s firmou Geodis a.s., Georeal a Geošrafo. Podrobnost měření je dána měřítkem 1:2000. Přesnost měření je charakterizována základní směrodatnou souřadnicovou odchylkou $\sigma_x \leq 0,14$ m v poloze podrobného bodu a základní směrodatnou odchylkou ve výšce podrobného bodu $\sigma_h \leq 0,12$ m, (III. třída přesnosti mapování dle ČSN 013410).

Všechny souřadnice jsou v polohopisném systému S_JTSK a výškovém Bpv.

3.2 Hydrologická data

Pro kalibraci 2D hydrodynamického modelu byla využita v rámci projektu nově upravená vyhodnocení povodně 2000 a 2006 (ČHMÚ, 2013), měrné křivky v profilech Železný Brod, Sovenice, Bakov a Předměřice.

Pro výpočet Q_N byly matematického modelu byla použity hodnoty průtoků z následně uvedených profilů:

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

Hydrologický profil	Q5	Q20	Q100	Q500
nad Libuňkou	334	488	687	909
nad Mohelkou	351	508	707	927
nad Bělou	359	516	715	934
pod Bělou-Bakov	357	512	707	921
nad Klenicí	355	507	700	911
pod Klenicí	351	501	690	896
Předměřice	344	491	675	877
ústí do Labe	343	489	672	872

3.3 Místní šetření

Základem terénního šetření byl podrobný průzkum veškerých objektů provedený zpracovatelem v r.2002 a podrobný průzkum inundačního území v Turnově, Mladé Boleslavi a Benátkách z let 2002-2008.

Aktuální terénní šetření bylo zaměřeno na oblasti, kde byly úsekovými techniky hlášeny změny na toku nebo v inundačním území. Dále byly shlednuty tři rozdílné úseky Jizery za účasti zástupce geodetické firmy pro stanovení metodiky a odhadu náročnosti měření koryta a břehů.

Stávající stav území ve vytipovaných oblastech (ústně předané, informace úsekových techniků) byl porovnán s poskytnutými podklady (DMR4G, měření, orthofoto, dokumentace objektů a staveb), byla pořízena fotodokumentace. Zjištěné změny byly zohledněny v modelu na základě nové dokumentace nebo zaměření. Výsledky terénního šetření byly využity při úpravách odporových koeficientů (drsností) v modelu.

Z terénního šetření dále vyplynuly konkrétní požadavky pro nové zaměření dna a břehových oblastí Jizery.

Koryto Jizery je na většině délky zájmového úseku při březích lemováno vzrostlými stromy, svahy jsou porostlé křovisky a hustými travinami. Zvláště hustý břehový porost se nachází například v oblasti Zámostí, pod Mladou Boleslaví. Koryto Jizery je v některých úsecích silně meandrující, v místech meandrů se vytvářejí četné hluboké tůně, v některých úsecích jsou naopak viditelné skalní prahy. V dolním úseku je koryto členité, s viditelnou brodivou částí a hlubokou kynetou.

V intravilánu jsou břehy Jizery též stromy a křovinami, místy je na březích udržovaný travní porost či jiná úprava. Inundační území je v intravilánu měst tvořeno budovami a objekty občanského a průmyslového charakteru, travními a ostatními volnými plochami (hřiště, parkoviště, parky). V blízkosti měst, obcí a vesnic se při březích Jizery nacházejí četné zahrádkářské kolonie.

Dolní Jizera protéká několika většími sídelními celky, kde je inundační území řeky zatíženo průmyslovou výrobou – jedná se většinou o areály oplocené hustými ploty nebo betonovými zdmi, které významně ovlivňují průtočnost zájmového území. Jedná se například o areál podniku Škoda Auto Mladé Boleslavi, závod Carborundum v Benátkách nad Jizerou, Preciosa v Turnově a další. V Dolánkách u Turnova nově proběhla úprava břehů na městské pláži.

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

Jako doplňující podklady byla použita dokumentace změn aktuálně prováděných záměrů v zájmovém úseku toku, které nebyly podchyceny v DMR5G:

- MVE Svijany – projektová dokumentace rekonstrukce elektrárny (HYDROPOL Project & Management a.s.)
- Revitalizace Hněvousice, geodetické zaměření, dokumentace, (Ing, Z, Hýzlar).

3.5 Normy, zákony, vyhlášky

Postupy zpracování studie byly v souladu s níže uvedenými dokumenty v jejich platném znění:

- [1] ČSN 75 0110 Vodní hospodářství – Terminologie hydrologie a hydro ekologie.
- [2] ČSN 75 1400 Hydrologické údaje povrchových vod.
- [3] TNV 75 2910 Manipulační řady vodních děl na vodních tocích.
- [4] TNV 75 2931 Povodňové plány.
- [5] Vyhláška MŽP 236/2002 Sb., o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území.
- [6] Vyhláška č. 470/2001 Sb., kterou se stanoví seznam významných vodních toků a způsob provádění činností souvisejících se správou vodních toků.
- [7] Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.

U uvedených zákonů, nařízení a vyhlášek se předpokládá jejich platné znění.

3.6 Vyhodnocení a příprava podkladů

Poskytnuté topologické a hydrologické podklady plně pokryly zájmové území.

Za nedostatečné lze považovat nepřesnost DMR5G několika lokalit s nepřehledným terénem porostlým hustými křovisky a travinami, kde bylo zjištěno převýšení nad skutečným terénem (zaměřeným geodeticky v příčném profilu) o 2 – 3 m, většinou se však jednalo o lokální území, které netvořilo souvislou linii a tudíž, zde nemohlo v DMT dojít k umělému zvyšování souvislých břehových hran (to by pak mohlo negativně zkreslit stanovení rozsahu ZÚ).

4 Popis koncepčního modelu

Stanovení záplavového území vychází dle vyhlášky MŽP z výpočtů ustáleného nerovnoměrného proudění, to lze popsat jak 1D, tak 2D modely.

Zájmový úsek toku tvoří na většině území přírodní koryto Jizery o šířce 30 – 50 m. Inundační území tvoří v pás široký v průměru 400 – 600 m. V horní části zájmového území pod Turnovem (oblast Svijany – Příšovice) se nachází rozlehlé inundační území v šíři až přetáté několika komunikacemi vedenými na vysokých náspech a záplavovém území Polabské nížiny, se terén 2,5 km.

V důsledku morfologické činnosti koryta se v záplavovém území nacházejí stará a slepá ramena a kanály vedoucí rovnoběžně či příčně k hlavnímu toku. Železniční a silniční mosty přecházející tok Jizery jsou vedeny na vysokých náspech, které často příčně přetínají záplavové území.

Vzhledem k charakteru inundačního území, členitosti toku a četnosti větších sídelních útvarů ležících v inundačním území bylo vhodné použití podrobnějšího 2D hydrodynamického modelu pro výpočty.

MIKE 21C

Dvourozměrný matematický model popisuje reliéf toku ve správné topologii a v celé ploše (půdorysné) – zájmová oblast je pokryta sítí výpočetních bodů. Tato dvourozměrná horizontální schematizace předpokládá zjednodušení ve vertikálním směru – uvažuje rozdělení rychlosti po svislici jako konstantní a zanedbává vertikální složky rychlostí.

Na druhou stranu 2D model dává reálnou představu o zakřivené ploše hladiny v celém zájmovém území (např. při ustáleném proudění je hladina v neprotékaném inundačním území výše než v korytě) a umožňuje získat velmi detailní popis sledovaných hydraulických charakteristik (např. hloubek či směrů i velikostí rychlostí) včetně jejich plošného rozdělení.

Dvourozměrný matematický model neustáleného proudění MIKE 21C je založen na řešení Saint-Venantových diferenciálních rovnic (rovnice kontinuity a rovnice zachování hybnosti) metodou konečných diferencí v jednotlivých bodech půdorysné výpočetní sítě. Model MIKE 21C pracuje v neekvidistantní křivočaré síti; tzn. že jeho výpočetní síť lze, na rozdíl od pravouhlých (obdélníkových) sítí, přizpůsobit tvaru území a tak omezit počet bodů a tím i velikost výpočetní matice. Neekvidistantní síť dále umožňuje zahuštění výpočetních bodů (tj. zmenšení velikosti výpočetních „buněk“) v oblastech, kde je třeba podrobněji modelovat reliéf terénu (např. objekty na toku), resp. v oblastech, kde požadujeme velmi detailní znalost výsledků.

4.1 Posouzení vlivu nestacionarity proudění.

Použitá metodika výpočtu charakteristik proudění nepočítá s vlivem neustáleného proudění na odtokové poměry (v souladu s Metodikou zpracování SZÚ). Výpočty jsou zpracovány metodou ustáleného proudění v souladu s požadavky objednatele. Výjimku tvoří kalibrační výpočty, kde bylo, vzhledem k transformacím průtoku za reálné povodně nutno provést kalibraci pro neustálený průtok – povodňovou vlnu 2000 v horním úseku modelu.

Vliv nestacionarity proudění v dolním toku Jizery může být poměrně významný, ale tento jev nebylo v rámci zadání (ustálené výpočty) možno posuzovat. V zájmovém inundačním území dochází k vybřežování již při nižších Q_N ; při vyšších povodňových průtocích jsou zaplavována rozsáhlá inundační území, která samozřejmě mají vliv na transformaci povodňové vlny. Velký vliv na nestacionaritu proudění mohou mít četné příčné liniové stavby v inundačním území.

Výše uvedená úvaha je však vzhledem k řešené úloze irelevantní. Hydrologická data ČHMÚ (N-leté průtoky) jsou výsledkem metod, které se nezabývají postupem povodňové vlny daným územím, její transformací. Hydrologické metody pro stanovení N-letých průtoků vycházejí z pravděpodobnostních analýz dlouhodobých řad pozorovaných vodních stavů (a z nich odvozených průtoků) v konkrétních profilech na toku, bez vazby na průběh (nestacionaritu) té které povodňové události v zájmovém území.

Výpočet charakteristik proudění metodou ustáleného proudění zcela odpovídá Metodice zpracování SZÚ, metodice pořizování hydrologických dat (N-letých průtoků) a především požadavkům Směrnice 2007/60/EC.

4.2 Způsob zadávání OP a PP

Horní okrajová podmínka modelu JJ (Jizera Jih) ústí - Sovenice (ř. km 0,00 – 63,75)

Na vstupu do výpočetní sítě byl zadáván ustálený průtok Q $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ dle Tab.7, v ř. km 63,75. V ř. km 61,44 byl zadán přítok Mohelky bodovým zdrojem v místě přítoku. Stejným způsobem byl zadán průtok z Klenice v ř. km 36,88. Ostatní přítoky byly z hlediska nevýznamnosti zanedbány. Byly zadány odběry do koryta v souladu klesajícím Q_N po toku, (viz kap. 1.4).

Dolní okrajová podmínka modelu JJ (Jizera Jih) ústí - Sovenice (ř. km 0,00 – 63,75) – hladina byla převzata z 2D modelu Středního Labe, v zahrnutém úseku labského modelu (ř.km 869 – 870,7). Dále byl zadán průtok do Labe, který je doplňkem Q_N na Labi.

Horní okrajová podmínka modelu JS (Jizera Sever) Sovenice – Turnov (ř. km 63,75 – 83,00)

Na vstupu do výpočetní sítě byl zadáván ustálený průtok Q $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ dle Tab.7, v ř. km 83,3. V ř. km 78,45 byl zadán přítok Libuňky bodovým zdrojem.

Dolní okrajová podmínka modelu JS (Jizera Sever) Sovenice – Turnov (ř. km 63,75 – 83,30)

Byla zadávána vypočtená hodnota hladiny z modelu **JJ** (Jizera Jih).

