



OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti

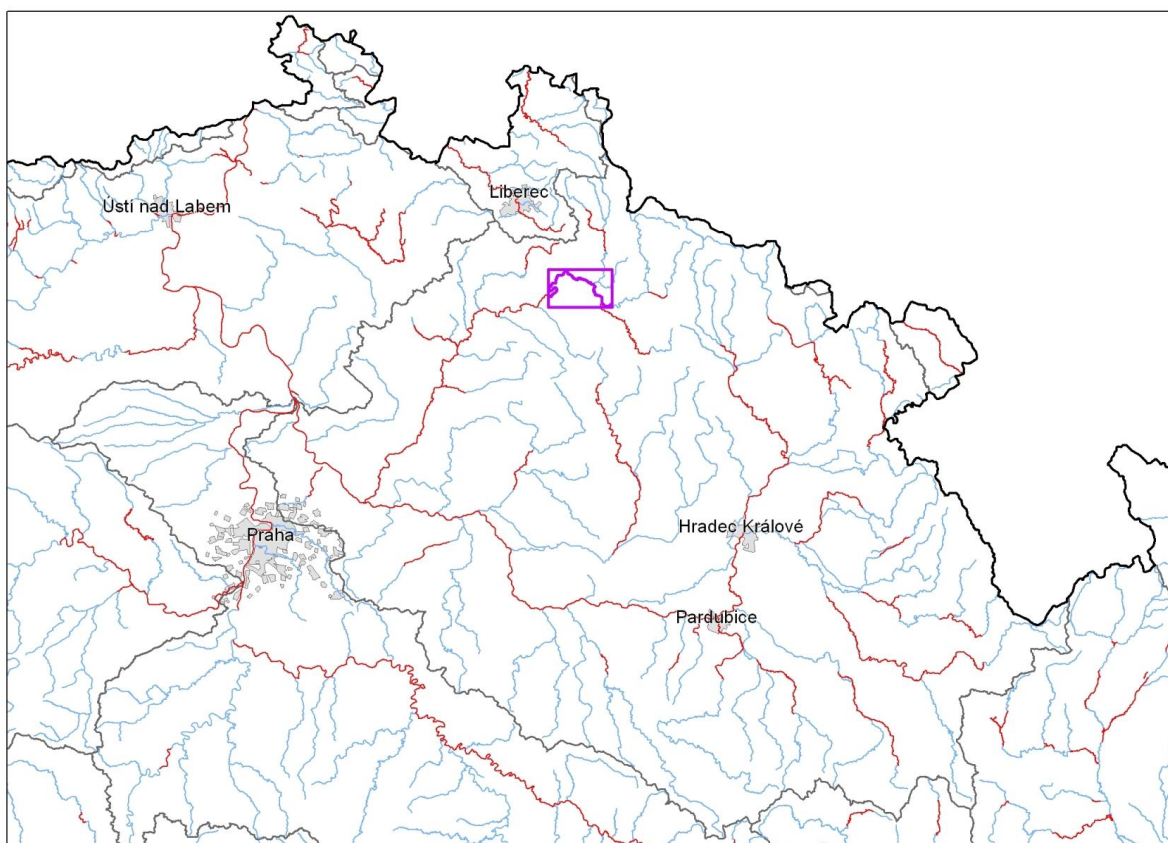
Pro vodu,
vzduch a přírodu

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)



DUBEN 2013





OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti

Pro vodu,
vzduch a přírodu



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 zkratk a symbolů

Tabulka 1 – Seznam zkratk 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)

