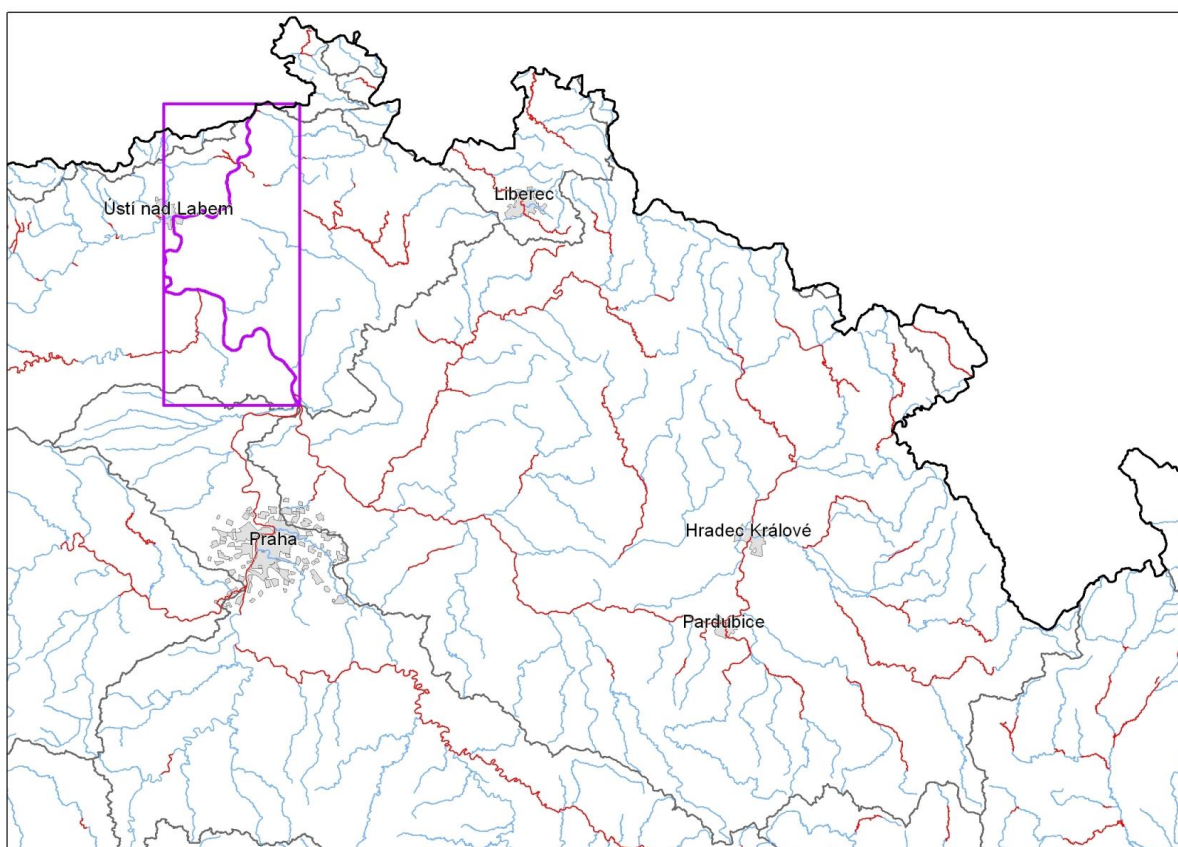

TVORBA MAP POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ A POVODŇOVÝCH RIZIK V OBLASTI POVODÍ HORNÍHO A STŘEDNÍHO LABE A UCELENÉHO ÚSEKU DOLNÍHO LABE

DÍLČÍ POVODÍ OHŘE, DOLNÍ LABE A OSTATNÍ PŘÍTOKY LABE

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA – HYDRODYNAMICKÉ MODELY A MAPY POVODŇOVÉHO NEBEZPEČÍ

LABE – 10100002_1 – ř.km 727,0 – 838,0



PROSINEC 2012

Obsah:

1	Základní údaje.....	3
1.1	Seznam zkratk a symbolů	3
1.2	Cíle prací.....	3
1.3	Předmět práce	3
1.4	Postup zpracování a metoda řešení	4
1.4.1	Hydrodynamický model	4
1.4.2	Výsledky výpočtů	5
2	Popis zájmového území	6
2.1	Všeobecné údaje	8
2.2	Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)	8
3	Přehled podkladů.....	12
3.1	Topologická data.....	12
3.1.1	Mapové podklady.....	13
3.1.2	Geodetické podklady	14
3.2	Hydrologická data	14
3.3	Místní šetření	14
3.4	Doplňující podklady – technické a provozní informace, zprávy, studie, dokumenty, literatura.....	15
3.5	Normy, zákony, vyhlášky	15
3.6	Vyhodnocení a příprava podkladů	15
4	Popis koncepčního modelu	16
4.1	Posouzení vlivu nestacionarity proudění.....	17
4.2	Způsob zadávání OP a PP	17
5	Popis numerického modelu.....	18
5.1	Použité programové vybavení.....	18
5.2	Vstupní data numerického modelu.....	18
5.2.1	Morfologie vodního toku a záplavového území.....	19
5.2.2	Drsnosti hlavního koryta a inundačních území	19
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	Výstupy z modelu	31
6.1	Záplavové čáry pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}	31
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	33

1 Základní údaje

1.1 Seznam zkratek a symbolů

Tabulka 1 – Seznam zkratek a symbolů

Zkratka	Vysvětlení
1D model	Matematický model jednorozměrného proudění
2D model	Matematický model dvourozměrného proudění
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 / MIKE21	Matematický model Mike21C (2D model – curvilinear)
MPN	Mapy povodňového nebezpečí
MŘ	Manipulační řády 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
VÚV TGM	Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, v.v.i.
ZM-10	Základní mapa 1 : 10 000
ZÚ	Záplavové území

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 semi-kvantitativní 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 objednána a ČHMÚ stanovena aktuální hydrologická data (N-leté průtoky) v šesti profilech zájmového úseku – pod Vltavou, nad Ohří, nad Bílinou, nad Jílovským potokem, pod Ploučnicí, pod Kamenicí.

Topologická data

Pro potřeby 2D matematického modelu byl využit digitální model terénu (DMT) ve formátu Atlas DMT koryta řeky Labe včetně vybudovaných objektů a přilehlých inundačních území v úseku Mělník – Hřensko.

Tento model vznikl sloučením tří základních zdrojů topologických dat – terén dna z vyměřovací lodi Střekov, záplavové území z aktuálního celoplošného měření reliéfu DMR5G, svahy koryta vyjmuté z již sestaveného DMT pro potřeby studie „Povodňový model Labe, úsek Mělník – Hřensko (DHI Hydroinform a.s., 2002).

1.4.1 Hydrodynamický model

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

Z důvodu výpočetních a časových nároků na matematické simulace, byl celý úsek Dolního Labu, dlouhý 111 km, rozdělen na dvě části v profilu vodního díla Střekov

1. **model DL_A** Mělník – jez Střekov (ř. km 837,350 – 767,679)
2. **model DL_B** jez Střekov – Hřensko (ř. km 767,679 – 726,599).

Dělicí profil pro předávání okrajových podmínek v ose vodního díla Střekov byl zvolen s ohledem na znalost hydraulických charakteristik proudění v oblasti (konzumční křivky jezu VD Střekov), průběhu několika povodňových epizod v posledních letech a také skutečnost, že proudění je zde kolmé k ose jezu a dochází zde ke koncentraci téměř celého průtoku do hlavního koryta.

Dle metodiky MPN byl soutok Labe a Vltavy, resp. Labe a Ohře řešen „vystřídáním schématem“, tzn. že nejprve byl zátěžový průtok Q_N zadán do Labe a na vstupním profilu (okrají výpočetní sítě) Vltavy, resp. Ohře byl pouštěn takový doplněk, aby byl za soutokem dosažen stanovený průtok Q_N , pak následoval opačný výpočet, kdy zátěžový průtok Q_N byl zadán do vstupního profilu Vltavy, resp. Ohře a úsekem Labe před soutokem protékal doplněk.

Za účelem vyhodnocení průběhu hydraulických charakteristik na soutoku Labe – Vltava, bude 2D model Vltavy obsahovat tok Labe až k profilu nového silničního mostu v Mělníce, kde bude v ř. km 835,745 zakončen.

Výpočet hydraulických charakteristik na soutoku Labe – Ohře probíhal v dílčím modelu **SOUTOK** (část modelu **DL_A** od obce Hrobce k Portě Bohemice před Litochovicemi, ř. km 780,543 – 804,490). Model zahrnuje tok Ohře od zaústění v Litoměřicích, přes Terezín po železniční most v Bohušovicích n.O. včetně poměrně plochého a širokého záplavového území. K zaplavení tohoto území dochází směrem od Labe proti toku Ohře, na soutoku lze pozorovat křížení proudění obou toků.

Základní postup tvorby hydrodynamického 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 Labe pro všechny simulované průtoky Q_N .

Tato síť a DMT byly použity při generaci batymetrie (geometrie) zájmového území.

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.

Průtokové stavy Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} ve vstupním profilu Mělník pod Vltavou byly horní okrajovou podmínkou ustálených hydraulických výpočtů modelu. Hodnoty přítoků byly dopočteny vzhledem k bilanci průtoků Labe mezi sedmi známými profily.

Dolní okrajovou podmínkou modelu DL_A, DL_B a SOUTOK byla vždy hladina (a to v profilu jez Střekov, Hřensko a Porta Bohemica) odpovídající danému zátěžovému stavu.

1.4.2 Výsledky výpočtů

Z dosažených výsledků byly pro všechny průtokové stavy Q_N vygenerovány:

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

na základě kterých budou vytvořeny mapy povodňového nebezpečí.