Počáteční podmínky – kóty hladiny ve všech bodech výpočetní sítě – byly stanoveny na základě zaměřených hladin po povodni 2006 a 2000 a dále odvozeny z vypočtených hladin Povodňového modelu Jizery.

5 Popis numerického modelu

5.1 Použité programové vybavení

Pro simulaci ustáleného nerovnoměrného proudění byl použit dvourozměrný matematický model proudění v otevřeném korytě s inundačním územím MIKE 21C, verze 2011.

Výstupem modelu MIKE 21C jsou primárně tyto charakteristiky proudění:

- hodnoty úrovní hladiny vody
- vektory rychlostí (tj. směr a velikost vektorů rychlostí, nebo též možno vyjádřit pomocí velikosti podélné a příčné složky vektorů rychlosti)

ve všech výpočetních bodech zájmové oblasti a pro všechny počítané časové kroky, 2D model tak dává reálnou představu o zakřivené ploše hladiny v celém zájmovém území (např. při ustáleném proudění je hladina v neprotékaném inundačním území výše než v korytě) i o rozdělení rychlostí v celé oblasti.

Charakteristiky proudění ovlivňují především reliéf terénu (tvar koryta, inundačního území, sklonové poměry) a odpory proudění (drsnost a tvarové odpory – zúžení resp. rozšíření průtočného profilu, oblouky, obtékání překážek, proudění přes objekty, apod.). Velkou pozornost je proto třeba věnovat přípravě souboru s geometrickými daty pro 2D model, neboť tento soubor v sobě obsahuje jak vlastní reliéf terénu tak i veškerá data pro výpočet tvarových odporů.

Podrobná specifikace modelu, detailní popis všech jeho vstupních souborů a jeho použití lze najít v manuálech programu - M21C_User_Guide.pdf, M21C_GridGenerator.pdf, MIKE21C_Scientific_documentation.pdf.

5.2 Vstupní data numerického modelu

Z dostupných podkladů (viz kap. 3.1 Topologické podklady) byl nejprve sestaven digitální model terénu v modelu ATLAS DMT. Vzhledem k velkému rozsahu zájmového území byla pro tvorbu 2D matematického modelu celá oblast rozdělena do 2 hlavních výpočetních úseků a jednoho submodelu na soutoku:

Tabulka 4 – Přehled výpočetních sítí po úsecích

Úsek	Číslo úseku	Označení úseku	ř. km	Výpočetní síť (počet bodů j, k)
Ústí - Sovenice	1	JJ (Jizera Jih)	0,00 – 63,75	10523x220
Sovenice – Turnov (Dolánky)	2	JS (Jizera Sever)	63,75 – 83,30	3227x460

Při přípravě modelu v daném úseku byla vytvořena křivočará (vnitřně ortogonální) síť, která vymezuje oblast modelu. Z dostupných podkladů (viz kap. 3.1 Topologická data) byl sestaven digitální model terénu zájmové oblasti v modelu Atlas DMT. Promítnutím této sítě na DMT byl získán geometrický (batymetrický) model terénu ve výpočetní síti modelu MIKE 21C. Hustota sítě (vzdálenost mezi výpočetními body) je proměnlivá - v rozsahu cca 2-10 m v podélném směru (směru rovnoběžném s osou toku) a cca 2-3 m v příčném směru v korytě toku. Ve městech a v úsecích, kde se nacházejí objekty na toku (mosty, plavební stupně) je výpočetní síť hustší, ve volných říčních tratích a v širokém záplavovém území je výpočetní síť řidší. Pro potřeby studie je míra schematizace zájmového území dostatečně jemná pro podrobný popis prostorových jevů proudění v oblasti. Pilíře mostů a rovněž jezové pilíře a přelivné hrany jezů jsou v geometrickém modelu reprezentovány zvýšeným terénem v místě jejich polohy.

Domy a bloky domů byly modelovány pomocí podstatně vyvýšeného terénu (nepřelitelné překážky); ploty a jiné překážky podobného charakteru byly simulovány pruhy zvýšené drsnosti.

Linie a stavby PPO byly do batymetrie zadány s kótami horních úrovní PPO konstrukcí (zemní valy, zdi a mobilní hrzení s osazujícími prvky) dle projektové dokumentace.

5.2.1 Morfologie vodního toku a záplavového území

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

Pohyblivé jezy jsou v modelu za všech simulovaných průtoků Q_N vyhrazeny, naopak všechny MVE byly zahrazeny (zavřeny).

Tabulka 5 – Přehled objektů na toku

Typ jevu	Název	jev_ID	AKM
MOST	Kárané silnice	400045834	1,870
JEZ	Káraný	400045837	4,718
MOST	Otradovice-železniční trať	400045842	5,135
MOST	Sojovice silnice	400045843	6,918
MOST	Tuřice silnice	400045851	11,720
MOST	Předměřice	400053543	12,380
ELNA	Kačov	400055565	14,870
JEZ	Kačov	400045858	14,876
MOST	Kochánky silnice	400045862	15,665
MOST	Benátky n/J. železnice	400045872	18,932
MOST	Benátky n/J. silnice	400045871	19,283
JEZ	Benátky n/J.	400045874	19,680
MOST	Benátky n/J.-lávka	400053544	20,170
MOST	Dražice silnice	400045882	22,328
JEZ	Dražice	400045886	22,615
ELNA	Dražice	400055574	22,615
JEZ	Horky n/J.	400045895	24,965
ELNA	Horky n/J.	400055596	24,965
ELNA	Horky n/J.	400055585	24,965
MOST	Horky n/J. silnice	400045897	25,025
MOST	Brodce n/J., železniční trať	400045899	25,090
MOST	Hrušov cesta	400045900	26,870
MOST	Krnsko	400053545	30 650
JEZ	Krnsko	400045902	30,910
MOST	Vinec silnice	400045908	34,685
ELNA	Vinec	400055730	34,760
JEZ	Vinec	400045909	34,825
MOST	Neuberk železnice	400045912	35,595
JEZ	Čejetice-pohyb, část	400053759	36,255

Typ jevu	Název	jev_ID	AKM
JEZ	Čejetice - pevná část	400045913	36,255
MOST	Mladá Boleslav silnice	400045918	36,500
MOST	Mladá Boleslav žel.vlečka	400045921	36,967
MOST	Mladá Boleslav cesta	400045924	37,532
JEZ	Vaňkův jez - Mladá Boleslav	400045925	37,700
ELNA	Mladá Boleslav, Vaňkův jez	400338447	37,700
MOST	Mladá Boleslav železnice	400045931	38,270
JEZ	Rožátov	400045935	39,830
JEZ	Rožátov-malý jez	400053847	39,830
ELNA	Rožátov	400055631	39,830
MOST	Rožátov silnice	400045938	39,930
MOST	Debř	400053547	41,300
MOST	Debř silnice	400045941	41,852
JEZ	Josefův Důl	400045966	43,845
ELNA	Josefův Důl	400055654	43,845
MOST	Bakov n/J, železnice	400045980	48,015
MOST	Bakov n/J, silnice	400045982	48,925
JEZ	Bakov n/J.	400045983	49,025
ELNA	Bakov n/J.	400055681	49,025
MOST	Ptýrov místní komunikace	400045989	53,635
JEZ	Ptýrov	400045990	53,910
ELNA	Ptýrov	400055706	53,941
MOST	Mn.Hradiště-Mimoň	400053548	55,300
MOST	Michovo Hradiště-silnice	400045997	56,780
JEZ	Hněvousice	400046002	58,615
ELNA	Hněvousice II	400055721	58,617
ELNA	Hněvousice	400055715	58,617
JEZ	Hněvousice-malý jez	400054276	58,620
MOST	Mohelnice silnice	400046054	61,381
ELNA	Hubálov	400055723	64,389
JEZ	Hubálov	400046059	64,433
ELNA	Březina	400055743	66,553
JEZ	Březina	400046066	66,590
MOST	Loukov silnice	400046069	67,669
JEZ	Svijany	400046072	70,283
ELNA	Svijany	400055750	70,296
MOST	Svijany dálnice	400046074	70,478
MOST	Svijany železnice	400046075	70,578

Typ jevu	Název	jev_ID	AKM
MOST	Svijany silnice	400046076	70,626
MOST	Ploukonice silnice	400046098	72,685
MOST	Přepeře silnice	400046099	76,265
ELNA	Přepeře	400055764	76,376
JEZ	Přepeře	400046100	76,382
MOST	Modřišice-lávka	400053551	77,510
MOST	Turnov železniční trať	400046105	79,212
MOST	Turnov dálnice	400046107	79,550
JEZ	Turnov II	400046108	79,600
ELNA	Turnov	400055770	79,600
MOST	Turnov silnice	400046110	79,784
MOST	Dolánky-lávka	400046111	82,142
ELNA	Turnov-Dolánky	400055775	82,416
JEZ	Turnov I - Dolánky	400046113	82,430
JEZ	Dolánky-vakový	400055267	82,540

5.2.2 Drsnosti hlavního koryta a inundačních území

Hydraulická drsnost a místní zvýšené odpory proudění jsou pro model MIKE 21C zadávány pro každý bod výpočetní sítě. Základní „mapa drsností“ byla vytvořena zpracováním podrobných ortofotomap a informací ZABAGED® (každý bod získal drsnost „propíchnutím“ výpočetní sítě s databází klasifikující území) v modelové oblasti; hodnoty Manningova součinitele drsnosti „n“ ukazuje tab 6.

Tabulka 6 - Hodnoty Manningova součinitele drsnosti „n“

Popis povrchu	n (Manning)
říční koryto	0,028 ÷ 0,034
hladké plochy, ulice, volná prostranství	0,030 ÷ 0,038
nízká, sekaná tráva	0,035 ÷ 0,045
vysoká tráva, pole	0,045 ÷ 0,075
řidký lesní porost	0,060 ÷ 0,090
hustý lesní porost	0,075 ÷ 0,160
keřovitý porost	0,085 ÷ 0,200
technické stavby	0,070 ÷ 0,150
ploty	0,090 ÷ 0,200

5.2.3 Hodnoty okrajových podmínek

Tabulka 7 - N-leté povodňové průtoky uvažované při hydraulickém řešení

Úsek / název vodního toku N - leté průtoky Q_N	Úsek toku (km od - do)	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Poznámka
od Dolánek po Libuňku (nad Libuňkou)	78,45 – 83,30	334	488	687	909	-
Libuňka	78,45	17	20	20	18	-
od ústí Libuňky po ústí Mohelky (nad Mohelkou)	61,44 - 78,45	351	508	707	927	-
Mohelka	61,44	7	8	8	7	
Od ústí Mohelky po Bělou	48,93 - 61,44	359	516	715	934	
Bělá	48,93	-2	-4	-8	-13	
od ústí Bělé po Klenici (nad Klenicí)	36,88 - 48,93	357> > 355	512> >507	707> >700	921> >911	*snižování průtoku odběry
Klenice	36,88	-4	-6	-10	-15	
od ústí Klenice do Předměřic (pod Klenicí)	11,53 - 36,88	351> >344	501> >491	690 >675	896> >877	*snižování průtoku odběry
Předměřice – ústí Jizery do Labe	0,00 – 11,53	344> > 343	491> > 489	675> > 672	877> > 872	*snižování průtoku odběry

* průtoky byly snižovány postupně rovnoměrně po délce toku tak, aby bylo v daných profilech zajištěno patřičné platné Q_N

Dolní okrajové podmínky byly převzaty z navazujícího úseku modelovaného ve 2D.

5.2.4 Hodnoty počátečních podmínek

Počáteční podmínky – kóty hladin ve všech bodech výpočetní sítě – byly odvozovány z výsledků dříve provedených výpočtů 2D modelem a z povodňových značek zaměřených po délce toku.