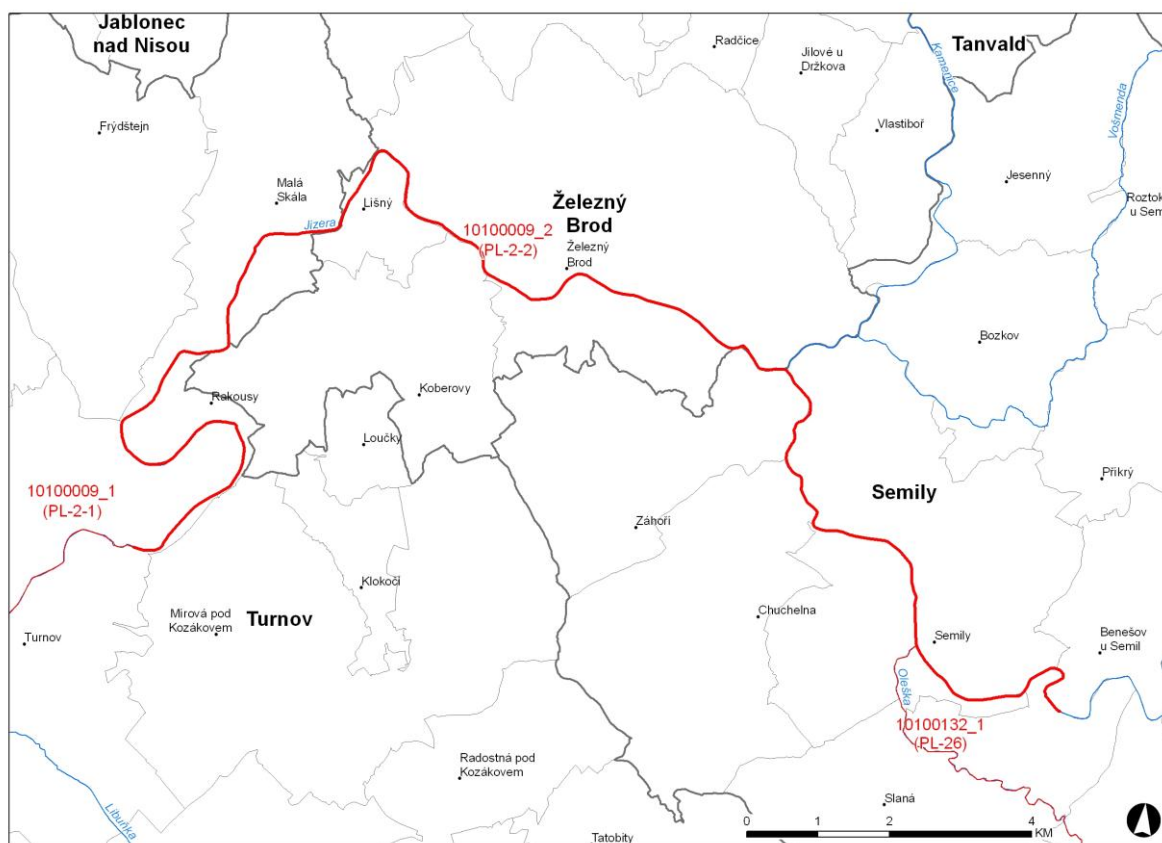
Jizera je největším přítokem Labe nad soutokem s Vltavou. Pramení jihovýchodně od Smrku v Jizerských horách – má dvě zdrojnice, jednu (hlavní) na polské straně, ve výšce 885, druhou na našem území, ústí zprava do Labe u Toušeně ve výšce 169 m n. m., plocha povodí je 2193,4 km², délka toku 163,9 km, průměrný 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 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

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. Vzdouvací 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.

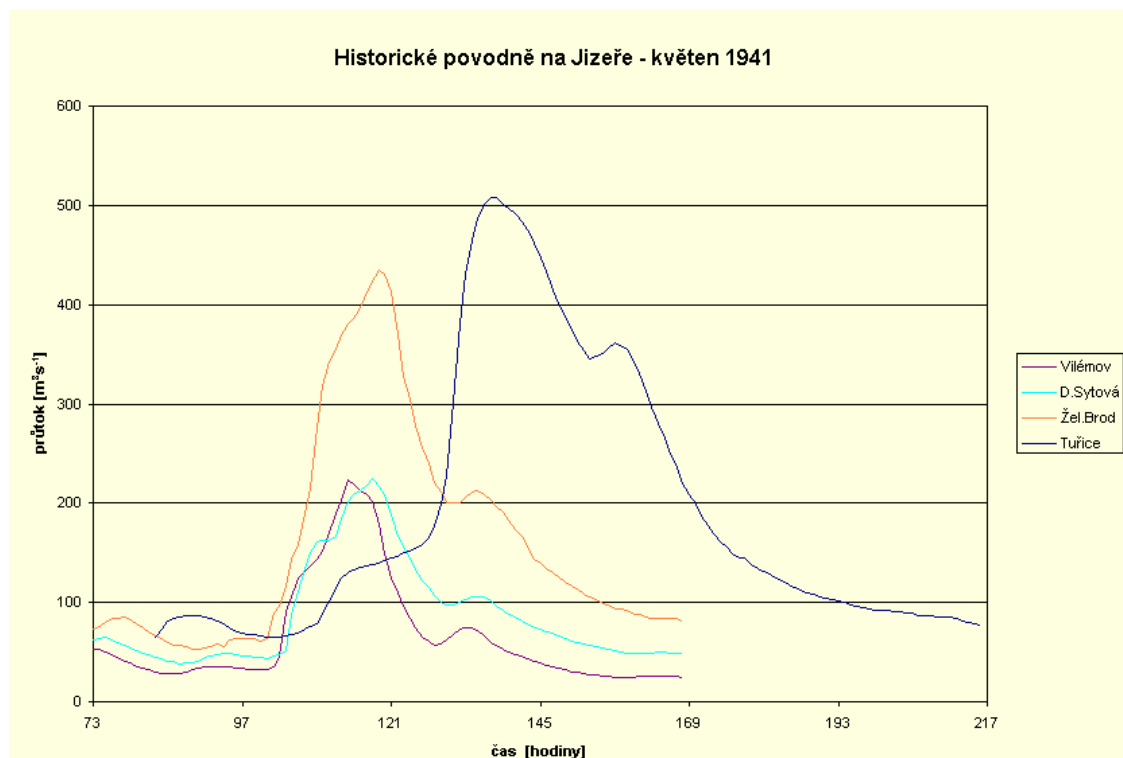
2.2 Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)

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.