2 Popis zájmového území

Název toku:	LABE
ID úseku IDVT CEVT	10100002_1
Číslo hydrologického pořadí toku:	1-12-03-001, 1-12-03-003, 1-12-03-017, 1-12-03-019, 1-12-03-037, 1-12-03-039, 1-12-03-041, 1-12-03-043, 1-12-03-069, 1-12-03-073, 1-12-03-085, 1-12-03-087, 1-12-03-089, 1-13-05-001, 1-13-05-003, 1-13-05-009, 1-13-05-015, 1-13-05-017, 1-13-05-019, 1-13-05-021, 1-14-02-001, 1-14-02-003, 1-14-02-003, 1-14-02-003, 1-14-02-005, 1-14-02-007, 1-14-02-011, 1-14-02-013, 1-14-02-015, 1-14-02-017, 1-14-02-019, 1-14-02-017, 1-14-02-021, 1-14-02-023, 1-14-02-025, 1-14-02-033, 1-14-04-001, 1-14-04-003, 1-14-04-005, 1-14-04-007, 1-14-04-009, 1-14-04-013, 1-14-04-028
Říční kilometry začátku a konce úseku:	ř. km 727,000 – 838,000 (v modelu 726,599 – 837,350)
Významná vodní díla – zdymadla:	Dolní Beřkovice Štětí Roudnice nad Labem České Kopisty Lovosice Střekov
Významné přítoky:	Pšovka Liběchovský potok Úštěcký potok Ohře Modla Milešovský potok Bílina Jílovský potok Ploučnice Kamenice

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

Labe je největší česká řeka, pramenící na Labské louce v Krkonoších v nadmořské výšce 1389,5 a u obce Hřensko ve výšce 119,89 m n.m. odtékající z Čech do Německa. Její délka na území České republiky je cca 368,07 km. Tato studie je zpracována pro úsek **dolního Labu** na českém území, tj. od zaústění Vltavy u Mělníka až po státní hranici v celkové délce cca 111,0 km.

Dnešní podoba dolního toku Labe (na území ČR) je výsledkem dlouhodobých úprav jak jeho řečiště a břehů, tak i jeho okolí. Zásahy do charakteru řeky probíhaly sice celá staletí, ale rozhodující změny nastaly až v průběhu posledních cca 150 let v souvislosti s rozvojem říční plavby, železniční dopravy, průmyslu a obchodu. Ve 20. století k nim přibýly další dva obory – energetika a vodní hospodářství.

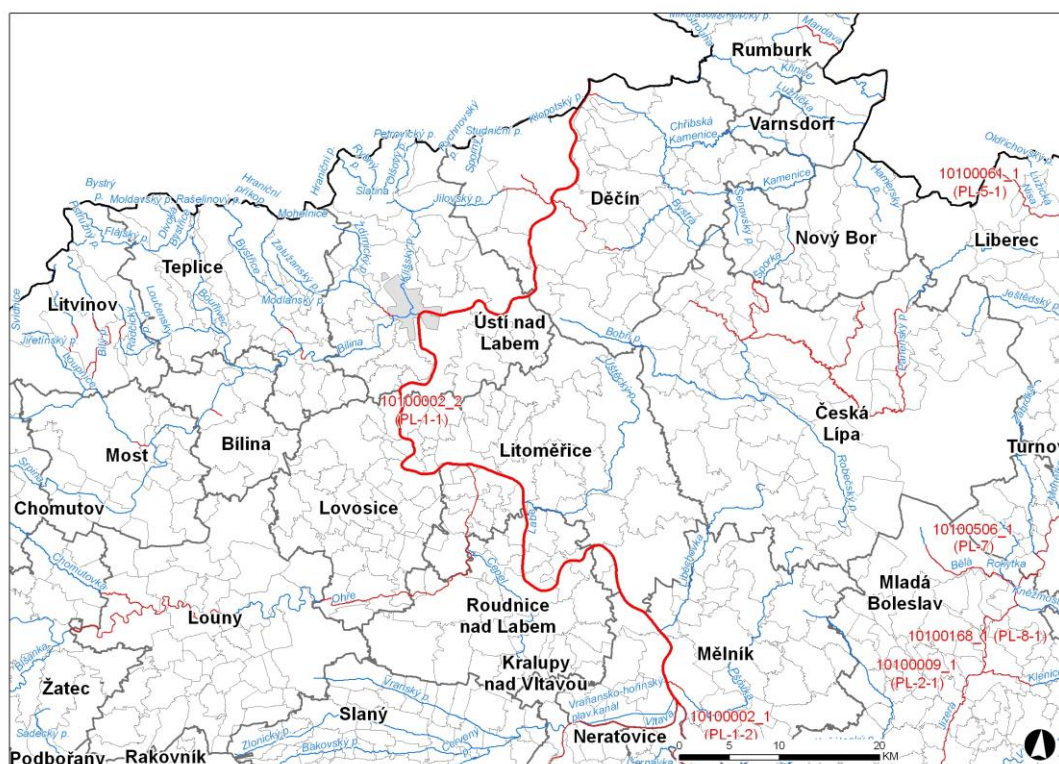
Dolní Labe již od pravěku tvořilo přirozenou dopravní spojnici mezi českými zeměmi a Saskem. Po řece se nejprve splavovalo dřevo, později se hlavním přepravovaným substrátem stala sůl a zemědělské produkty. Labským plavebním aktem, podepsaným zástupci polabských států v Drážďanech roku 1821, se český úsek Labe stal mezinárodní řekou se svobodnou plavbou. Splavňování Labe kaskádou zdymadel bylo zahájeno v roce 1906 po schválení vodocestního říšského zákona. V rámci těchto prací byly budovány nové jezy s plavebními komorami a prováděny soustavné směrové úpravy říčního koryta. Práce byly prakticky ukončeny v roce 1944 – jejich výsledkem na dolním Labi je plně kanalizovaná plavební cesta v úseku Mělník – Střekov, tvořená celkem 6 plavebními stupni a jejich zdřezemi.

Podél zájmového úseku Labe se rozprostírají velkoplošná chráněná území přírody – CHKO České Středohoří, CHKO Labské pískovce, Národní park České Švýcarsko

Podklady:

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

Obrázek 1 – Přehledná mapa řešeného území



2.1 Všeobecné údaje

Posuzovaný úsek Labe byl určen od ř. km 727,000 do ř. km 838,000, dle kilometráže poskytnuté objednatelem studie a přesně vymezen zadanými souřadnicemi začátku a konce toku:

začátek: $x = -743676,03$ $y = -953419,74$

konec: $x = -734652,34$ $y = -1015403,91$

Dolní Labe je možné z hlediska charakteru toku rozdělit na dva úseky:

- od Mělníka po Žernoseky (cca 55 km) protéká Labe plochou široce otevřenou krajinou; zpravidla na obou březích se nacházejí rozsáhlá inundační území úrodného Polabí; průměrný podélný sklon toku je cca 0,26 ‰
- u Žernosek (Porta Bohemica) vstupuje Labe do sevřeného (místy velmi úzkého) údolí (hlubokého kaňonu) bez významnějších inundačních území. Délka tohoto úseku – až ke státní hranici ČR/SRN je cca 56 km; průměrný podélný sklon toku je cca 0,38 ‰. V tomto úseku prochází Labe Českým středohořím, pohořím sopečného původu; v současné době již oblast není seizmicky aktivní.

Výše uvedenému rozdělení odpovídá též charakteristika materiálu říčního dna. V dolním úseku (s vyšším podélným sklonem a regulační úpravou pro splavnění) se nachází stabilní dnová dlažba, tvořená hrubozrnným štěrkem až do velikosti frakce $d_{50} = 150$ mm. Podle provedených odběrů vzorků materiálu dna včetně zrnitostních rozborů se pod desítky centimetrů silnou dnovou dlažbou nachází materiál jemnější frakce. Dříve provedené studie („Zlepšení plavebních podmínek řeky Labe v úseku Střekov – hranice ČR/SRN; Pohyb splavenin - 2D matematický model. DHI Hydroinform a.s., Praha, červen 2003“) prokázaly, že k významnějším morfologickým procesům dochází cca při průtocích Q_{10} a vyšších. Výrazný vliv na tyto procesy má přirozená příčná cirkulace proudu v obloucích a typicky probíhají tak, že v několika relativně krátkých úsecích koryta (stovky metrů až jednotlivé kilometry) dochází k tvorbě výmolů a nedaleko k následnému usazování. Dnový sediment není nikdy nesen na delší vzdálenost. V tomto úseku se nachází poslední plavební stupeň na území České republiky – Střekov. Zdymadlo v ř.km 767,68 je cca 8 m vysoké (v závislosti na průtoku a odpovídající úrovni hladiny dolní vody) a ve své zdrži zachycuje podstatnou část unášených splavenin.

Horní úsek s menším podélným sklonem koryta má pro plavbu plně kanalizační úpravu, materiál dna tvoří především písek. Vzhledem k tomu, že bezprostředně na sebe navazující jezové zdrže zajišťují dostatečnou plavební hloubku i při nejmenších průtocích, nebyly v minulosti v tomto úseku morfologické procesy podrobněji sledovány ani simulovány modely.

2.2 Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)

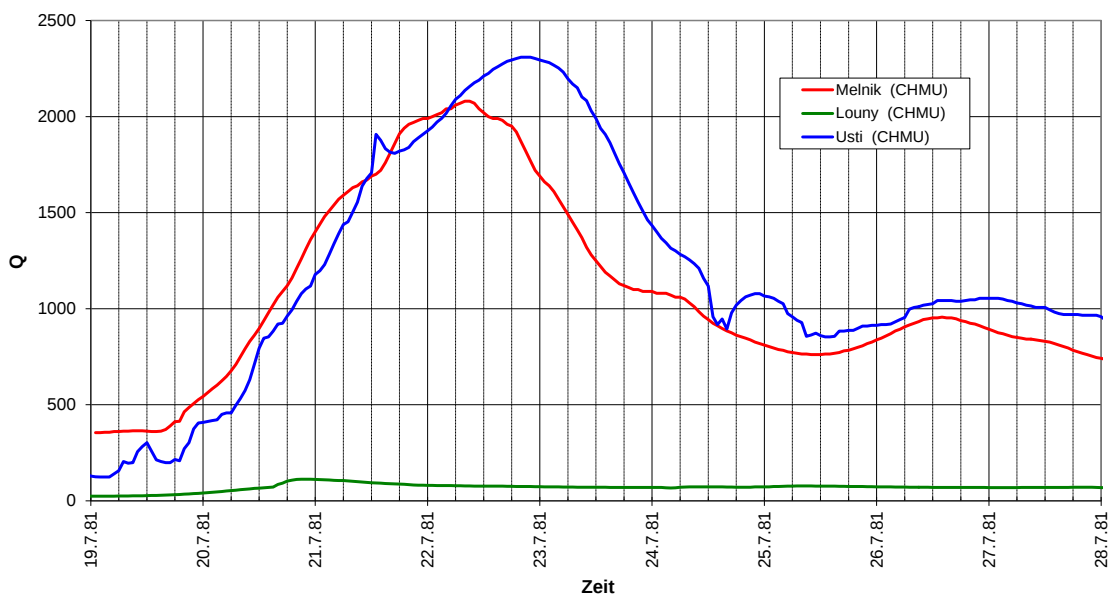
V minulosti docházelo na Labi často i několikrát v roce k povodním; voda zaplavovala rozsáhlá území a způsobovala velké škody na stavbách i úrodě. Povodně přicházely jak v jarním období táním sněhu, tak v létě při příchodových deštích, mezi ně patříly zdokumentované velké povodně:

Rok	Profil Mělník	Profil Ústí n. L.
09/1890	4300 m ³ /s	3900 m ³ /s
03/1940	3500 m ³ /s	3130 m ³ /s
07/1954	2290 m ³ /s	2350 m ³ /s

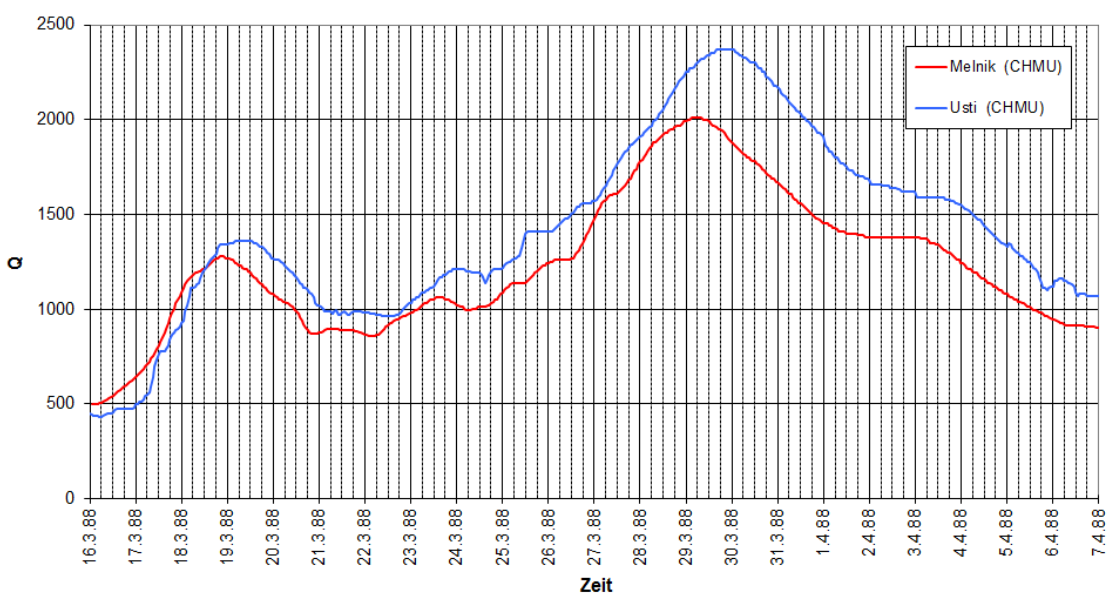
V novodobé historii se jednalo o tyto větší povodně:

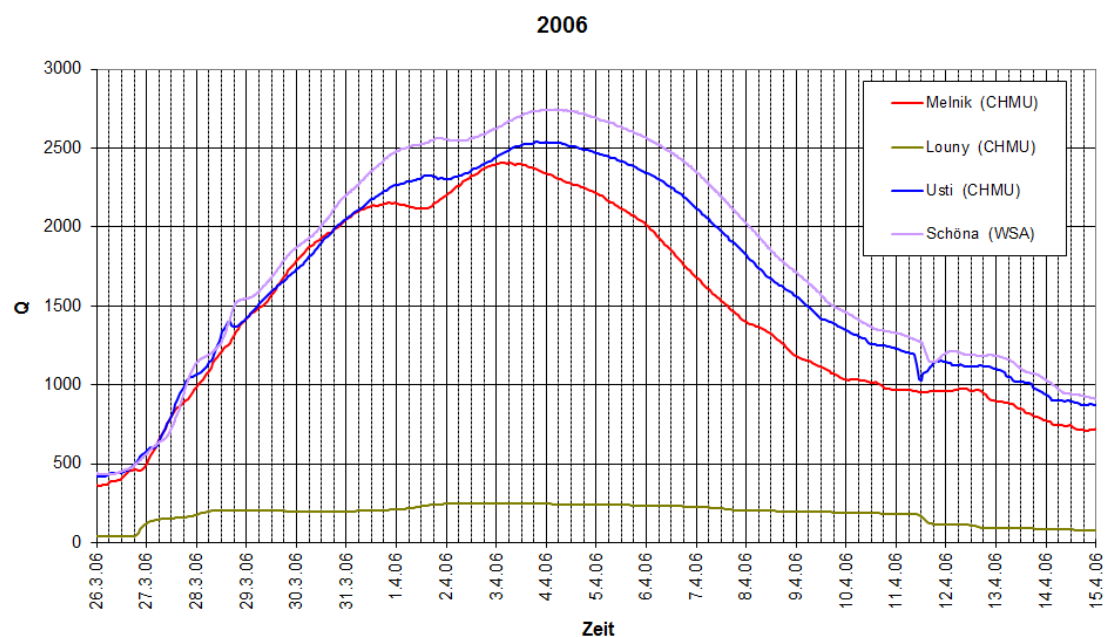
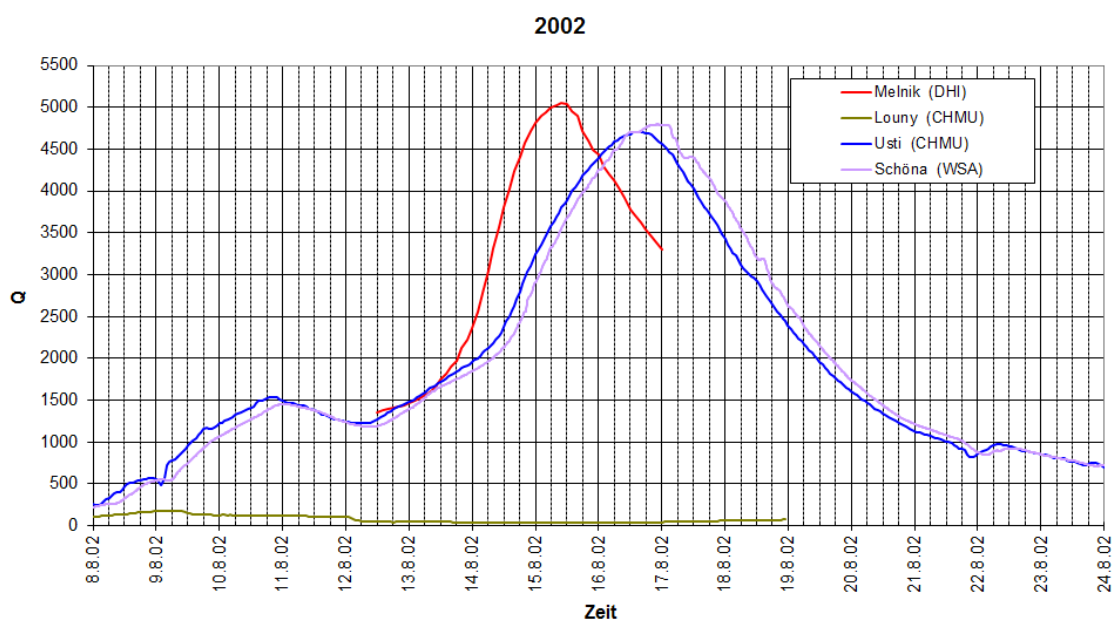
Rok	Profil Mělník	Profil Ústí n. L.	Profil Hřensko
07/1981	2080 m ³ /s (Q ₅)	2310 m ³ /s (Q ₅₋₁₀)	
03/1988	2000 m ³ /s (<Q ₅)	2370 m ³ /s (Q ₅₋₁₀)	
08/2002	5300 m ³ /s (Q ₂₅₀)	4700 m ³ /s (Q ₂₅₀)	4700 m ³ /s (Q ₂₅₀)
04/2006	2490 m ³ /s (Q ₅₋₁₀)	2630 m ³ /s (Q ₅₋₁₀)	2714 m ³ /s (Q ₅₋₁₀)

Juli 1981



1988





Následující tabulky uvádí dvě nejvýznamnější povodně v limnigrafické stanici Mělník, tři v Ústí n. L.

Tabulka 2 – záznam max. povodní – Dolní Labe

LGS Mělník ř.km 836,650			
datum kulminace	Q	H	N - letost
dle nejvýše dosaženého vodního stavu	m ³ /s	cm	
11.07.1954	2300	640	5-10
15.08.2002	5300	1066	250

Zdroj ČHMÚ

LGS Ústí nad Labem, ř.km 765,911			
datum kulminace	Q	H	N - letost
dle nejvýše dosaženého vodního stavu	m ³ /s	cm	
22.07.1981	2310	757	5-10
29.03.1998	2370	757	5-10
16.8. 2002	4700	1196	250

Zdroj ČHMÚ

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)
- Hydrologické poměry ČSSR III, „modrá kniha“, III. díl (Hydrometeorologický ústav Praha, 1970)

Topologické podklady:

- DMT (DHI Hydroinform, a.s., data 1999 a starší)
- DMR5G (ČZÚK, a.s., 2011)
- ZABAGED - rastrové mapy v digitální podobě (Povodí Labe, s.p.2009)
- Základní mapy 1:10 000 v digitální podobě (Povodí Labe, s.p. 2009)
- ORTOFOTO v digitální podobě (Povodí Labe, s.p. 2006)

Další podklady:

- Říční kilometráž (digitální, Povodí Labe, s.p.)
- Povodňový model Dolního Labu, v úseku Mělník - Hřensko (DHI Hydroinform, a.s., 2002)
- Kalibrační podklady – zaměření popovodňových značek 04 2006 a 08 2002 (Povodí Labe, s.p.)
- Kalibrační podklady – zaměření podélného profilu hladin 01 2011 (DHI, a.s., 16.1. 2011)
- Kalibrační podklady – vyhodnocení průtoků v profilu Mělník, Ústí n. L., Děčín a Hřensko pro kalibrační povodně (vlastní databáze DHI, a.s.)
- Kalibrační podklady – Q-h křivky měrných profilů (Povodí Labe, s.p.)
- MPN Dolní Ohře (DHI, a.s., 2011 – 2012)
- Fotodokumentace a odborné poznatky z terénního šetření (DHI, a.s., 2011 a starší)
- Manipulační řady pro všech šest zdymadel (Povodí Labe, s.p., 2010 - 2011)
- MVE – projektové dokumentace všech pět v současnosti budovaných elektráren (Ing. Jan Šinták – I.P.R.E., Pöyry Environment a.s)
- PPO – projektové dokumentace pro lokalitu Mělník, Štětí, Roudnice n. L., Křešice, Terezín, Bohušovice n. O., Píšťany a Lovosice (AZKONZULT s.r.o., Breacher s.r.o., HG Partner s.r.o., Valbek s.r.o., HYDROPROJEKT a.s.).