5.2.5 Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat

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

5.3 Popis kalibrace modelu

Kalibrace modelu byla provedena pomocí série kalibračních výpočtů, při kterých byly upravovány hodnoty součinitelů drsnosti v celé ploše modelu tak, aby při shodných průtocích bylo dosaženo uspokojivé shody mezi vypočtenými a zaměřenými průběhy hladin, resp. povodňovými značkami hladin. Výsledek kalibračních výpočtů je uveden v následujícím grafu a tabulce.

V zájmové oblasti existuje pouze jeden ucelený soubor dat, který je vhodný ke kalibraci matematického modelu, Jedná se o nashromážděná data z povodně roku 2000. V menší míře pak byla využita kalibrační data pro povodeň 2006 v Benátkách nad Jizerou.

Vzhledem k nejasnostem ohledně bilančního vyhodnocení kalibračních povodní – zejména povodně 2000 a nutnosti kalibrovat horní úsek modelu JS (Sovenice - Turnov) neustáleně, bylo vyžádáno od ČHMU nové přehodnocení těchto údajů, včetně upřesnění výškového umístění nul vodočtu v Sovenicích, Bakově a Předměřících. Byly poskytnuty hydrogramy povodně 2000 v Železném Brodě a v Sovenicích, také na přítocích (Libuňka). Dále byl k dispozici soubor ověřených povodňových značek (předáno povodím Povodím Labe s.p.) v celé délce zájmového úseku.

Nejprve byl nakalibrován spodní úsek – **model JJ** (ústí Sovenice) na ustálený průtok povodně 2000. Poté byla zpřesněna kalibrace pro nižší průtoky na povodeň 2006 v oblasti Benátek.

Pro kalibraci horního úseku - **model JS** (Sovenice – Turnov) byla použita simulace neustáleného průtoku povodňové vlny z r. 2000, tak aby bylo dosaženo reálné transformace průtoku a postupivosti.

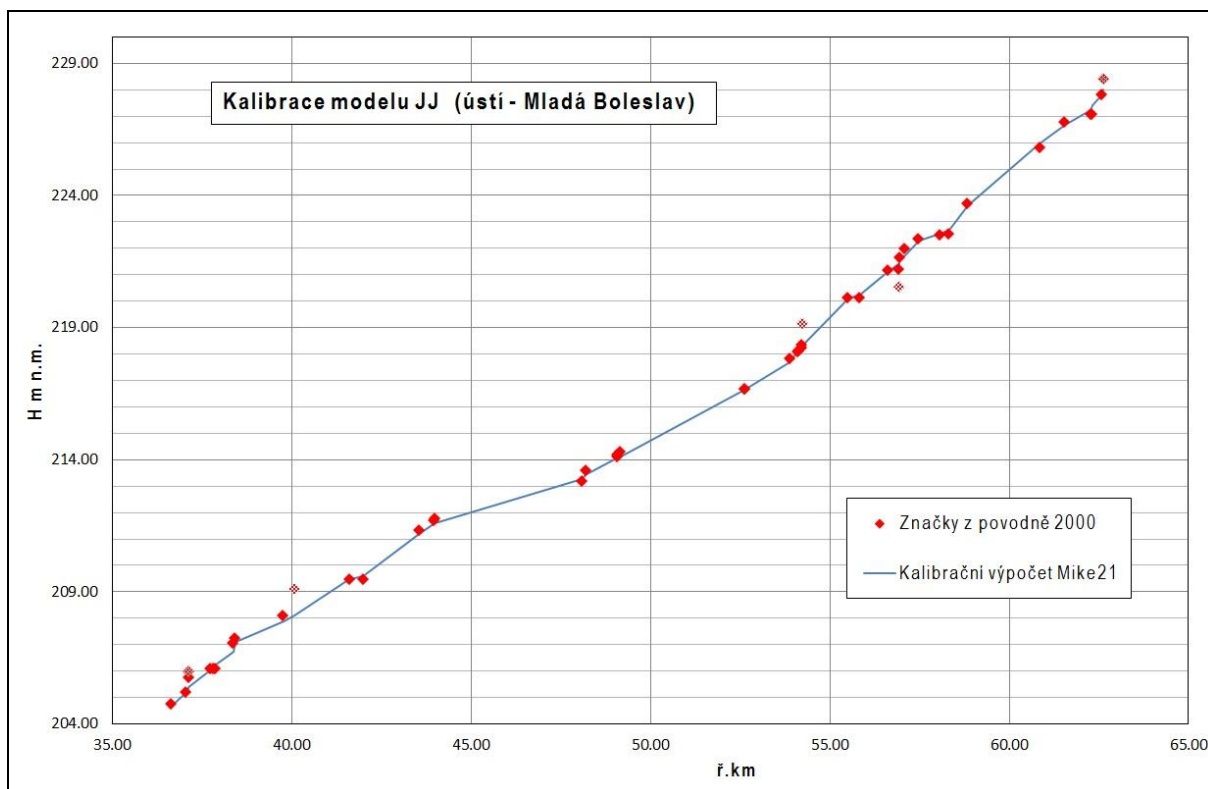
Tabulka 8 - Kalibrace **modelu JJ** (ústí –Sovenice)

Ř. km	Lokalizace kalibračního bodu	Výška srovnávací hladiny (m n. m.)	Výška vypočítané hladiny (m n. m.)	Rozdíl (m)
62,63	<i>ohyb pod Pěňčinským Potokem</i>	228,42	228,00	-0,42
62,58	stanice Sovenice	227,79	227,78	-0,01
62,32		227,06	227,43	0,37
62,27	konec oblouku	227,05	227,24	0,19
61,55	Mohelnice, pod ústím Mohelky, nad mostem	226,76	226,67	-0,09
60,85		225,80	225,98	0,17
58,84		223,70	223,63	-0,07
58,32		222,52	222,71	0,19
58,07	Hněvousice pod elektrárnou	222,50	222,56	0,06
57,48		222,34	222,31	-0,03
57,09	Mnichovo Hradiště-město	221,99	221,72	-0,27
56,95		221,65	221,53	-0,12
56,93	<i>Mnichovo Hradiště-most</i>	220,56	221,38	0,82
56,91		221,21	221,40	0,19
56,63		221,16	221,14	-0,02
55,83		220,11	220,25	0,14
55,51	silniční most, Mnich Hr	220,10	220,11	0,01

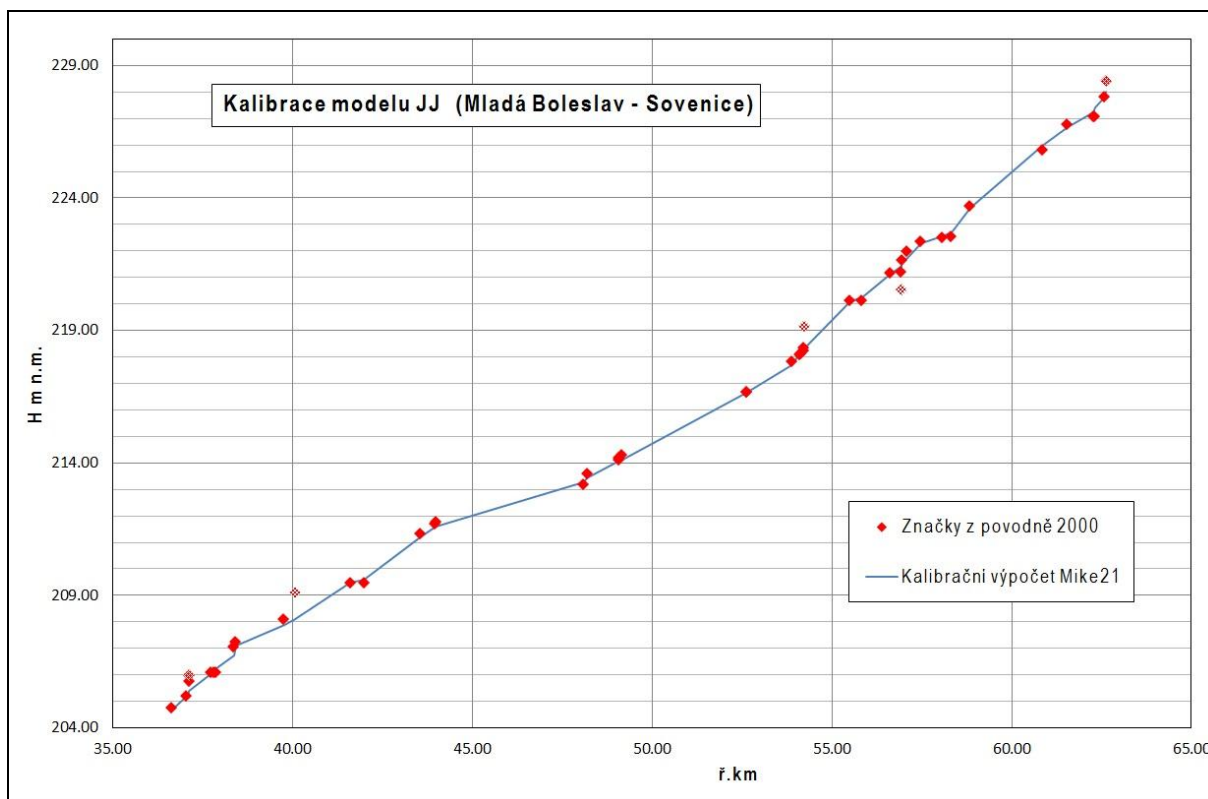
Ř. km	Lokalizace kalibračního bodu	Výška srovnávací hladiny (m n. m.)	Výška vypočítané hladiny (m n. m.)	Rozdíl (m)
54,23		218,32	218,30	-0,02
54,23	<i>Ptýrov-elna: pravostranný pilíř vtoku do MVE</i>	<i>219,16</i>	<i>218,30</i>	<i>-0,87</i>
54,22		218,22	218,28	0,06
54,13		218,11	218,06	-0,05
54,10		218,09	218,08	-0,01
53,88	Ptýrov-most: břehový pilíř cestního mostu, značka rovnoběžně s osou toku	217,81	217,68	-0,13
52,63		216,67	216,66	-0,01
52,62		216,66	216,65	-0,01
49,17	Bakov-elna: MVE Bakov n/J., střední pilíř nátoku	214,29	214,13	-0,16
49,09		214,16	214,07	-0,09
49,08	Bakov-most	214,09	214,07	-0,02
48,21	Bakov ŽM nad	213,58	213,47	-0,11
48,09	Bakov ŽM pod	213,16	213,27	0,11
43,99	Josefův Důl nadjezí	211,78	211,58	-0,20
43,97	Josefův Důl náhon	211,69	211,60	-0,09
43,55	Josefův Důl, ohyb	211,32	211,20	-0,12
41,99	Debř-silnmost	209,47	209,58	0,11
41,60	Debř-dálnmost	209,47	209,48	0,01
40,08	<i>Podlázky, most Rožátov, PB, povodní str,</i>	<i>209,1</i>	<i>208,09</i>	<i>-1,01</i>
39,76	Mladá Boleslav, středisko PL	208,07	207,87	-0,20
38,42	Mladá Boleslav-želpropustek	207,23	207,10	-0,13
38,37		<i>207,04</i>	<i>206,73</i>	<i>-0,31</i>
37,88		206,09	206,25	0,16
37,81	Mladá Boleslav, jez	206,07	206,09	0,02
37,73	pod jezem	206,07	206,04	-0,03
37,12	<i>nad ústím Klenice</i>	<i>205,74</i>	<i>205,38</i>	<i>-0,36</i>
37,11	<i>nad ústím Klenice</i>	<i>206,00</i>	<i>205,35</i>	<i>-0,65</i>
37,04	ústí Klenice	205,19	205,16	-0,03
36,65	nad SM Čejetický	204,74	204,71	-0,03
36,59	Čejetický_most	204,57	204,65	0,08
36,58		204,46	204,50	0,04
36,36	Čejetický_VD	204,39	204,41	0,02
36,15		204,43	204,39	-0,04
35,71		204,05	204,06	0,01