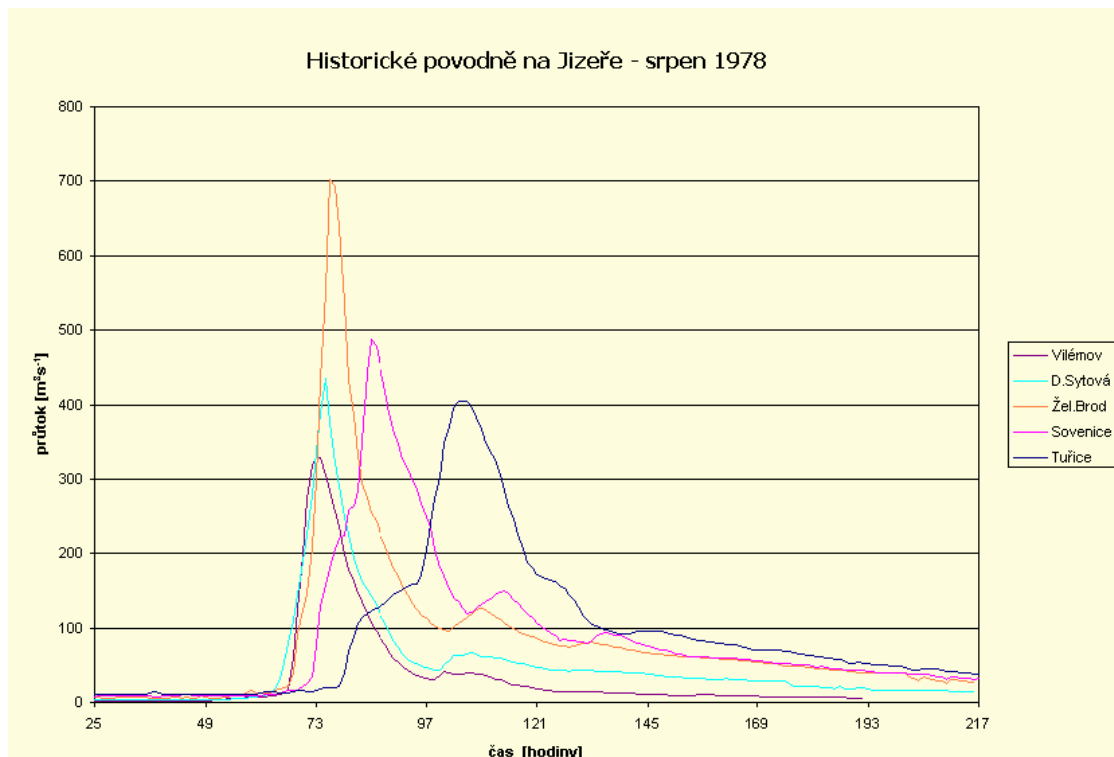
Tabulka 2 – Historické povodně

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

Obrázek 2 – Průběh povodně 1941

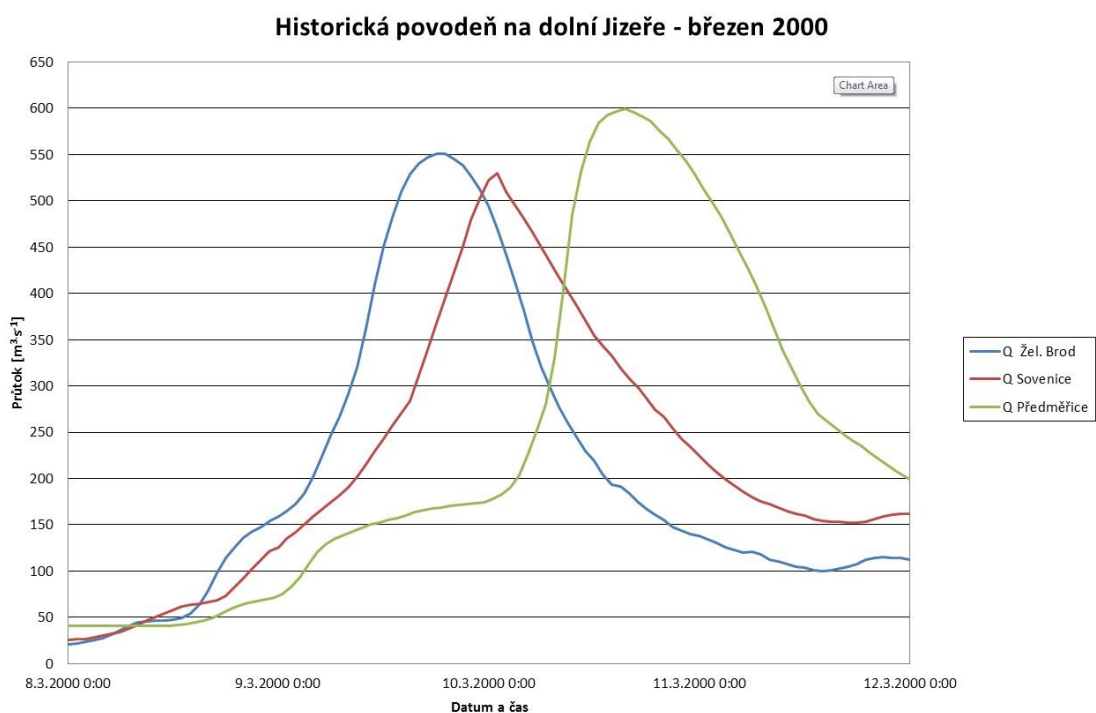


Obrázek 3 – Průběh povodně 1978



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 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

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 zadáných profilem jako Broad Crested Weir a dalších 12 objektů (většinou mostů, lávek) zadáných 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 neustálé 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 (úrovně 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.