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 diskrétních 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 Labu bylo zaměřeno vyměřovací lodí Střekov (Povodí Labe, s.p.), plavební komory byly zaměřeny na podzim 2011 a předány v gridu 0,5x0,5 m, dno úseku Mělník – Střekov bylo zaměřeno v průběhu období zima 2011 až 2012, dno úseku Střekov – Hřensko pak během období jaro až léto 2012, zpracovateli byly předány podrobné body dna o sponu 2x2 m v ASCII formátu.

Svahy koryta a objekty na toku (jezy, mosty) byly převzaty z již stávajícího DMT (zpracování 2001 až 2002); novější objekty byly doplněny dle aktuální dokumentace.

Zpracovatel studie si 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. Lze zadat i 3D čáry. 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 hrany. Hlavními zdroji dat pro vytváření (generování) DMT jsou textové soubory (bodové pořady) z DMR5G a výkresy ve formátu DXF (body, linie, plochy).

Základní zobrazení (reprezentace) DMT vzniká při generaci a velmi zjednodušeně lze prohlásit, že Atlas zadané body spojuje do trojúhelníků tak, aby se tyto trojúhelníky co nejvíc blížily rovnostranným. Model uživatel upravuje vkládáním „povinných hran“.

3.1.1 Mapové podklady

Pro účely studie byla využita Základní mapa České republiky 1:10 000 aktualizovaná Českým úřadem zeměměřickým a katastrálním (dále jen ČÚZK) v roce 2009. Jedná se o nejpodrobnější základní mapu středního měřítka.

ZM10 obsahuje polohopis, výškopis a popis. Předmětem polohopisu jsou sídla a jednotlivé objekty, komunikace, vodstvo, hranice správních jednotek a katastrálních území (včetně územně technických jednotek), hranice chráněných území, body polohového a výškového bodového pole, porost a povrch půdy. Předmětem výškopisu je terénní reliéf zobrazený vrstevnicemi a terénními stupni. Popis mapy sestává z druhového označení objektů, standardizovaného geografického názvosloví, kót vrstevnic, výškových kót, rámových a mimorámových údajů. Obsahem mapových listů je i rovinná pravoúhlá souřadnicová síť a zeměpisná síť.

Tvorbu a aktualizaci ZM 10 zajišťuje ČÚZK.

ZM10 je distribuována ve formátu TIF po segmentech bezešvé mapy – čtvercích 2x2 km, se stranami rovnoběžnými se souřadnicovými osami S-JTSK. Kromě grafického umístovacího souboru je dodáván textový umístovací soubor TFW a to pro zobrazení S-JTSK / Křováč EN. Tento soubor obsahuje souřadnice levého horního rohu umístovacího čtverce a velikost pixelu v metrech pro dané rozlišení souboru. Předané soubory TIF mají velikost 3149x3149, rozlišení 400 x 400 DPI, hloubku barev 4 bit/pixel

Dále 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 na Geoportálu INSPIRE – aktuální ortofotomapa CENIA (což je česká informační služba MŽP). *INFrastructure for SPatial InfoRmation in Europe je iniciativou Evropské komise, která si klade za cíl vytvořit evropský legislativní rámec potřebný k vybudování evropské infrastruktury prostorových informací a pravidel zejména k podpoře environmentálních politik a politik, které životní prostředí ovlivňují.*

Všechny souřadnice mapových podkladů jsou v polohopisném systému S_JTSK a výškovém Bpv.

3.1.2 Geodetické podklady

Nové geodetické podklady nebyly v rámci studie MPN pořízeny.

3.2 Hydrologická data

Vodní tok: LABE
Datum zpracování: 19. 12. 2011
Vydal: ČHMÚ, pobočka Praha

Tabulka 3 – Dolní Labe, N–leté průtoky (Q_N) v $m^3.s^{-1}$

Hydrologický profil	Datum pořízení	Říční kilometr EU	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
pod Vltavou	5. 9. 2012	836,693	2060	2990	4150	5410	III.
nad Ohří	19. 12. 2011	792,701	2020	2940	4130	5465	III.
nad Bílinou	19. 12. 2011	765,912	2220	3140	4290	5540	III.
nad Jílovským p.	19. 12. 2011	741,250	2240	3170	4330	5610	III.
pod Ploučnicí	19. 12. 2011	740,569	2300	3240	4410	5680	III.
pod Kamenicí	19. 12. 2011	727,906	2300	3240	4410	5680	III.

Třída přesnosti dle ČSN 75 1400

3.3 Místní šetření

Terénní průzkum se uskutečnil od října do listopadu v roce 2011.

Během průzkumu byla pořízena aktuální fotodokumentace všech objektů na toku, významných částí toku, charakteru a překážek v záplavovém území.

Toto šetření bylo pro zpracovatele významné z hlediska stanovení drsnostních součinitelů matematického modelu a dále pro kontrolu významných příčných a podélných hrází, valů a náspů v DMT záplavového území Labe.

Charakter zaplavené zástavby

Zájmový úsek řeky Labe od ř. km 727,000 do ř. km 838,000 je charakteristický výrazně upraveným tokem s lichoběžníkovým průřezem.

Kapacita koryta činí $Q_1 - Q_2$. Při vyšších průtocích dochází k zaplavování velkých obydlených územních celků. Z tohoto důvodu probíhá v současnosti výstavba PPO města Mělník, Štětí, Roudnice n. L., Křešic, Píšťan a Lovosic. Dále Terezína a Bohušovic nad Ohří, které jsou zaplavovány jak od řeky Ohře, tak od mohutného toku Labe.

Zemědělsky využívané plochy se v zájmové oblasti vyskytují hojně.

Lesní porosty (převážně listnaté kultury) patří do CHKO České středohoří od Žernosek po Děčín při obou březích, dále PP Nebočadský Luh na pravém břehu, CHKO Labské pískovce od Děčína po Dolní žleb na levém břehu a NPR Kaňon Labe od Děčína po Hřensko na pravém břehu,

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, zemědělského a průmyslového charakteru, travními a ostatními volnými plochami (hřiště, parkoviště, parky). V blízkosti měst, obcí a vesnic se při

březích Ohře nacházejí zahrádkářské kolonie a chatové osady. V extravilánu od Mělníka po Žernoseky je ZÚ tvořeno rozlehlými poměrně rovinnými plochami – jedná se o zemědělsky obhospodařované pole, louky a lesní porosty, průmyslové objekty. Od Žernosek po Hřensko je ZÚ velmi sevřené, zleva i zprava ohraničené náspem železnice, vně kterého prudce stoupají svahy „labského kaňonu“.

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

Povodí Labe poskytlo zpracovateli **manipulační řády** všech vodních děl na toku.

Jednalo se o zdymadlo v **Dolních Beřkovicích, ve Štětí, v Roudnici n. L., v Českých Kopistech, v Lovosicích a v Ústí nad Labem - Střekově.**

PPO města Mělník, Štětí, Roudnice n. L., Křešice, Píšťany, Lovosice, Terezín, Bohušovice nad Ohří a dále Ústí nad Labem a Děčín byly předány zadavatelem a dále samotnými zpracovateli projektové dokumentace ve formě digitální podoby technických zpráv, koordinačních situací, podélných a příčných řezů.

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] 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 významné a přesnost ovlivňující výsledky lze považovat nepřesnosti 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 území malého rozsahu.

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 upravené koryto Labe o šířce toku 100 m – 250 m. V horní části v rozlehlém a rovinatém záplavovém území Polabské nížiny, se terén ZÚ mnohdy nachází pod úrovní břehových hran řeky, ve střední části v oblasti Litoměřic se ZÚ značně rozšiřuje (cca 4,5 km), naopak v dolní části je sevřené úzkým kaňonem.

V důsledku morfologické činnosti koryta se v záplavovém území nacházejí stará a slepá ramena, vedoucí rovnoběžně či příčně k hlavnímu toku.

Všechna zdymadla na toku jsou opatřena plavebními komorami.

Železniční a silniční mosty přecházející tok Labe, jsou vedeny na vysokých náspech, které často příčně přetínají záplavové území.

MIKE 21C

Pro simulaci charakteristik proudění v takto charakterizované záplavové území Labe byl vybrán dvourozměrný matematický model, který 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.

Matematický model **MIKE 21C** je vlastní software vyvíjený společností DHI (Hørsholm, Dánsko).

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. Řídící rovnice modelu MIKE 21C:

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial q}{\partial y} = 0$$

$$\frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{p^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial x} + \frac{gp \sqrt{p^2 + q^2}}{C^2 h^2} - \frac{1}{\rho_w} \left[\frac{\partial}{\partial x} (h \tau_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y} (h \tau_{xy}) \right] - \Omega q - f V V_x + \frac{h}{\rho_w} \frac{\partial}{\partial x} (p_a) = 0$$

Model MIKE 21C pracuje **v 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.

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).

Pokud bychom chtěli tuto otázku vůbec diskutovat, je třeba uvést, že vliv nestacionarity je v daném úseku dolního Labe, od Mělníka po Žernoseky, poměrně významný. V tomto úseku dochází k vyběžování při Q_1 až Q_5 ; při vyšších povodňových průtocích jsou zaplavována rozsáhlá inundační území, která samozřejmě mají vliv na transformaci povodňové vlny.

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 (nestacionarit) 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 DL_A – ustálený průtok – byl zadáván dle tab. 7 na vstupu do výpočetní sítě, tj. v ř. km 837,35. Pravostranný přítok Úštěcký potok byl do modelu zadáván jako bodový zdroj. Levostranný přítok řeka Ohře byl zadáván jako boční okrajová podmínky na kraji výpočetní sítě hodnotami průtoků rovněž dle tab. 7.

Dolní okrajová podmínka modelu DL_A – hladina – byla zadána do profilu jezu zdymadla Střekov, který tvoří „ideální“ profil pro předání okrajové podmínky, protože proudění je zde téměř kolmé k profilu a rozdělení rychlostí po profilu nevykazuje žádné anomálie. Hladina byla odečtena z Q-H křivky jezu zdymadla (stanovená společností Hydroprojekt, a.s.), která byla pro průtoky Q_{100} a Q_{500} modifikována na základě průběhu hladin za povodně 08/2002.

Horní okrajová podmínka modelu DL_B – ustálený průtok – byl zadáván dle tab. 8 na vstupu do výpočetní sítě, tj. v ř. km 767,647. Levostranný přítok Bílina a pravostranná řeka Ploučnice byly do modelu zadávány jako boční okrajové podmínky na kraji výpočetní sítě.

Dolní okrajová podmínka modelu DL_B – hladina – byla zadána na kraji výpočetní sítě v ř. km 726,599 a hladiny byly odečteny z Q-H křivky stanice Hřensko, následně sníženy o hodnotu 0,31 m, která vyjadřuje spád hladin od této stanice k dolní okrajové podmínce (820 m) při uvažovaných povodňových průtocích.