Ř. km	Lokalizace kalibračního bodu	Výška srovnávací hladiny (m n. m.)	Výška vypočítané hladiny (m n. m.)	Rozdíl (m)
35,69	ŽM Neuberk	204,08	204,03	-0,05
35,65		203,83	203,86	0,02
35,04		202,92	203,01	0,09
34,93		202,82	202,94	0,12
34,76	Kochánky	202,78	202,80	0,02
34,75		202,76	202,82	0,06
31,12		200,33	200,18	-0,15
30,77	Zámostí	199,42	199,63	0,21
26,91	Hrušov	196,69	196,77	0,08
25,65		196,28	196,38	0,10
25,22	i,ú	195,55	195,67	0,12
25,21	i,ú	195,78	195,58	-0,20
25,19	i,ú	195,57	195,45	-0,12
25,08	Horky, SM	195,21	195,32	0,11
22,66		193,45	193,41	-0,04
22,62	<i>Dražice</i>	<i>190,80</i>	<i>192,86</i>	<i>2,06</i>
22,35	<i>Dražice</i>	<i>190,74</i>	<i>192,51</i>	<i>1,77</i>
20,19		<i>189,94</i>	<i>190,71</i>	<i>0,77</i>
19,72	nad jezem Benátky	189,92	189,99	0,07
19,67	pod jezem Benátky	189,91	189,73	-0,18
19,32	Benátky	189,37	189,36	-0,01
19,28	Benátky	189,30	189,21	-0,09
18,97		188,92	188,73	-0,19
18,91		188,80	188,68	-0,12
14,81	<i>Kačov</i>	<i>184,94</i>	<i>184,57</i>	<i>-0,37</i>
11,81		181,93	181,77	-0,16
11,79	Tuřice, most	181,84	181,75	-0,09
11,53	stanice Předměřice	181,46	181,48	0,01
9,09		179,58	179,29	-0,29
6,94	Sojovice_most	176,86	176,86	0,00
4,74	Sojovice_VD	176,02	175,89	-0,13
1,89	Nový Vestec	173,75	173,64	-0,11
1,87	<i>Nový Vestec</i>	<i>173,33</i>	<i>173,62</i>	<i>0,29</i>
1,81	Nový Vestec	173,51	173,50	-0,01

Obrázek 5 – Kalibrace modelu v úseku ústí - Mladá Boleslav (Čejetický)



Obrázek 6 – Kalibrace modelu v úseku Mladá Boleslav (Čejetický) – Sovenice

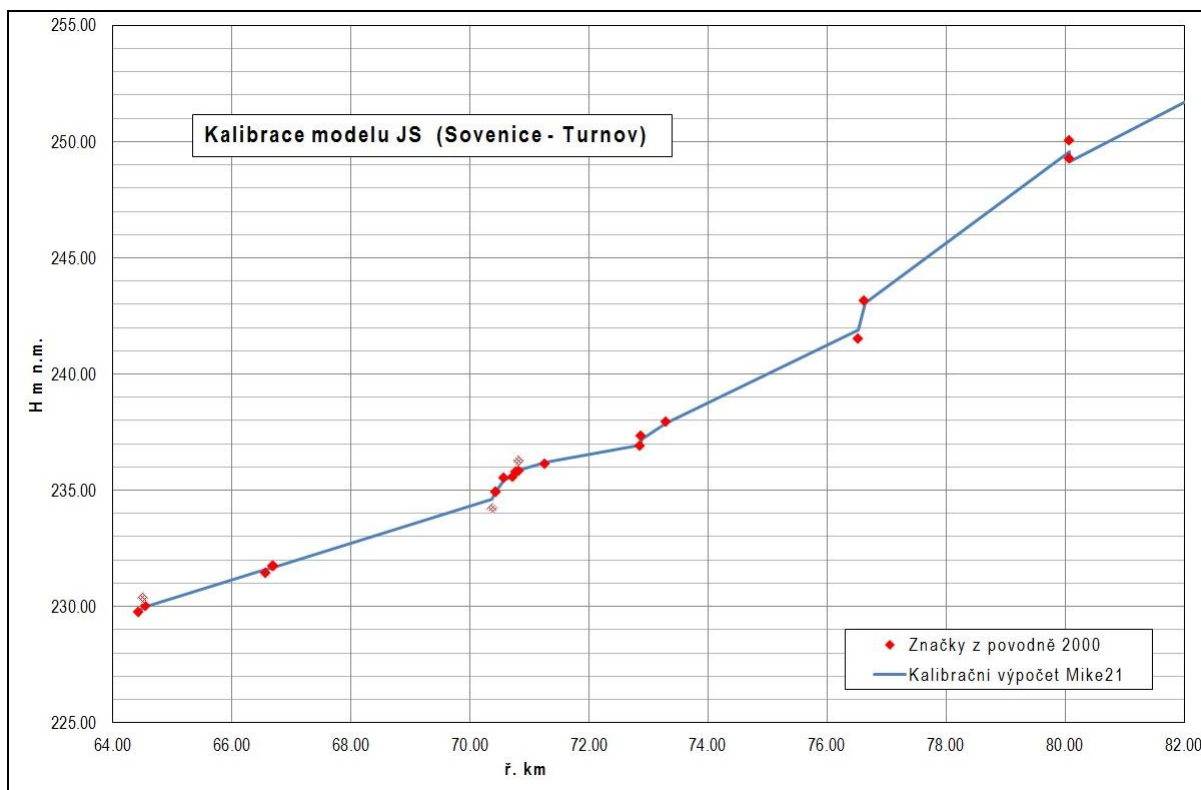


Tabulka 9 - Kalibrace **modelu JS** (Sovenice - Turnov)

Ř. km	Lokalizace kalibračního bodu	Výška srovnávací hladiny (m n. m.)	Výška vypočítané hladiny (m n. m.)	Rozdíl (m)
80,07	Turnov – Juta (na vzdušné straně mostu, na zdi firmy Juta)	249,23	249,15	-0,08
80,07	Turnov – na rohu Krajiřovy ulice (podchod - myší díra) - ze strany hlavní silnice k náměstí	250,04	249,56	-0,48
76,64	Přepeře na jezem*	243,16	243,06	-0,10
76,53	Přepeře - na vzdušné straně mostu, na opěrné zdi před mostem	241,48	241,89	0,41
73,30	Příšovice – Velký Písečák *	237,93	237,88	-0,05
72,89	Ploukonice nad silničním mostem	237,32	237,19	-0,13
72,86	Ploukonice pod silničním mostem	236,88	236,95	0,07
71,28	Svijany na náspem silničního mostu	236,11	236,20	0,09
70,83	Svijany	235,84	235,85	0,01
70,82	Svijany – silniční most: na břehovém pilíři silničního mostu, povodňová strana mostu	236,27	235,68	-0,59
70,78	Svijany	235,76	235,77	0,01
70,73	Svijany – břehový pilíř inundačního pole železničního mostu, značka rovnoběžně s osou toku	235,58	235,62	0,04
70,58	Svijany – dálniční most: břehový pilíř inundačního pole dálničního mostu, značka rovnoběžně s osou toku	235,54	235,41	-0,13
70,45	Svijany – nad jezem	234,95	234,97	0,02
70,44	Svijany - mlýn: Čelní strana objektu MVE Mlýna Perner	234,93	235,01	0,08
70,38	Svijany – pravý břeh odpadního kanálu	234,23	234,62	0,39
66,71	Březina – budova na levém břehu; cca 30 m od toku	231,71	231,68	-0,03
66,69	Březina – pod jezem *	231,70	231,64	-0,06
66,58	Březina – levý břeh, ostrov mezi tokem a odpadním kanálem MVE	231,42	231,61	0,19
64,57	Hubálov - VD Hubálov, oplocení pozemku v místě odbočení náhonu na MVE	230,02	230,00	-0,02
64,51	Hubálov – MVE, v úrovni jezu	230,36	230,02	-0,35
64,44	Hubálov – pod jezem	229,72	229,62	-0,10

* Značky udávané bez bližšího určení polohy, pouze dle ř.km

Obrázek 7 – Kalibrace modelu v úseku Sovenice - Turnov



V rámci kalibrace bylo dosaženo dobré shody vypočítaných hladin se výškami kalibračních bodů. Ve většině z početné sady kalibračních bodů bylo dosaženo shody do +/-15cm, výjimečně +/-20cm pro spodní model (ústí – Sovenice a shody +/-10 cm, výjimečně +/-20cm pro horní model (Sovenice – Turnov). Body, které jsou vyznačeny v grafu i v tabulce byly z kalibrace vyřazeny vzhledem k jejich logické nevěrohodnosti.

Pouze v případě Turnova, značky v podchodu na rohu Krajířovy ulice mohl být při povodni více zvýrazněn vliv horní vody z náhonu v kombinaci s lokálním jevem (např. ucpání podchodu).

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 území obcí uvedené v následující tabulce.

Tabulka 10 – Dotčené správní území obcí maximálním rozlivem

Kód ORP	Název ORP	Kód ICOB	Název obce
00904	Brandýs nad Labem-Stará Boleslav	538566	Nový Vestec
00904	Brandýs nad Labem-Stará Boleslav	538914	Lázně Toušeň
00904	Brandýs nad Labem-Stará Boleslav	564974	Káraný
9629	Mladá Boleslav	529613	Josefův Důl
09629	Mladá Boleslav	535419	Mladá Boleslav
09629	Mladá Boleslav	535427	Bakov nad Jizerou
09629	Mladá Boleslav	535451	Benátky nad Jizerou
09629	Mladá Boleslav	535486	Bitouchov
09629	Mladá Boleslav	535559	Brodce
09629	Mladá Boleslav	535818	Horky nad Jizerou
09629	Mladá Boleslav	535869	Hrdlořezy
09629	Mladá Boleslav	536067	Kochánky
09629	Mladá Boleslav	536172	Krnsko
09629	Mladá Boleslav	536440	Písková Lhota
09629	Mladá Boleslav	536491	Předměřice nad Jizerou
09629	Mladá Boleslav	536661	Sojovice
09629	Mladá Boleslav	557030	Skorkov
09629	Mladá Boleslav	565733	Hrušov
09629	Mladá Boleslav	566039	Jizerní Vtelnno
09629	Mladá Boleslav	570788	Bradlec
09629	Mladá Boleslav	570818	Dalovice

Kód ORP	Název ORP	Kód ICOB	Název obce
09629	Mladá Boleslav	570842	Vinec
09629	Mladá Boleslav	570982	Tuřice
09629	Mladá Boleslav	571806	Nová Ves u Bakova
09757	Mnichovo Hradiště	535923	Chocnějovice
09757	Mnichovo Hradiště	535974	Jivina
09757	Mnichovo Hradiště	536024	Kláster Hradiště nad Jizerou
09757	Mnichovo Hradiště	536261	Loukovec
09757	Mnichovo Hradiště	536326	Mnichovo Hradiště
09757	Mnichovo Hradiště	565822	Mohelnice nad Jizerou
09757	Mnichovo Hradiště	571938	Ptýrov
09757	Mnichovo Hradiště	535567	Březina
09757	Mnichovo Hradiště	536261	Loukovec
09757	Mnichovo Hradiště	536326	Mnichovo Hradiště
09757	Mnichovo Hradiště	536971	Žďár
09757	Mnichovo Hradiště	570770	Loukov
17160	Turnov	564354	Příšovice
17160	Turnov	564443	Svijany
17160	Turnov	577324	Modřišice
17160	Turnov	577413	Přepěře
17160	Turnov	577626	Turnov
17160	Turnov	577677	Všeň

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 známi pouze ve výpočetních profilech. Po provedení výpočtu a získání úrovně vodní hladiny v profilu je možné dopočítat rozdělení rychlostí v korytě a levé i pravé inundaci. Rychlosti jsou prezentovány pomocí vhodně distribuovaných bodů na příčných profilech. Distribuce bodů je závislá na velikosti vodního toku (koryta toku) a rozsahu

záplavového území. V korytě vodního toku bude vždy umístěn alespoň jeden bod charakterizující rychlost proudění v korytě.