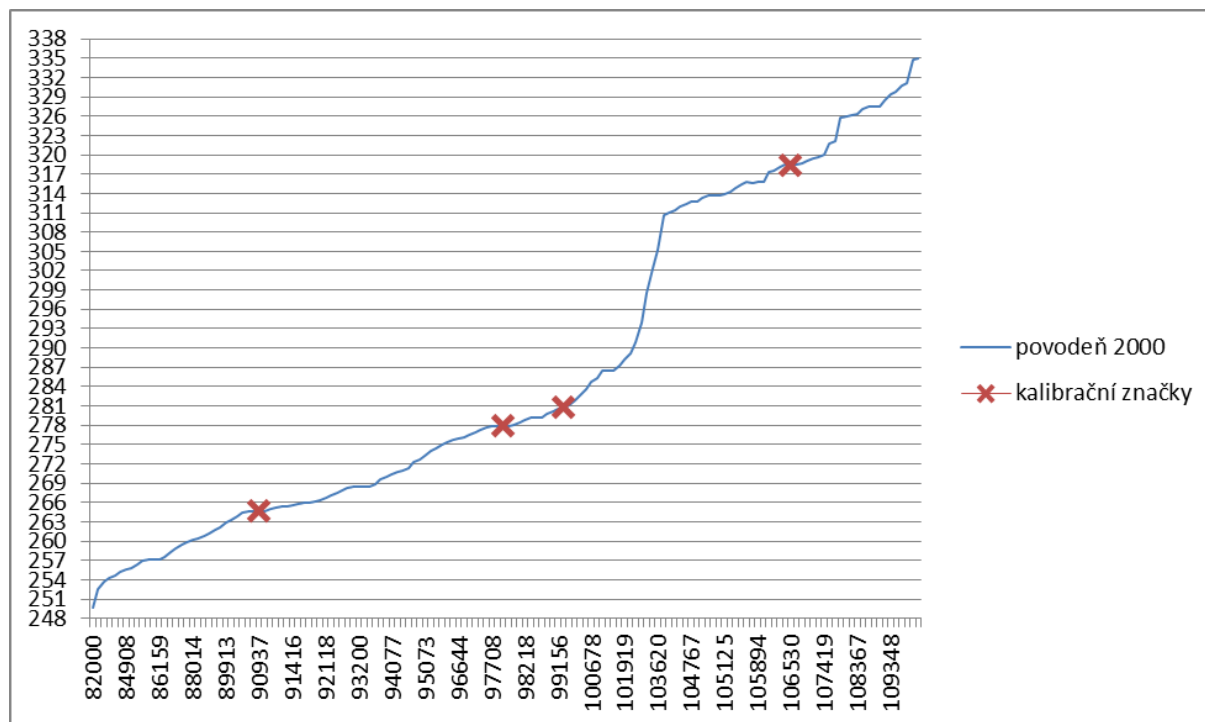
V zájmové oblasti existuje pouze jeden ucelený soubor dat, který je vhodný ke kalibraci matematického modelu. Jedná se o nashromážděná data z povodně roku 2000.

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

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

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

6.4 Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů

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

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