Horní okrajová podmínka modelu SOUTOK – ustálený průtok – byl zadáván dle tab. 9 na vstupu do výpočetní sítě, tj. v ř. km 804,490.

Dolní okrajová podmínka modelu SOUTOK – hladina – byla zadána do profilu Porta Bohemica, v ř. km 780,543, hladiny byly vypočteny modelem DL_A.

Počáteční podmínky – kóty hladiny ve všech bodech výpočetní sítě – byly stanoveny na základě zaměřených hladin po povodni 04 2006 a 08 2002 a dále odvozeny z vypočtených hladin Povodňového modelu Labe.

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 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 (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 – Velikosti výpočetních sítí - po úsecích

Úsek	výpočetní síť (bodů)	batymetrický model (bodů)
Mělník – Střekov	5658 x 395	5657 x 394
Střekov - Hřensko	5472 x 250	5471 x 249
SOUTOK (součást „Mělník – Střekov“)	1906 x 395	1905 x 394

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 5-15 m v podélném směru (směru rovnoběžném s osou toku) a cca 3-10 m v příčném směru. 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 podrobně popsán v kap. 3.3 Místní šetření.

Popis objektů na toku, je uváděn proti směru proudu, staničení je „evropské“ (zdroj DIBAVOD). Oba dva pohyblivé jezy v Terezíně a v Doksaněch byly dle MP za všech simulovaných průtoků Q_N vyhrazeny, naopak všechny MVE byly zahrazeny (zavřeny).

Tabulka 5 – Přehled objektů na toku

Název profilu	ř.km EU	vyhrazení / zahrazení Jez / MVE
Jez Střekov (tabulové uzávěry) + MVE	767,679	Jez vyhrazen, MVE zahrazena při všech Q_N
Jez Lovosice (hydrostat. sektorové uzávěry)+ MVE	787,543	Jez vyhrazen, MVE zahrazena při všech Q_N
Jez České Kopisty (hydrostat. sektorové uzávěry) + MVE	795,688	Jez vyhrazen, MVE zahrazena při všech Q_N
Jez Roudnice n. L. (hydrostat. sektorové uzávěry)+ MVE	809,729	Jez vyhrazen, MVE zahrazena při všech Q_N
Jez Štětí (zdvíhací segment, segment s dutou klapkou) + MVE	818,938	Jez vyhrazen, MVE zahrazena při všech Q_N
Jez Dolní Beřkovice (hydrostat. sektorové uzávěry) + MVE	830,576	Jez vyhrazen, MVE zahrazena při všech Q_N
Libochovany, potrubní lávka (vodovod)	777,467	
Lovosice, železnice	788,072	
Litoměřice - Mlékojedy, silniční most generála Chábery	790,770	
Litoměřice, silnice, Tyršův most	792,383	
Roudnice n. L., silniční most Ervína Špindlera	809,736	
Hněvice - Štětí silnice/železnice	821,588	
Dolní Beřkovice, potrubní lávka	832,480	
Mělník - Brozánky, silnice, nový most	835,745	
Mělník - Brozánky, silnice	836,655	

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 drsnosti“ byla vytvořena zpracováním podrobných ortofotomaps 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
říční koryto, plavební dráha	0,024 ÷ 0,037
hladké plochy, ulice, volná prostranství	0,030
nízká, sekaná tráva	0,035
vyšší, nesezaná tráva, pole	0,040
řídý lesní porost	0,052
hustý lesní porost	0,075
keře	0,085 ÷ 0,100
technické stavby	0,070 ÷ 0,100
ploty	0,090 ÷ 0,200

5.2.3 Hodnoty okrajových podmínek

Tabulka 7 - N-leté povodňové průtoky pro model DL_A 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 zaústění Vltavy v Mělníku po Úštěcký potok v Nučnicích	800,318 – 837,350	2060	2990	4150	5410	
Úštěcký potok v Nučnicích	800,318	-40	-50	-20	55	
od Úštěckého potoka po Ohři v Litoměřicích	792,280 – 800,318	2020	2940	4130	5465	
Ohře v Litoměřicích	792,280	200	200	160	75	
od Ohře po jez Střekov	767,679 – 792,280	2220	3140	4290	5540	

Tabulka 8 - N-leté povodňové průtoky pro model DL_B 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 Ohře v Litoměřicích po zaústění Bíliny v Ústí n. L.	765,479 – 792,280	2220	3140	4290	5540	
Bílina v Ústí n. L.	765,479	20	30	40	70	
od Bíliny po Jílovský potok v Děčíně	741,212 – 765,479	2240	3170	4330	5610	
od Jílovského potoka po Ploučnici	741,212 – 740,774	2240	3170	4330	5610	
Ploučnice v Děčíně	740,774	60	70	80	70	
od Ploučnice po Kamenici v Hřensku	728,105 – 740,774	2300	3240	4410	5680	
od Kamenice po státní hranici	726,599 - 728,105	2300	3240	4410	5680	
Hladiny v profilu Hřensko [m.n.m.]	726,599	123,68	125,38	127,06	128,52	

Tabulka 9 - N-leté povodňové průtoky pro submodel SOUTOK 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
Hrobce až zaústění Ústěckého p.	800,318 – 804,490	1723	2421	3249	4031	
<i>Úštěcký potok v Nučnicích</i>	800,318	-40	-50	-20	55	
od Úštěckého potoka po Ohři v Litoměřicích	792,280 – 800,318	1683	2371	3229	4086	
<i>Ohře v Litoměřicích</i>	792,280	537	769	1061	1454	
od Ohře po profil Porta Bohemica	780,543 – 792,280	2220	3140	4290	5540	

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 popsána 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 (tj. v jednotlivých úsecích koryta a rovněž i v inundačním území dle typu zástavby či využití území) tak, aby při shodných průtocích bylo dosaženo uspokojivé shody mezi vypočtenými a zaměřenými průběhy hladin, resp. značkami hladin. Výsledek kalibračních výpočtů je uveden na následujících grafech a tabulkách

V zájmové oblasti dolního Labe existuje několik ucelených souborů dat, které jsou vhodné ke kalibraci matematického modelu. Jedná se o data shromážděná z povodňové epizody v dubnu 2006, v srpnu 2002 a v lednu 2011. Na tyto povodně byl model řádně nakalibrován.

Model DL_A

Povodeň z dubna 2006 odpovídající cca Q_{10} (2490 m³/s v Mělníce, 2630 m³/s v Ústí n. L., 2740 m³/s v Hřensku) a z ledna 2011 odpovídající cca $Q_{2.5}$ (1500 m³/s v Mělníce, 1880 m³/s v Ústí n. L., 2054 m³/s) v Hřensku posloužily především ke kalibraci koryta Labe, povodeň ze srpna 2002 cca Q_{250} (5050 m³/s v Mělníce a 4700 m³/s v Ústí n. L.) pak ke kalibraci koryta při extrémních povodních a ke kalibraci záplavového území.

Pro povodeň 08/2002 a 04/2006 byly známy hydrogramy a kulminační průtoky v měrných profilech Mělník, Ústí n. L. a Schöna (Hřensko), dále soubory povodňových značek v celé délce zájmového úseku. Pro povodeň 08/2002 také rozsah záplavového území v digitální podobě.

Pro povodeň 01/2011 byly k dispozici hydrogramy průtoků v profilu Mělník, Ústí n. L. a Hřensko a soubor zaměřených hladin během kulminace ze 17.1. – 18.1. 2011 (pomocí GPS stanice, DHI a.s.).

Kalibrace modelu na povodeň 04/2006 a 01/2011, kdy je většina průtoků přenášena samotným korytem, byla počítána metodou ustáleného proudění.

Během povodně 08/2002 bylo zaplaveno rozsáhlé inundační území od Mělníka po Žernoseky, což mělo velký vliv na transformaci povodňové vlny. Proto byla počítána metodou neustáleného proudění (v profilu Mělník byl do modelu zadán zrekonstruovaný hydrogram průtoku s maximem 5050 m³/s).

Tabulka 10 - Kalibrace modelu DL_A 012011

Ř. km	Lokalizace kalibračního bodu	Výška srovnávací hladiny (m n. m.)	Výška vypočítané hladiny (m n. m.)	Rozdíl (m)
836,610	Mělník_SM, za mostem, PB	158,38	158,38	0,00
834,300	Mělník přístav, PB	157,76	157,64	-0,12
830,600	D. Beřkovice, před jezem, LB	156,60	156,62	0,02
830,275	D. Beřkovice, železniční most, PB	156,53	156,47	-0,06
825,370	Počeplice, cesta, PB	155,33	155,30	-0,03
821,465	ŠtětíSM, za mostem, PB	154,45	154,34	-0,11
819,000	Štětí, před jezem, LB	153,84	153,69	-0,15
816,282	Záluží, cesta, LB	152,87	152,78	-0,09
809,877	Roudnice_SM, před mostem, LB	151,33	151,13	-0,20
809,800	Roudnice, před jezem, LB	151,27	151,14	-0,13
809,677	Roudnice_SM, za mostem, PB	151,16	151,10	-0,06
809,000	Vědomice, cesta, Pb	150,89	150,92	0,03
806,115	Černěves, ceta, PB	150,14	150,18	0,04
798,210	Křešice, silnice - mostek pře Blatenský p., PB	148,50	148,46	-0,04
795,700	Č. Kopisty, před jezem, LB	148,10	148,02	-0,08
795,650	Č. Kopisty, za jezem, LB	147,89	147,89	0,00
792,473	Litoměřice_SM, před mostem, LB	147,19	147,08	-0,11
792,349	Litoměřice_SM, za mostem, PB	147,20	147,02	-0,18
787,560	Lovosice, za jezem, LB	145,81	145,79	-0,02
787,500	Lovosice, před jezem, LB	145,59	145,67	0,08
787,000	Píšťany, cesta, PB	145,54	145,46	-0,08
783,161	V. Žernoseky, u přívozu, PB	144,15	144,16	0,01
778,765	Libochovany, silnice, PB	143,22	143,13	-0,09
771,275	Brnná, u želez. viaduktu, PB	140,94	140,84	-0,10
767,863	Střekov, před plavební komorou, PB	139,41	139,59	0,18