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

6.4 Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů

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

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

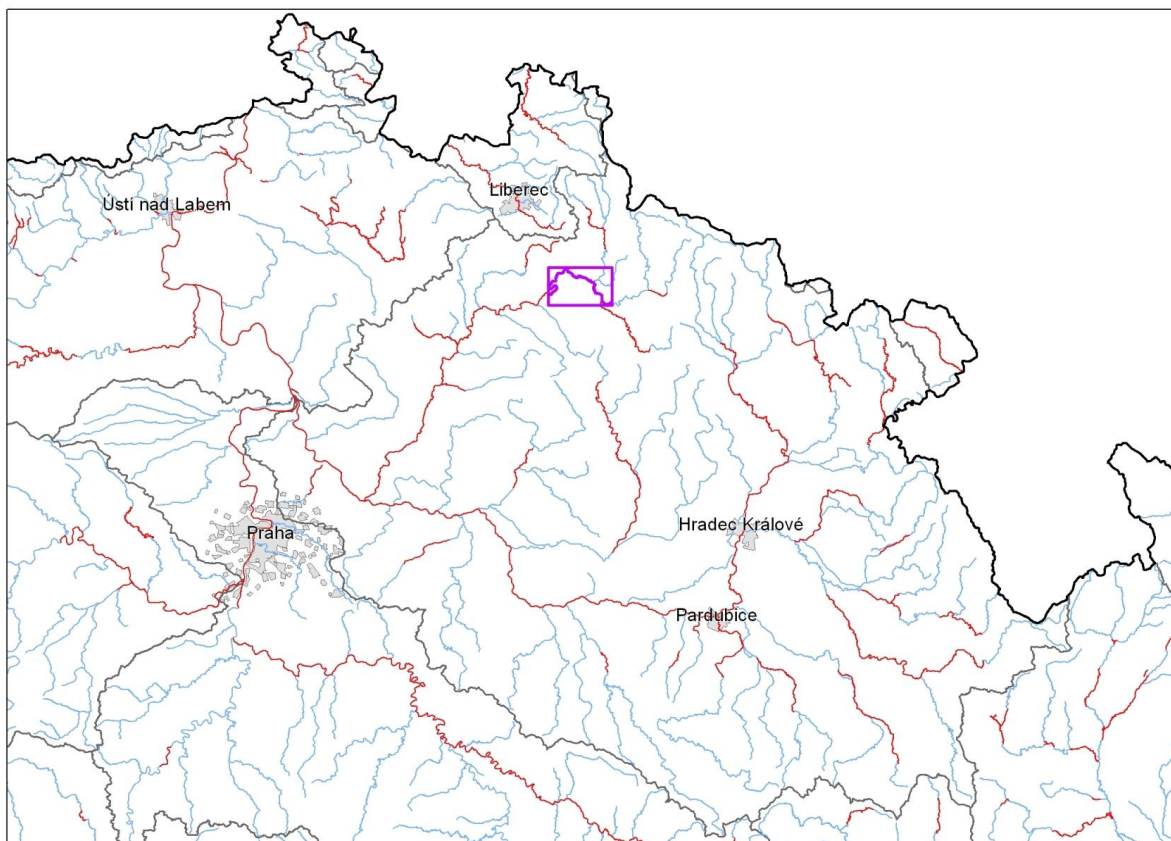


TVORBA MAP POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ A POVODŇOVÝCH RIZIK V OBLASTI POVODÍ HORNÍHO A STŘEDNÍHO LABE A UCELENÉHO ÚSEKU DOLNÍHO LABE

DÍLČÍ POVODÍ HORNÍ A STŘEDNÍ LABE

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

JIZERA - 10100009_2 - Ř. KM 83,000 - 110,000 (PL-2-2)



DUBEN 2013



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

JIZERA - 10100009_2 - Ř. KM 83,000 - 110,000 (PL-2-2)

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:



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

V PRAZE, DUBEN 2013.

Obsah:

1	Základní údaje	9
1.1	Seznam zkratk a symbolů	9
1.2	Cíle prací.....	9
1.3	Předmět práce	9
1.4	Postup zpracování a metoda řešení	9
2	Popis zájmového území	11
2.1	Všeobecné údaje	12
2.2	Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)	13
3	Přehled podkladů	15
3.1	Topologická data.....	15
3.1.1	Vytvoření (aktualizace) DMT	15
3.1.2	Mapové podklady.....	15
3.1.3	Geodetické podklady	16
3.2	Hydrologická data	16
3.3	Místní šetření	16
3.4	Doplňující podklady – technické a provozní informace, zprávy, studie, dokumenty, literatura.....	17
3.5	Normy, zákony, vyhlášky	17
3.6	Vyhodnocení a příprava podkladů	17
4	Popis koncepčního modelu	18
4.1	Schematizace řešeného problému.....	18
4.2	Posouzení vlivu nestacionarity proudění.....	18
4.3	Způsob zadávání OP a PP.....	18
5	Popis numerického modelu	19
5.1	Použité programové vybavení.....	19
5.2	Vstupní data numerického modelu.....	19
5.2.1	Morfologie vodního toku a záplavového území.....	19
5.2.2	Drsnosti hlavního koryta a inundačních území	20
5.2.3	Hodnoty okrajových podmínek	20
5.2.4	Hodnoty počátečních podmínek	20
5.2.5	Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat	20
5.3	Popis kalibrace modelu.....	21
6	Výstupy z modelu	22
6.1	Záplavové čáry pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	22
6.2	Hloubky pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	22
6.3	Rychlosti pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	22
6.4	Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů	23

1 Základní údaje

1.1 Seznam zkratek a symbolů

Tabulka 1 – Seznam zkratek a symbolů

Zkratka	Vysvětlení
Bpv	Výškový systém Balt po vyrovnání
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
DMR5G	Digitální model reliéfu České republiky 5. generace
DMT	Digitální model terénu
DMR4G	Digitální model reliéfu České republiky 4. generace
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
S_JTSK	Souřadný systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
ZABAGED®	Základní báze geografických dat – digitální topografický model
ZM-10	Základní mapa 1 : 10 000
ZÚ	Záplavová území
VÚV TGM	Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, v.v.i.
1D model	Matematický model jednorozměrného 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

Hydrologická data:

Pro účel studie byla zajištěna aktuální hydrologická data ČHMÚ (N-leté průtoky). Dále byla ke kalibračním účelům použita data ČHMÚ z povodně 2000 pro hlásný profil Železný Brod a povodňové značky poskytnuté Povodím Labe, s.p.

Topologická data:

Pro potřeby 1D matematického modelu byl využit digitální model terénu (DMT) zájmového území. Tento model vznikl sloučením tří základních zdrojů topologických dat – digitálního modelu koryta Jizery, bodů DMR5G a bodů DMR4G.

Sestavení hydrodynamického modelu:

Z původního modelu Jizery (2002) bylo použito pouze geodetické zaměření příčných profilů, které se použilo pro vytvoření digitálního modelu koryta. Následně byl tento model vložen do nového digitálního modelu celého zájmového území a použit jako základní vstupní podklad pro tvorbu údolních příčných profilů. Spojením příčných profilů, výpočetní osy, zadáním významných objektů na toku (mosty, jezy) a dalších parametrů byl vytvořen výpočetní model.

Hydraulické výpočty:

Byly provedeny pomocí MIKE 11 – matematického modelu pro simulace proudění v otevřených korytech a inundačních územích. Výpočty byly provedeny pro průtokové stavy Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} , které byly zároveň horní okrajovou podmínkou modelu. Hodnoty významných přítoků byly dopočteny z dostupných podkladů a připojeny do modelu jako bodové zdroje. Dolní okrajová podmínka byla převzata z navazujícího 2D modelu Jizery.

Výsledky výpočtů:

Z výstupů simulací byly pro všechny průtokové stavy Q_N vygenerovány:

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

na základě kterých byly vytvořeny mapy povodňového nebezpečí.

2 Popis zájmového území

Název toku:	JIZERA
ID úseku IDVT CEVT	10100009_2
Číslo hydrologického pořadí toku:	1-05-02-001
Říční kilometry začátku a konce úseku:	ř. km 83 – 110
Významná vodní díla:	-
Významné přítoky:	Kamenice Oleška

Celý zájmový úsek toku je zařazen MŽP do databáze toků v oblastech s významným povodňovým rizikem (2009, I. etapa)

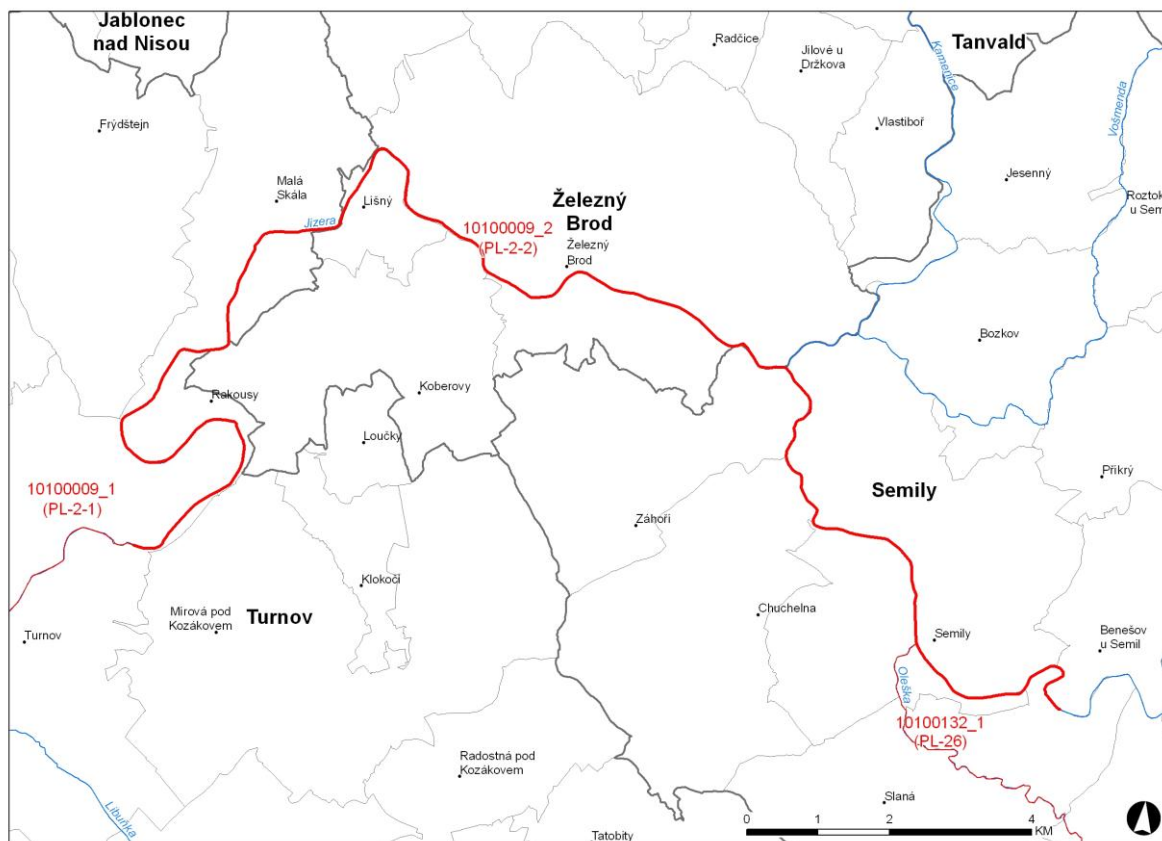
Jizera je největším přítokem Labe nad soutokem s Vltavou. Pramení jihovýchodně od Smrku v Jizerských horách – má dvě zdrojnice, jednu (hlavní) na polské straně, ve výšce 885, druhou na našem území, ústí zprava do Labe u Toušeně ve výšce 169 m n. m., plocha povodí je 2193,4 km², délka toku 163,9 km, průměrný průtok u ústí 23,9 m³.s⁻¹ (průměrný průtok v profilu – Železný Brod je 16,6 m³.s⁻¹). Největší tok na území Libereckého kraje, který zprvu protéká územím CHKO Jizerské hory, dále po hranici Krkonošského národního parku, poté Jilemnickým a Železnobrodským Podkrkonoším, níže přetíná Ještědsko-kozákovský hřbet a u Turnova vstupuje do otevřeného rovinného terénu, které tok doprovází v celé délce mimo území Libereckého kraje.

Významný vodní tok, až k Dolánkám pstruhová voda, vodácké využití. Je zdrojem pro úpravnu pitné vody v profilu Benátky nad Jizerou a zejména Sojovice. Hlavní vodárna v Káraném pak je jednou z hlavních zásobáren pitné vody pro Prahu. Tok Jizery je na průtoku krajem většinou přirozený, bez rozsáhlejších regulací. Nejhořejší část na území NPR Rašeliniště Jizery představuje unikátní fenomén náhorního meandrujícího toku s výraznými šterkovitými náplavy obklopenými největším rašeliništním komplexem v Jizerských horách, východně od osady Jizerka tok nabývá bystřinný charakter s balvanitým řečištěm. Až k Turnovu se střídají úseky s poměrně výrazným spádem a kamenitým řečištěm s klidnějšími úseky, místy umělého charakteru (jezy), břehy jsou obvyklé srázné až skalnaté. Výrazným geomorfologickým útvarem je tzv. soutěska pod Bítouchovem u Semil, původně velmi úzká, ve 2. polovině 19. století odštělem rozšířená do dnešní podoby. V nedávné minulosti platila Jizera za jeden z našich nejčistějších toků (do Semil II. třída čistoty, níže III.), v současnosti je ale již celý tok veden ve III. třídě.

Podklady:

Název toku	zdroj VÚV TGM, v.v.i.
ID úseku IDVT CEVT	zdroj Ministerstvo zemědělství
Číslo hydrologického pořadí toku	zdroj ČHMÚ
Úsek toku	zdroj Povodí Labe, s.p.
Významná vodní díla	zdroj ZM-10, Povodí Labe, s.p.
Významné přítoky	zdroj ZM-10

Obrázek 1 – Přehledná mapa řešeného území



2.1 Všeobecné údaje

Posuzovaný úsek Jizery byl určen od ř. km 83,00 (konec Turnova) do ř. km 110,00 (konec Semil) dle kilometráže poskytnuté objednatelem studie a přesně vymezen zadanými souřadnicemi začátku a konce toku:

začátek:	x =	-682069,13	y =	-993420,08
konec:	x =	-669079,67	y =	-995723,41

Větší sídelní celky v zájmové území jsou Semily a Železný Brod. Vodní síla Jizery byla využívána odpradávně, v novějších dějinách především při výrobě v textilních továrnách. Spád toku má potenciál i k energetickému využití – časté objekty malých vodních elektráren.

Za historicky významné vodní dílo se dá považovat malá vodní elektrárna Spálov. Stavba začala v roce 1921. Část Riegrovy turistické stezky byla ze břehu Jizery přeložena do vyšších partií terénu, byly zbudovány dva provizorní dřevěné mosty přes řeku, začala výstavba a ražení štoly. V červnu roku 1923 byla prvními výkopy zahájena stavba strojovny a rozvodny, v roce 1924 se stavebníci pustili do betonování úbočního kanálu, montáž turbín a generátorů přišla na řadu v dubnu 1925. V květnu roku 1926 byla strojovna uvedena do zkušebního provozu. V době výstavby Spálovské elektrárny se jednalo o vrchol tehdejších možností, jak po technologické, tak i po stavební stránce. Vzduchovací zařízení, kterým je kamenný jez se šterkovou propustí, bylo postaveno v jednom z nejužších míst soutěsky, těsně před začátkem rychlých a prudkých peřejí. Přímou u jezu odbočuje ve skále ražená štola, která tvoří první část přiváděče elektrárny. Po 1323 metrech přechází do betonové štoly, která jako úboční kanál přivádí vodu do vtokového objektu nad samotnou elektrárnou. Odtud je voda přivedena tlakovým potrubím přímo na turbíny vlastní elektrárny. Původně byla Spálovská elektrárna osazena dvěma Francisovými turbínami a dosahovala výkonu 2000 kW.

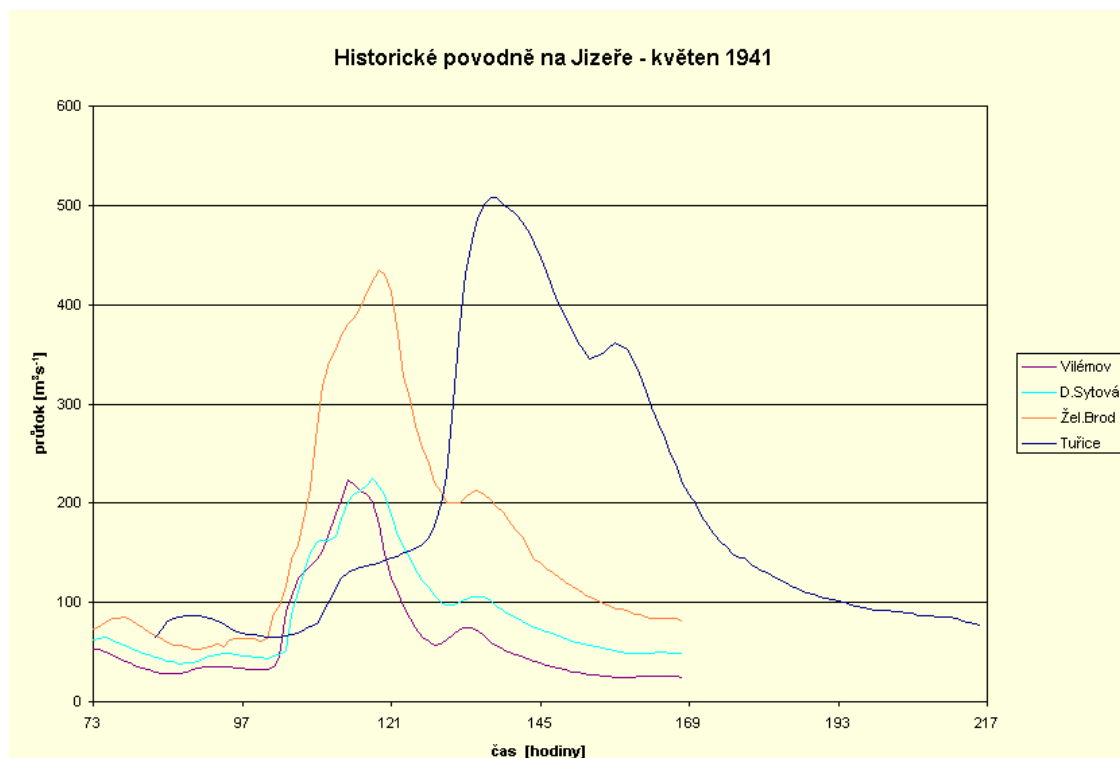
2.2 Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)

V minulosti došlo na Jizeře několikrát k velkým povodním, které způsobily značné škody v inundačních územích. Mezi zdokumentované historické povodně patří velké vody z let 1941, 1978 a 2000.

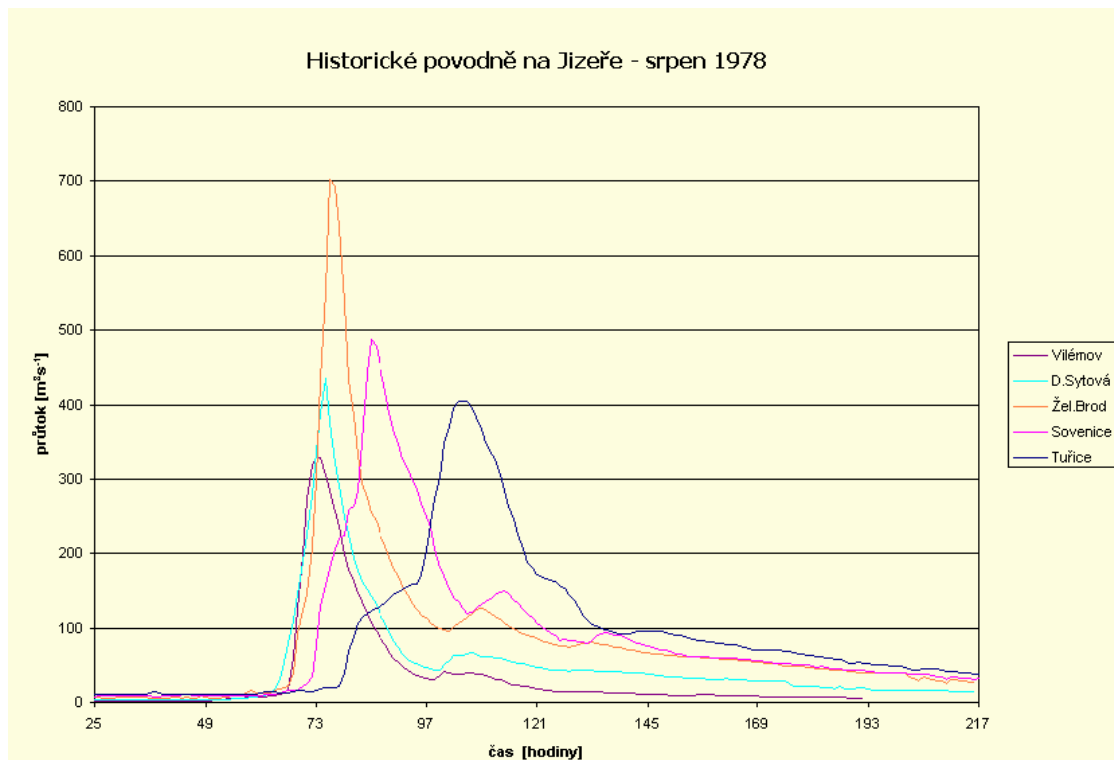
Tabulka 2 – Historické povodně

Rok	Stanice	Průtok (m ³ /s)
1941	Železný Brod	435
1978	Železný Brod	702
2000	Železný Brod	551