Tabulka 11 - Kalibrace modelu DL_A 042006

Ř. km	Lokalizace kalibračního bodu	Výška srovnávací hladiny (m n. m.)	Výška vypočítané hladiny (m n. m.)	Rozdíl (m)
836,678	Mělník , č.p. 750 garáž pod terasou, PB	159,86	159,90	0,03
835,905	Mělník, přístav, hal č. 10 , PB	159,83	159,69	-0,14
833,884	Vliněves, panelový sjezd, LB	159,15	159,07	-0,08
831,167	D. Beřkovice, na začátku ulice č.p. 104 a č.p. 7, LB	158,38	158,25	-0,13
830,600	D. Beřkovice, zdymadlo - horní lať	158,10	158,16	0,06
828,776	Křivenice, bývalý hostinec č.p.26, LB	157,73	157,61	-0,13
825,165	Horní Počaply, na silnici u domu č.p. 1, LB	156,69	156,70	0,01

Ř. km	Lokalizace kalibračního bodu	Výška srovnávací hladiny (m n. m.)	Výška vypočítané hladiny (m n. m.)	Rozdíl (m)
821,774	Štětí, rampa pro pěší, PB	156,00	155,91	-0,09
819,000	Štětí, zdymadlo - horní lať, LB	155,18	155,14	-0,04
816,228	Záluží, garáž č.p. 2 , LB	154,29	154,22	-0,07
813,564	Kyškovice, roh zd. plotu u domu č.p. 11, PB	153,51	153,45	-0,06
812,410	Dobříň, bod na silnici u č.p. 49, LB	153,26	153,30	0,04
809,512	Vědomice, budova bazénu, PB	152,59	152,60	0,01
806,705	Židovice, pravé zavaz. křídlo podjezdu pod tratí, LB	151,51	151,62	0,11
804,975	Hrobce, přístavek u domu č.p. 7, LB	151,21	151,17	-0,04
803,545	Libotenice, dům č.p.33 z boku v místě sjezdu do řeky, LB	150,76	150,80	0,04
799,965	Nučničky, sloup elektrického vedení, LB	149,99	150,00	0,01
797,015	Počaply, el. rozv. skříň naproti č.p. 4, LB	149,58	149,42	-0,17
796,575	Litoměřice - Třeboutice, vedle plotu nedaleko chatky, PB	149,55	149,34	-0,21
795,275	Č. Kopisty, zdymadlo, měřicí lať	149,04	148,98	-0,06
794,728	České Kopisty, dům č.p. 16, LB	148,85	148,81	-0,04
792,360	Litoměřice, boční zeď dílenského objektu, LB	148,11	148,17	0,06
791,135	Mlékojedy, na kamen. zídce před RD u sjezdu k Labi, LB	147,84	147,82	-0,02
789,228	Prosmyky, na pískovcové podezdívce kostelíku, LB	147,38	147,32	-0,06
787,768	Lovosice, zdymadlo - horní lať, LB	147,05	147,03	-0,02
787,400	Lovosice, zdymadlo - dolní lať, LB	146,84	146,94	0,10
787,190	Píšťany, nezp. "opěrná" zídka z náměstí, LB	146,78	146,84	0,06
786,350	Lovosice, na sloupu veř. osvětlení před měst lázněmi, LB	146,69	146,66	-0,03
783,150	M. Žernoseky, na podezdívce plotu u občerstvení, LB	145,75	145,61	-0,14
780,148	Litochovice, podezdívce u motorestu " U brány Čech", LB	144,95	144,91	-0,04
778,775	Libochovany, podezdívka oplocení nemovitosti čp. 0, PB	144,60	144,50	-0,10
777,470	Prackovice, na betonovém pilíři u čerpací st. SČVAK, LB	144,27	144,14	-0,13
776,143	Církvice, sloup el. en. u čp. 40, PB	143,91	143,81	-0,10
773,756	Sebuzín, silničního mostek přes Tlučeňský p., PB	143,06	142,98	-0,08
771,125	Brnná, opěrná zeď u plechového skladu, PB	142,18	142,15	-0,03
767,690	Ústí n. L., VD Střekov, LGS lať, horní ohlavi velké PK, PB	140,67	140,68	0,01

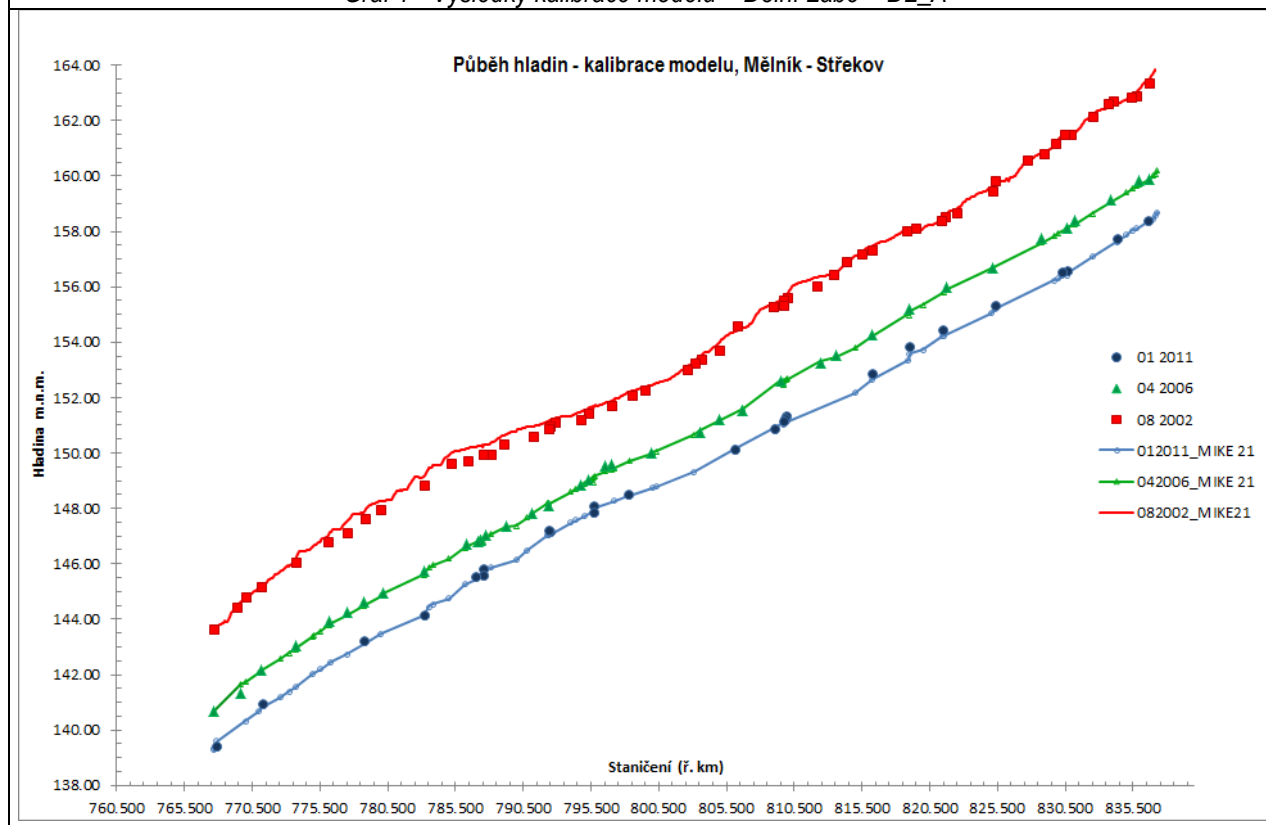
Tabulka 12 - Kalibrace modelu DL_A 082002

Ř. km	Lokalizace kalibračního bodu	Výška srovnávací hladiny (m n. m.)	Výška vypočítané hladiny (m n. m.)	Rozdíl (m)
836.655	Mělník, na pilíři starého mostu, PB	163.36	163.47	0.11
835.746	Mělník, v areálu České přístavy na 2. pilíři mostu, PB	162.90	162.92	0.02
835.320	Mělník, Areál České přístavy, Celní ul., PB	162.84	162.77	-0.07
834.013	Vliněves, na domu č.p. 20 , LB	162.70	162.54	-0.16
833.700	Vliněves, na domu č.p. 6, LB	162.62	162.49	-0.13
832.481	D. Beřkovice, na cihlové zdi 150 m nad mostem, LB	162.16	162.16	0.00
830.907	D. Beřkovice, na objektu PLA, s.p., poříční dozorství, LB	161.52	161.49	-0.03
830.450	Liběchov, čp. 2 - poslední dům směr Mělník, PB	161.48	161.46	-0.02

Ř. km	Lokalizace kalibračního bodu	Výška srovnávací hladiny (m n. m.)	Výška vypočítané hladiny (m n. m.)	Rozdíl (m)
829.789	D. Beřkovice, Dýhána Danzer - Bohemia, LB	161.18	161.21	0.03
828.922	Křivenice, na RD čp.14 (dům bez omítky), LB	160.81	160.87	0.06
827.692	Horní Počaply, na odběrném objektu vody pro EMĚ, LB	160.56	160.52	-0.04
825.300	Počeplice, na RD čp. 24, PB	159.83	159.69	-0.14
825.165	Horní Počaply, napravo vedle branky do statku, LB	159.46	159.66	0.20
822.530	Štětí, prodejna sanitárního zařízení, PB	158.67	158.91	0.24
821.600	Štětí, na pilíři sil. mostu u silnice Roudnice - Mělník, PB	158.53	158.56	0.03
821.312	Štětí, na přečerpávací stanici fy Frantschach (Sepap), PB	158.38	158.44	0.06
819.473	Račice, objekt na pravé straně příjezdové cesty, LB	158.10	157.97	-0.13
818.826	VD Štětí - Račice, na objektu garáží, LB	158.04	157.95	-0.09
816.212	Záluží, na přístavku RD čp. 11, LB	157.35	157.48	0.13
815.500	Kozlovice, na RD čp. 3, LB	157.20	157.33	0.13
814.319	Kyškovice, čp. 35 - Rekr. Dům, PB	156.93	156.84	-0.09
813.372	Kyškovice, dům čp. 3, PB	156.45	156.51	0.06
812.133	Dobříň, na garáži vedle RD čp. 172, LB	156.01	156.35	0.34
810.013	Roudnice n.L., na hotelu nalevo od vstupu, PB	155.62	155.75	0.13
809.730	Roudnice n. L., na objektu ČRS MO Roudnice n. L., LB	155.54	155.61	0.07
809.675	Roudnice n. L., na objektu vodáckého sport. klubu, PB	155.35	155.50	0.15
808.987	Vědomice, na domu č.p. 24, PB	155.28	155.39	0.11
808.900	Roudnice n. L., ul. Pod Katovnou na objektu PLA, LB	155.27	155.38	0.11
806.300	Židovice - Hrobce, na pilíři železničního nadjezdu, LB	154.59	154.53	-0.06
804.948	Hrobce, na kapličky směrem k domu č.p. 11, LB	153.72	154.04	0.32
803.605	Libotenice, na domu č.p. 11 vlevo, LB	153.39	153.52	0.13
803.128	Lounky, na domu č.p. 51 (bývalá škola), PB	153.23	153.31	0.08
802.581	Libotenice - Nučnický, na kostele Sv. Kateřiny, LB	153.01	153.04	0.03
799.458	Nučnice, v ul. Pražská na MOTORESTU, PB	152.25	152.41	0.16
798.510	Křešice, v ul. Pražská na domu č.p. 125, PB	152.11	152.26	0.15
797.037	Počaply, na kostele (hřbitov), LB	151.71	151.85	0.14
795.329	Č. Kopisty, v areálu zdymadla PLA, LB	151.45	151.56	0.11
794.700	Č. Kopisty, na zděné trafostanici naproti hřišti, LB	151.20	151.39	0.19
792.877	Litoměřice, na domu č.p. 10, PB	151.12	151.26	0.14
792.462	Litoměřice, v areálu Odkolek, PB	150.98	151.16	0.18
792.370	Litoměřice, z boku inundačního podjezdu, LB	150.89	151.15	0.26
791.287	Mlékojedy, na pravém rohu prodejny potravin, LB	150.62	150.95	0.33
789.100	Prosmyky, na čelní straně objektu techn. služeb, LB	150.34	150.67	0.33
788.142	Žalhostice, na předsunuté části pravého pilíře, PB	149.97	150.33	0.36
787.567	Píšťany, na plechové skříni rozvaděče, PB	149.96	150.27	0.31
787.161	Píšťany, na štítové stěně obecního úřadu, PB	149.60	149.94	0.34
785.193	Lhotka n.L., v pravém rohu v podjezdu trati ČD, LB	149.68	150.02	0.34
783.163	V. Žernoseky, na návodní opěře propustku žel. trati, PB	148.85	149.12	0.27
779.941	Litochovice, v podjezdu na levé straně, LB	147.97	148.27	0.30
778.815	Libochovany, na boční stěně domu č.p.900, PB	147.64	147.90	0.26
776.120	Církvice, vpravo ve vchodu do RD č. 40, PB	146.80	147.00	0.20
773.756	Sebuzín, na rohu domu č.p. 40, PB	146.07	146.28	0.21