Obrázek 2 – Průběh povodně 1941

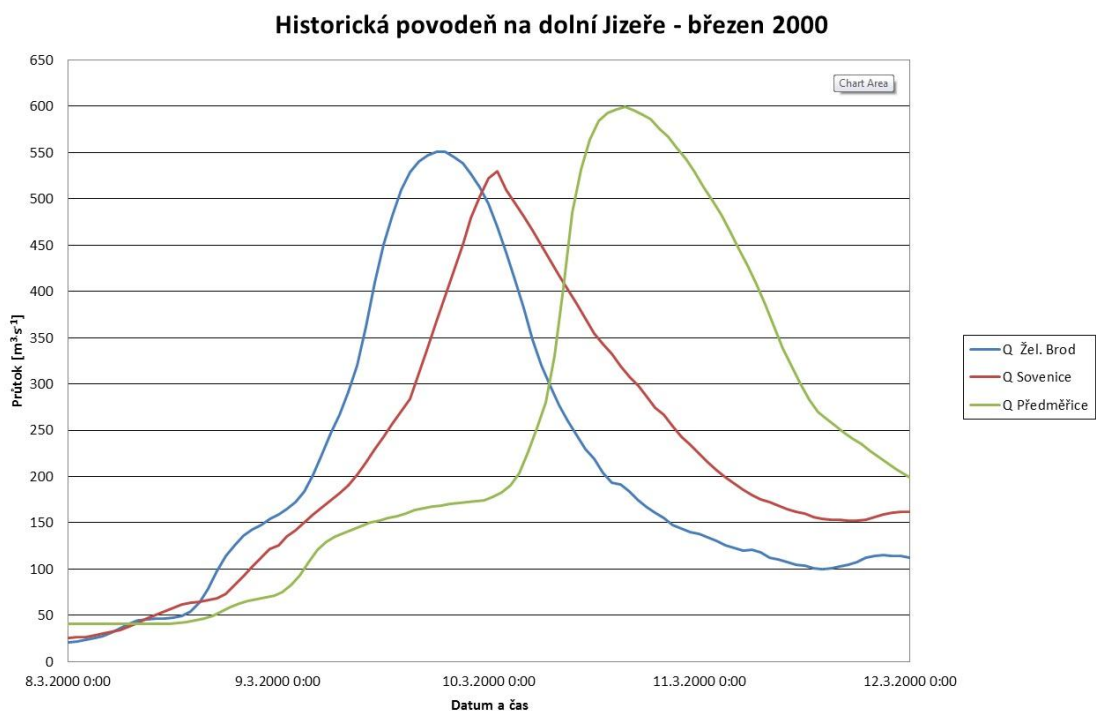


Obrázek 3 – Průběh povodně 1978



V roce 2000, byly hlavními faktory povodně intenzivní srážky a rychlé tání sněhu. Povodňový průtok, který tato situace vyvolala, měl v Jizeře největší vodnost v úseku Železný Brod - ústí do Labe a to s dobou opakování 50 až 100 let. U přítoků Jizery byla zaznamenána nejvyšší vodnost na úrovni Q_{10-20} na Kamenici ve stanici Jesenný.

Obrázek 4 – Průběh povodně 2000



3 Přehled podkladů

V souladu s vyhláškou č. 236/2002 sb. byly použity pro zpracování návrhu záplavového území tyto podklady. Pravidla pro citace podkladů se řídí dle ČSN ISO 690 (01 0197).

Hydrologické podklady:

- Hodnoty N-letých průtoků (ČHMÚ, 2011)
- Bilance povodně 2000 (ČHMÚ, 2013)

Topologické podklady:

- DMT (DHI, a.s. 2012)
- DMR5G (ČZÚK, a.s., 2011)
- DMR4G (ČZÚK, a.s., 2011)
- ORTOFOTO v digitální podobě (geoportál CENIA)
- ZABAGED v digitální podobě (Povodí Labe, s.p.)

Další podklady:

- Říční kilometráž (digitální, Povodí Labe, s.p.)
- Osa toku (digitální, Povodí Labe, s.p.)
- Povodňový model Jizera, v úseku Turnov – Železný Brod (DHI Hydroinform, a.s., 2002)
- Kalibrační podklady – Q-h křivky měrných profilů (Povodí Labe, s.p.)
- Fotodokumentace a odborné poznatky z terénního šetření (DHI Hydroinform, a.s., 2002 a DHI, a. s. 2012)
- Souhrnná zpráva o povodni v březnu 2000 v uceleném povodí Labe (Povodí Labe, s.p.)

3.1 Topologická data

Topologická data jsou základním zdrojem, který je potřebný pro sestavení hydrodynamického modelu. Pomocí nich je možné popsat řešené území, sestavit digitální model terénu a vytvořit vhodnou schematizaci modelu. Jednotlivé topologické podklady jsou popsány v následujících kapitolách.

3.1.1 Vytvoření (aktualizace) DMT

DMT je prostorová plocha, která více nebo méně zdařile (podle kvality zadání) kopíruje skutečný (zaměřený) nebo projektovaný terén. Vzniká na základě zadaných 3D bodů. Pro vytvoření modelu byl použit Digitální model reliéfu ČR 5. generace (DMR 5G), který 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, H s úplnou střední chybou výšky 0,14 m. V místech kde nebyl DMR 5G dostupný, byl použit DMR 4G. Dno Jizery bylo vymodelováno pomocí lineární interpolace zaměřených příčných profilů s akceptováním směrového vedení toku. K tomuto kroku byl použit software ATLAS. Výsledný digitální model terénu zájmového území byl sestaven z výše zmíněných částí s využitím software ArcMap. Trojúhelníková síť (tin) DMT se rovněž převedla na georeferencovaný tiff s velikostí pixelu 2m x 2m. Zhotovitelem této části bylo DHI, a.s., (2012).

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

3.1.2 Mapové podklady

Bylo využito informací ze základní báze geografických dat ZABAGED®, což je digitální geografický model území České republiky (ČR) na úrovni podrobnosti Základní mapy ČR 1:10 000 (ZM 10). ZABAGED® je součástí informačního systému zeměměřictví a patří mezi informační systémy veřejné správy. Je vedena v podobě

bezešvé databáze pro celé území ČR v centralizovaném informačním systému spravovaném Zeměměřickým úřadem. Polohopisná část ZABAGED® obsahuje dvourozměrně vedené (2D) prostorové informace a popisné informace o sídlech, komunikacích, rozvodných sítích a produktovodech, vodstvu, územních jednotkách a chráněných územích, vegetaci a povrchu, terénním reliéfu.

Nedílnou součástí při konstruování výpočetní sítě byla aktuální ortofotomapa CENIA (což je česká informační služba MŽP).

Všechny souřadnice jsou v polohopisném systému S_JTSK.

3.1.3 Geodetické podklady

Jak bylo uvedeno v předchozí kapitole, koryto řeky bylo v DMT vymodelováno z geodeticky zaměřených příčných profilů. V měsíci březnu až dubnu 2002 bylo provedeno firmou Geošrafo, s.r.o zaměření podrobného bodového pole pro vykreslení příčných profilů toku Jizery. Dále byly zaměřeny podrobné body pro vykreslení veškerých objektů na řece. Zájmové území bylo určeno od nadjezí v Dolánkách (ř.km. 83,3) po soutok s Mumlavou (ř.km 143,0). Jednotlivé profily byly specifikovány zadavatelem v průměrné vzdálenosti cca 250 m a dále voleny v místech terénních hrázek, jezů, stupínků a mostů. Body v profilech jsou voleny dle cílového použití, tj. pro hydrotechnické výpočty. Kódování charakteristických bodů v řezech bylo prováděno v terénu při měření a poté verifikováno i v grafické podobě. Na celém úseku se dále zaměřovali větší přítoky, vtoky a náhony.

Připojení do souřadnicového systému JTSK bylo provedeno napojením na pevně stabilizované polygonové pořady třídy přesnosti 3 z bodů PBPP a z bodů připojených metodou GPS. Připojení do výškového systému Bpv bylo provedeno z bodu GPS. Měření bylo provedeno totálními stanicemi Topcon GTS 212, Topcon CTS-2 a GPS stanicí Leica.

Pořizovatelem zaměření je Povodí Labe, s.p.

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

3.2 Hydrologická data

Do matematického modelu byla použita data z následně uvedených profilů:

Tabulka 3 - 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 Oleškou	1. 1. 2010	106,9	234	346	493	659	III.
Pod Oleškou	1. 1. 2010	106,5	280	413	584	776	III.
Nad Kamenicí	1. 1. 2010	101,5	286	421	595	790	III.
Nad Libuňkou	1. 1. 2010	79,5	334	488	687	909	III.

3.3 Místní šetření

Z větší části se vycházelo z podrobné rekognoskace území provedené firmou Hydroinform a. s. 3. – 5. 6. 2002. Další rekognoskace byla provedena zpracovatelem 6. 12. 2011. Při průběhu se kladl důraz na změny, které se v průběhu 10 let odehrály, hlavně na změny koryta a terénu inundací, které by si vyžádaly dodatečné zaměření

změněných příčných profilů. Výsledkem této rekognoskace byl závěr, že není nutné přistoupit k dodatečnému geodetickému zaměření a že stávající zaměření lze plně využít ke stavbě nového modelu. Aktuálnost jednotlivých příčných profilů navíc zajistilo i použití dat DMR5G, které plně postihlo případné terénní úpravy.

Koryto vodního toku je v celé délce na březích lemováno vzrostlými stromy, svahy jsou porostlé křovisky a hustými travinami, vyjma intravilánu, kde se jedná o udržovaný travní porost.

Inundační území je v intravilánu měst tvořeno budovami a objekty občanského a průmyslového charakteru, travními a ostatními volnými plochami (hřiště, parkoviště, parky). V blízkosti měst, obcí a vesnic se při březích Jizery nacházejí zahrádkářské kolonie.

Zájmový tok protéká oblastmi významnými z hlediska ochrany přírody. Jedná se zejména o přírodní rezervaci Údolí Jizery u Semil a Bítouchova, kde se kolem Jizery vine Riegerova naučná stezka. Dále tok obklopuje Přírodní park Maloskalsko a CHKO Český ráj.

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

Jako doplňující podklad byla použita Souhrnná zpráva o povodni v březnu 2000 v uceleném povodí Labe.

3.5 Normy, zákony, vyhlášky

Postupy zpracování studie byly v souladu s níže uvedenými dokumenty v jejich platném znění:

- [1] ČSN 75 0110 Vodní hospodářství – Terminologie hydrologie a hydro ekologie.
- [2] ČSN 75 1400 Hydrologické údaje povrchových vod.
- [3] TNV 75 2910 Manipulační řády vodních děl na vodních tocích.
- [4] TNV 75 2931 Povodňové plány.
- [5] Vyhláška MŽP 236/2002 Sb., o způsobu a rozsahu zpracovávání návrhu a stanovování záplavových území.
- [6] Vyhláška č. 470/2001 Sb., kterou se stanoví seznam významných vodních toků a způsob provádění činností souvisejících se správou vodních toků.
- [7] Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.

U uvedených zákonů, nařízení a vyhlášek se předpokládá jejich platné znění.

3.6 Vyhodnocení a příprava podkladů

Poskytnuté topologické a hydrologické podklady plně pokryly zájmové území.

Za nedostatečné lze považovat nepřesnost DMR5G několika lokalit s nepřehledným terénem porostlým hustými křovisky a travinami, kde bylo zjištěno převýšení nad skutečným terénem (zaměřeným geodeticky v příčném profilu) o 2 – 3 m, většinou se však jednalo o lokální území, které netvořilo souvislou linii a tudíž, zde nemohlo v DMT dojít k umělému zvyšování souvislých břehových hran (to by pak mohlo negativně zkreslit stanovení rozsahu ZÚ).

4 Popis koncepčního modelu

Vzhledem k poměrné sevřenosti koryta Jizery byl zvolen jako nejvhodnější 1D model. Model je postaven jako nevětvený, sestavený z údolních profilů.

4.1 Schematizace řešeného problému

Zájmový úsek toku tvoří meandrující koryto Jizery o šíři do cca 45m. Tok je většinou dobře ohraničen okolním terénem, proto nebylo zapotřebí použít větvenou výpočetní síť. Vzdálenost profilů je cca 200 – 300 metrů. V případě přítomnosti objektů na toku je vzdálenost podstatně kratší, aby došlo k dobrému popsání situace. Celkový počet příčných profilů na cca 30 km dlouhém úseku je 156.

V modelu je celkem 7 jezů zadaných profilem jako Broad Crested Weir a dalších 12 objektů (většinou mostů, lávek) zadaných do modelu rovněž profilem.

4.2 Posouzení vlivu nestacionarity proudění

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

4.3 Způsob zadávání OP a PP

Horní okrajové podmínky - byly zadány na vstupu do výpočetní sítě v ř. km 110,281 byly použity příslušné N leté průtoky. Do modelu byly zaneseny dva významné přítoky. Oleška v ř. km 106549 jako bodový zdroj a Kamenice v ř. km 101313 také jako bodový zdroj.

Dolní okrajové podmínky – byly převzaty z navazujícího úseku modelovaného ve 2D.

Počáteční podmínky – kóty hladin ve všech profilech výpočetní sítě byly odvozeny z výsledků dříve provedených výpočtů ustáleného proudění a použity ve formě hotstartu.

5 Popis numerického modelu

5.1 Použité programové vybavení

Pro jednorozměrný model byl použit prostředek MIKE 11 ver. 2011. Programový prostředek MIKE 11 (DHI) je matematický jednorozměrný model, tzv. 1D model, popisující neustálené proudění v otevřených přirozených nebo umělých korytech a v přilehlých inundačních územích extravilánu nebo intravilánu.

Struktura modelu je založena na jednotlivých modulech, jež jsou navzájem spojeny společnými datovými soubory. Znamená to například, že dva různé moduly využívají tatáž data jako své vstupní soubory nebo že výsledkový soubor jednoho modulu je vstupním souborem modulu druhého. Výhodou takového uspořádání modelu je možnost efektivního nasazení vybraných modulů podle potřeb a zaměření konkrétního projektu či studie.

5.2 Vstupní data numerického modelu

Z dostupných podkladů (viz kap. 3.1 Topologické podklady) byl nejprve sestaven digitální model terénu za využití softwaru ArcMap. Do tohoto modelu bylo vloženo koryto, které bylo vymodelováno z geodeticky zaměřených příčných profilů na toku. Tímto bylo dosaženo maximální možné přesnosti koryta v digitálním modelu terénu. Následně byly vyříznuty příčné profily zájmového území včetně inundací, které se použily jako vstupní podklad do modelu Mike 11. Příčné profily jsou vyříznuty po cca 200 – 300 metrech a odpovídají profilům geodetického zaměření. Ve městech a úsecích, kde se nacházejí objekty na toku (mosty, jezy) je vzdálenost jednotlivých profilů podstatně menší. Pro potřeby studie je míra schematizace zájmového území dostatečně jemná pro podrobný popis prostorových jevů proudění v oblasti. Pilíře mostů, jezové pilíře a přelivné hrany jezů jsou v modelu zaznamenány.

5.2.1 Morfologie vodního toku a záplavového území

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

Pohyblivé jezy jsou v modelu za všech simulovaných průtoků Q_N vyhrazeny, naopak všechny MVE byly zahrazeny (zavřeny). Mosty jsou v modelu zadány profilem.

Tabulka 4 – Přehled objektů na toku

Název profilu	ř. km
MOST RAKOUSY ŽELEZNIČNÍ TRAŤ JEV_ID: 400046117 AKM: 85,865	86,135
MOST MALÁ SKÁLA SILNICE JEV_ID: 400046120 AKM: 90,670	90,937
JEZ MALÁ SKÁLA JEV_ID: 400046121 AKM: 91,100	91,353
MOST VRANOVÉ-LÁVKA JEV_ID: 400046123 AKM: 91,400	91,657
MOST LÍŠNÝ SILNICE JEV_ID: 400046124 AKM: 92,920	93,200
JEZ LÍŠNÝ JEV_ID: 400046125 AKM: 94,34	94,585
MOST ŽELEZNÝ BROD ŽELEZNICE JEV_ID: 400046160 AKM: 96,445	96,644
JEZ ŽELEZNÝ BROD JEV_ID: 400046161 AKM: 97,480	97,714
MOST ŽELEZNÝ BROD SILNICE JEV_ID: 400046171 AKM: 97,590	97,827
MOST ŽELEZNÝ BROD-LÁVKA JEV_ID: 400046172 AKM: 98,150	98,380

Název profilu	ř. km
MOST SPÁLOV ŽELEZNICE JEV_ID: 400046173 AKM: 101.125	101,342
JEZ BÍTOUCHOV JEV_ID: 400046174 AKM: 103,388	103,651
MOST BÍTOUCHOV-LÁVKA JEV_ID: 400046179 AKM: 104,752	105,046
MOST SEMILY-PROVIZORNÍ JEV_ID: 400046180 AKM: 105.605	105,883
JEZ SEMILY JEV_ID: 400046188 AKM: 107,533	105,970
MOST SEMILY SILNICE JEV_ID: 400046186 AKM: 106.241	106,530
JEZ SEMILY JEV_ID: 400046188 AKM: 107,533	107,809
MOST SEMILY LÁVKA JEV_ID: 400046190 AKM: 108,100	108,909
JEZ BENEŠOV I JEV_ID: 400046191 AKM: 109.73	110,034

5.2.2 Drsnosti hlavního koryta a inundačních území

V jednotlivých příčných profilech byla drsnost stanovena jednotně a měnila se pouze po úsecích říční sítě, tak aby stanovené hodnoty umožnily kalibraci modelu na povodňové značky. Byly použity hodnoty Manningova součinitele drsnosti (n) v rozmezí 0,036 – 0,058.

5.2.3 Hodnoty okrajových podmínek

Tabulka 5 - N -leté povodňové průtoky uvažované při hydraulickém řešení

Úsek název vodního toku / N - leté průtoky Q_N	Úsek toku (km od - do)	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Poznámka
Jizera nad přítokem Olešky	110,000 – 106,673	234	346	493	659	-
Jizera pod přítokem Olešky	106,673 – 101,342	280	413	584	776	-
Jizera pod přítokem Kamenice	101,342 – 82,969	328	480	676	895	-

Dolní okrajové podmínky byly převzaty z navazujícího úseku modelovaného ve 2D.

5.2.4 Hodnoty počátečních podmínek

Počáteční podmínky – kóty hladin ve všech profilech výpočetní sítě byly odvozeny z výsledků dříve provedených výpočtů ustáleného proudění a použity ve formě hotstartu.

5.2.5 Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat

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

5.3 Popis kalibrace modelu

Kalibrace modelu byla provedena pomocí série kalibračních výpočtů, při kterých byly upravovány hodnoty součinitelů drsnosti v celé ploše modelu tak, aby při shodných průtocích bylo dosaženo uspokojivé shody mezi vypočtenými a zaměřenými průběhy hladin, resp. povodňovými značkami hladin. Výsledek kalibračních výpočtů je uveden v následujícím grafu a tabulce.

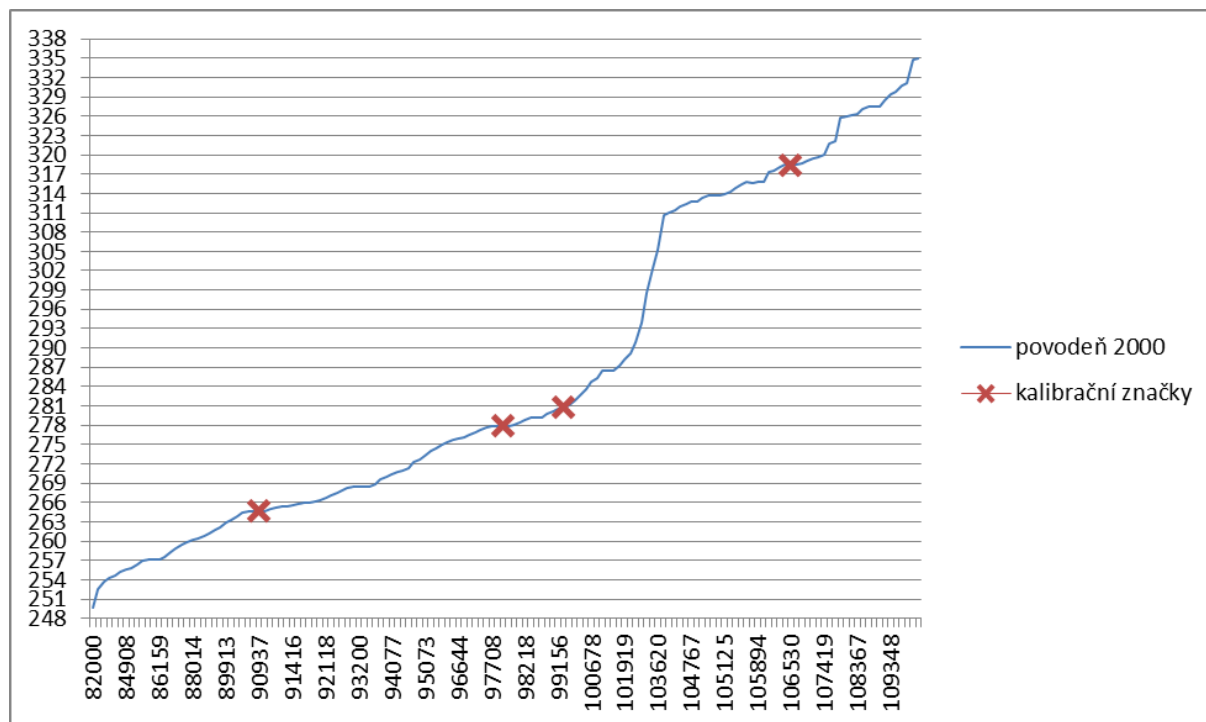
V zájmové oblasti existuje pouze jeden ucelený soubor dat, který je vhodný ke kalibraci matematického modelu. Jedná se o nashromážděná data z povodně roku 2000.

Pro povodeň 2000 byl znám hydrogram a kulminační průtok v měrném profilu Železný Brod a dále soubor ověřených povodňových značek (předáno povodím Povodím Labe s.p.) v celé délce zájmového úseku. Kalibrace byla provedena na konečný průtok 551 m³/s. Na vstupu do modelu byl použit průtok 336.4 m³/s, dále se tento průtok navýšil o 45.6 m³/s jako bodový zdroj z Olešky a 169 m³/s jako bodový zdroj z Kamenice.

Tabulka 6 - Kalibrace modelu

Ř. km	Lokalizace kalibračního bodu	Výška srovnávací hladiny (m n. m.)	Výška vypočítané hladiny (m n. m.)	Rozdíl (m)
106,24	Na pilíři mostu, povodňová strana	318,39	318,39	0,00
99,05	Stanice limnigrafu Železný Brod	280,78	280,78	0,00
97,59	Naproti mostu na obytném domě, Barum Servis čp. 1250	277,90	277,90	0,00
90,67	Na opěrné zdi u restaurace a galerie	264,67	264,67	0,00

Obrázek 5 – Kalibrace modelu



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 území obcí uvedené v následující tabulce.

Tabulka – Dotčené správní území obcí maximálním rozlivem

Kód ORP	Název ORP	Kód ICOB	Název obce
5110	Železný Brod	563676	Líšný
5110	Železný Brod	563871	Železný Brod
5109	Turnov	563706	Malá Skála
5109	Turnov	577448	Rakousy
5109	Turnov	577626	Turnov
5107	Semily	577529	Slaná
5107	Semily	576999	Benešov u Semil
5107	Semily	577707	Záhoří
5107	Semily	576964	Semily

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 známi pouze ve výpočetních profilech. Po provedení výpočtu a získání úrovně vodní hladiny v profilu je možné dopočítat

rozdělení rychlostí v korytě a levé i pravé inundaci. Rychlosti jsou prezentovány pomocí vhodně distribuovaných bodů na příčných profilech. Distribuce bodů je závislá na velikosti vodního toku (koryta toku) a rozsahu záplavového území. V korytě vodního toku bude vždy umístěn alespoň jeden bod charakterizující rychlost proudění v korytě.

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

6.4 Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů

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

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