Ř. km	Lokalizace kalibračního bodu	Výška srovnávací hladiny (m n. m.)	Výška vypočítané hladiny (m n. m.)	Rozdíl (m)
771.126	Brná, na levém rohu domu, PB	145.18	145.30	0.12
770.040	Brná, na zadní fasádě nižšího objektu loděnice, PB	144.81	144.72	-0.09
769.333	Střekov, na rohu objektu hotelu Racek, PB	144.44	144.46	0.02
767.680	Střekov, na sloupcích zábradlí podchodu, PB	143.63	143.81	0.18

Graf 1 - Výsledky kalibrace modelu – Dolní Labe – DL_A



Pro povodeň 04/2006 a 01/2011 je patrná velmi dobrá shoda mezi zaměřenými a vypočtenými hladinami, odchylka se pohybuje od -0,10 m do +0,10 m (max od -0,20 m do +0,20 m) v celém úseku Mělník – Střekov, což je v rozsahu stanovené úplné střední chyby výšek modelu DMR5G (0,18 m v odkrytém terénu a 0,30 m v zarostlém terénu).

Při povodni 08/2002 se vypočtené hladiny v horní části úseku od Mělníka po Počeplice více nacházejí pod zaměřenými hladinami, odchylka je od -0,16 m do 0,11 m, v profilu LGS Mělník je dosaženo přijatelné shody +0,11 m. Ve střední a dolní části od Počeplic po Střekov se vypočtené hladiny nacházejí spíše nad zaměřenými, odchylka je od -0,16 m do 0,34 m.

Příčinou větších odchylek mezi vypočtenými a naměřenými hladinami může být:

- vývoj/rozvoj zástavby či využití rozsáhlého záplavového území v období od povodně,
- vývoj dna koryta Labe - při porovnání geometrie dna zaměřené lodí Střekov a lodí Valentýna, byly shledány velké rozdíly směrem nahoru i dolů, převažují však kladné hodnoty, které by mohly poukazovat na zanášení koryta (a to v největší míře v celém úseku od Velkých Žernosek po Střekov),
- nepřesné vyhodnocení povodňových průtoků.

Model DL_B

Kalibrace modelu na povodeň 04/2006 a 01/2011, kdy je většina průtoků přenášena samotným korytem, byla počítána metodou ustáleného proudění.

Během povodně 08/2002 nedošlo k významné transformaci povodňové vlny v úseku Ústí – Hřensko. Proto byla zvolena metoda výpočtu ustáleného proudění, podobně jako pro výpočet povodně 04/2006 a 01/2011.

Tabulka 13 - Kalibrace modelu DL_B 012011

Ř. km	Lokalizace kalibračního bodu	Výška srovnávací hladiny (m n. m.)	Výška vypočítané hladiny (m n. m.)	Rozdíl (m)
767,390	Ústí nad Labem - Střekov, pod plavební komorou, PB	138,78	138,78	0,00
764,960	Ústí nad Labem, u mostu E. Beneše, PB	138,08	138,13	0,05
761,120	Svádov, ul. Labská, PB	136,69	136,58	-0,11
757,120	Velké Březno, u fotbalového hřiště, PB	134,93	134,76	-0,17
752,470	Těchlovice, silnice mezi Přerovem a Těchlovicemi, PB	132,64	132,63	-0,01
752,020	Těchlovice, silnice mezi Přerovem a Těchlovicemi, PB	132,53	132,56	0,03
750,510	Těchlovice, u komunikace č. 261, PB	131,65	131,74	0,09
748,160	Nebočady, u komunikace č. 261, PB	130,69	130,76	0,07
745,700	Boletice nad Labem, u ČOV, PB	129,47	129,50	0,03
740,730	Děčín, Smetanovo nábř. u zámku, PB	127,44	127,42	-0,04
740,680	Děčín, Smetanovo nábř. u zámku, PB	127,46	127,45	0,01
732,020	Hřensko - Dolní žleb, u komunikace č. 62, PB	124,31	124,46	0,15
728,050	Hřensko, nábřeží, PB	123,70	123,71	0,01
726,770	Hřensko, molo, PB	123,20	123,22	0,02

Tabulka 14 - Kalibrace modelu DL_B 042006

Ř. km	Lokalizace kalibračního bodu	Výška srovnávací hladiny (m n. m.)	Výška vypočítané hladiny (m n. m.)	Rozdíl (m)
767,480	Ústí nad Labem, VD Střekov, limnigrafická lať, PB	140,18	140,19	0,01
766,620	Ústí nad Labem - Střekov, podezdívka plotu u RD, PB	139,67	139,77	0,10
766,280	Ústí nad Labem, elektrický rozvaděč, LB	139,81	139,79	-0,02
766,160	Ústí nad Labem - Střekov, bytový dům čp. 1123, PB	139,79	139,76	-0,03
765,680	Ústí nad Labem, podpěra železničního mostu, LB	139,74	139,77	0,03
765,570	Ústí nad Labem, opěrná zeď železničního mostu, LB	139,68	139,74	0,06
765,210	Ústí nad Labem, skříň vysokého napětí, LB	139,51	139,58	0,07
764,770	Ústí nad Labem, opěrná zeď železniční trati, LB	139,52	139,41	-0,11
764,760	Ústí nad Labem, opěrná zeď u Mariánského mostu, PB	139,51	139,43	-0,08
763,400	Ústí nad Labem, areál přístaviště, LB	138,56	138,70	0,14
762,380	Ústí nad Labem - Svádov, hala u fotbalového hřiště, PB	138,22	138,30	0,07
759,460	Valtířov, produktovod, PB	137,16	137,15	-0,01
756,840	Velké Březno, plotová vrata areálu SÚS Ústí n.L., PB	136,02	135,96	-0,06
755,620	Povrly, betonová zeď u závodu Měď Povrly a.s., LB	135,32	135,29	-0,03
755,240	Malé Březno, válečný bunkr na břehu Labe, PB	135,22	135,13	-0,09

Ř. km	Lokalizace kalibračního bodu	Výška srovnávací hladiny (m n. m.)	Výška vypočítané hladiny (m n. m.)	Rozdíl (m)
753,450	Roztoky, na plotu zahrady u silnice Ústí n. L. - Děčín, LB	134,24	134,39	0,15
751,320	Těchlovice, silniční propustek, PB	133,59	133,60	0,01
749,510	Dobkovice, na opěře mostku přes vodní tok Poustka, LB	132,65	132,63	-0,02
748,210	Nebočady, zrcadlo u silnice Těchlovice - Nebočady, PB	132,21	132,12	-0,09
746,440	Boletice, areál SCA BOLETICE, objekt "G", PB	131,30	131,34	0,04
746,320	Malšovice, na mostku pod silnicí Ústí n.L. - Děčín, LB	131,39	131,31	-0,08
745,210	Vilsnice, na podezdívce plotu RD, LB	130,55	130,68	0,13
740,910	Děčín, na kašně poblíž kruhového objezdu, LB	129,10	129,08	-0,02
740,220	Děčín, zábradlí u parkoviště, PB	128,86	128,72	-0,14
739,910	Děčín - Podmokly, nábrežní zeď u RD, LB	128,57	128,49	-0,08
738,980	Děčín - Prostřední Žleb, nábrežní zeď u RD č.p. 73, LB	127,97	127,93	-0,04
735,110	Dolní Žleb, sloupek el. vedení, LB	126,51	126,70	0,19
731,910	Hřensko, opěrná zeď - přístup k vodnímu toku, PB	125,81	125,90	0,09
731,510	Dolní Žleb, hrana schodu k železniční stanici, LB	125,83	125,90	0,07
729,040	Hřensko, svodidlo hl. komunikace Děčín - Hřensko, PB	125,45	125,40	-0,05
728,090	Hřensko, skříň elektro na lícové straně Hotelu Labe, PB	125,04	125,13	0,09
727,580	Hřensko, boční strana rozvodného elektro pilíře, PB	125,10	124,98	-0,12

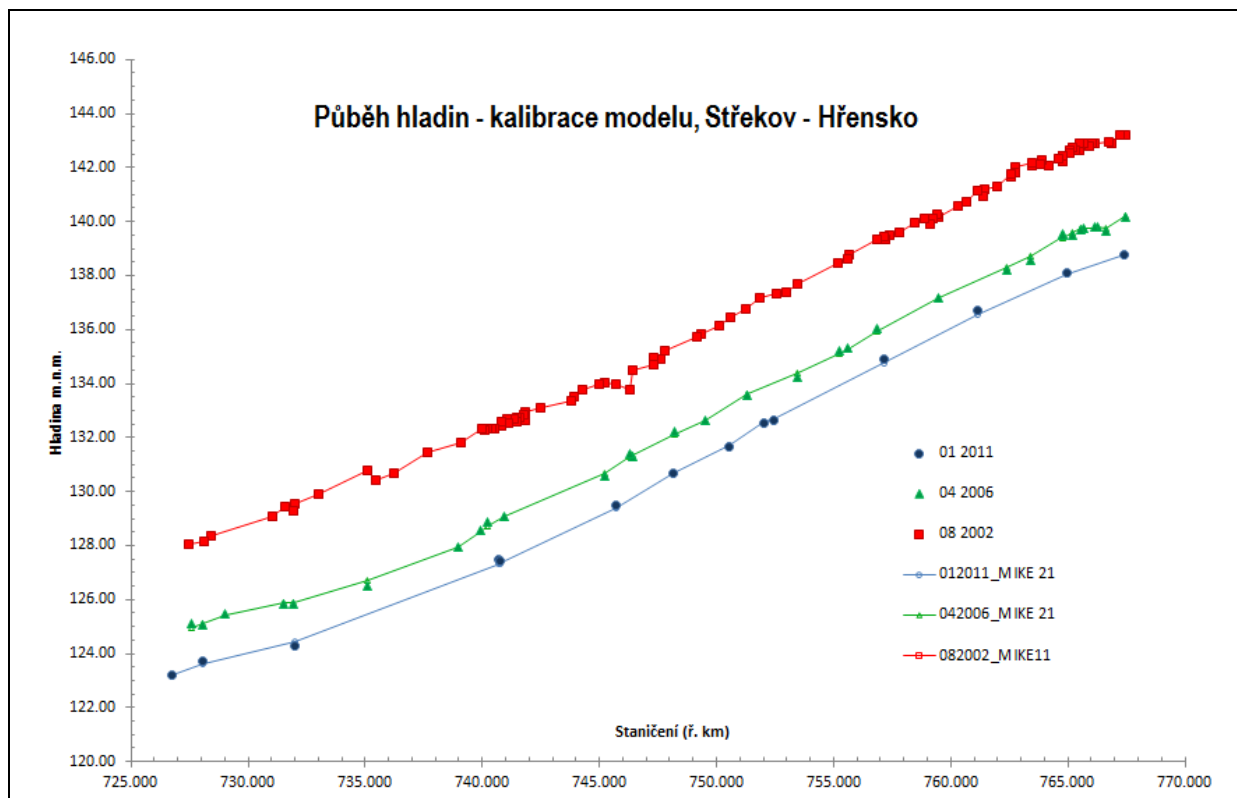
Tabulka 15 - Kalibrace modelu DL_B 082002

Ř. km	Lokalizace kalibračního bodu	Výška srovnávací hladiny (m n. m.)	Výška vypočítané hladiny (m n. m.)	Rozdíl (m)
767,480	Ústí n.L., na plotě objektu fy ŠOS Stavebniny, LB	143,21	143,21	-0,04
767,250	Ústí n.L., na objektu trafostanice SČE, LB	143,20	143,20	-0,05
766,890	Ústí n.L., okenním výklenku kulatého domu, LB	142,90	142,90	0,06
766,750	Ústí n.L., na pilíři mariánského mostu, LB	142,95	142,95	-0,01
766,170	Ústí n.L., na objektu autobazaru, LB	142,88	142,88	0,00
766,040	Ústí n.L., vedle objektu vrátnice, LB	142,90	142,90	-0,02
765,910	Ústí n.L., na sloupku u ČSPHM Benzina, LB	142,79	142,79	0,02
765,700	Ústí n.L., objekt Matiční ul. - celní jednání, LB	142,89	142,89	-0,03
765,470	Neštěmice, na objektu fy DAM v areálu Tonaso, LB	142,66	142,66	-0,02
765,490	Neštěmice, objekt vrátnice - vjezd do Tonasa, LB	142,88	142,88	-0,04
765,320	Mojžíř, na prostředním sloupku vrat restaurace, LB	142,63	142,63	-0,07
765,210	Neštědlice, na sloupu veř. osvětlení, LB	142,76	142,76	-0,06
765,100	Povrly, na objektu vrátnice MĚD Povrly, LB	142,66	142,66	0,03
765,080	Roztoky, na křídle opěry podjezdu pod tratí, LB	142,52	142,52	-0,07
764,790	Dobkovice, na objektu Policie ČR, LB	142,42	142,42	-0,04
764,780	Choratice, na objektu s poštovní schránkou, LB	142,20	142,20	0,21
764,760	Vilsnice, na podjezdu pod železniční tratí, LB	142,42	142,42	-0,11
764,620	Vilsnice, na křídle opěry podjezdu pod tratí, LB	142,31	142,31	0,01
764,200	Chrochvice, na křídle opěry podjezdu pod tratí, LB	142,09	142,09	0,21

Ř. km	Lokalizace kalibračního bodu	Výška srovnávací hladiny (m n. m.)	Výška vypočítané hladiny (m n. m.)	Rozdíl (m)
763,900	Podmokly, na zídce v areálu firmy AROMA Děčín, LB	142,27	142,27	0,03
763,800	Podmokly, na zídce vedle objektu ČRS, LB	142,11	142,11	0,15
763,460	Děčín, na objektu čp. 4/1878 Uhlířská ul., LB	142,08	142,08	-0,06
763,470	Děčín, na kruhové opěře nového mostu, LB	142,17	142,17	-0,02
762,780	Děčín, na Snack baru vedle dveří, LB	142,03	142,03	-0,14
762,770	Děčín, na garáži mezi 1. a 2. vraty, LB	141,83	141,83	0,02
762,770	Děčín-Přípeř, na dlouhém objektu garáží, LB	141,82	141,82	-0,01
762,580	Horní Žleb, na podchodu pod železniční tratí, LB	141,64	141,64	0,11
762,570	Čertova Voda, na kamenné opěrné zdi želez. trati, LB	141,75	141,75	-0,06
761,980	Dolní Žleb, na opěrné zdi železniční trati u schodiště, LB	141,28	141,28	0,07
761,430	Dolní Žleb, na rodinném domě, LB	141,19	141,19	0,00
761,370	Dolní Žleb, na křídle opěry pod železniční tratí, LB	140,93	140,93	0,22
761,140	Ústí n.L., na drážním provozním objektu, LB	141,16	141,16	-0,10
760,670	Ústí n.L., na opěře železničního mostu, LB	140,74	140,74	0,12
760,300	Ústí n.L., na skále u ČSPHM a Parking centra, LB	140,59	140,59	-0,04
759,470	Ústí n.L., mezi objektem Pošty a Policie, LB	140,14	140,14	-0,04
759,430	Ústí n.L., na objektu v areálu České přístavy, LB	140,26	140,26	0,02
759,220	Ústí n.L., na domě čp. 14/127 ul. Plavecká, LB	140,10	140,10	0,12
759,130	Neštěmice, na opěrné zdi silnice Ústí - Děčín, LB	139,93	139,93	0,00
758,880	Mojžíř, na zábradlí nad podchodem pod tratí, LB	140,10	140,10	-0,06
758,490	Mojžíř, na levé opěře podchodu pod železnicí, LB	139,97	139,97	-0,06
757,790	Neštědice, na rohu bytového domu, LB	139,59	139,59	-0,12
757,380	Povrly, na opěrné zdi náspu trati, LB	139,47	139,47	-0,02
757,200	Roztoky, na kapličky v areálu fy SITEL, LB	139,36	139,36	0,04
757,140	Dobkovice, na objektu autoservisu, LB	139,43	139,43	0,00
756,860	Choratice, na opěrné zídce vedle schodů k trati, LB	139,32	139,32	0,00
755,680	Choratice, na opěře podjezdu pod železnicí, LB	138,77	138,77	0,00
755,610	Malšovice, na opěře podjezdu pod železnicí, LB	138,64	138,64	0,05
755,180	Děčín, na objektu patřícímu k strojárnám, LB	138,48	138,48	0,11
753,450	Ústí, na bytovém domě čp. 499 ul. Křížkova, LB	137,71	137,71	0,04
752,970	Mojžíř, na opěře podjezdu pod železnicí, LB	137,37	137,37	0,10
752,530	Děčín-Podmokly, na opěře železničního podchodu, LB	137,34	137,34	-0,11
751,820	Děčín, provozní dozorství Děčín, PB	137,16	137,16	0,01
751,230	Děčín, st. město, na zdi napravo od vrat garáže, PB	136,74	136,74	0,05
750,620	Křešice, na levé straně cesty k Labi, PB	136,47	136,47	0,00
750,090	Boletice, na objektu kalolisu v areálu ČOV, PB	136,14	136,14	0,04
749,360	Nebočady, na domě čp. 17, PB	135,82	135,82	-0,04
749,180	Jakuby, na objektu statku (hosp. objektu), PB	135,75	135,75	-0,14
747,790	Přední Lhota, uvnitř autobusové zastávky, PB	135,23	135,23	-0,06
747,620	Těchlovice, na domě čp. 96, PB	134,91	134,91	0,10
747,320	Přerov, na domě čp. 174, PB	134,98	134,98	-0,16
747,290	Malé Březno, v zatáčce panelové cesty, PB	134,72	134,72	0,09
746,420	Malé Březno, v podjezdu pod železniční tratí, PB	134,51	134,51	0,11
745,730	Velké Březno, na zadní zdi pivovaru, PB	133,99	133,99	0,10

Ř. km	Lokalizace kalibračního bodu	Výška srovnávací hladiny (m n. m.)	Výška vypočítané hladiny (m n. m.)	Rozdíl (m)
745,210	Svádov, na kamenné opěrné zídce u domu čp. 178, PB	134,03	134,03	0,03
745,000	Ústí - Olšinky, ve stráni naproti vjezdu do výr. areálu, PB	133,99	133,99	-0,01
744,280	Ústí n.L., na stojanu LPG v areálu ČSPHM, PB	133,78	133,78	-0,09
743,920	Ústí n.L., vedle budovy okresního soudu, PB	133,52	133,52	0,03
743,770	Ústí n.L., na autoopravně v ul. Kramoly, PB	133,37	133,37	0,11
742,480	Ústí n.L., na kratší straně panelového domu, PB	133,11	133,11	0,02
741,840	Ústí n.L., na domě čp. 1110 - ul. Na pile a Těšínská, PB	132,95	132,95	0,05
741,830	Ústí n.L., na podjezdu pod žel. tratí u "Labské bašty", PB	132,66	132,66	-0,03
741,800	Ústí n.L., na zdi podjezdu - vjezd k VD Střekov, PB	132,85	132,85	0,00
741,600	Děčín, na kruhovém pilíři nového mostu, PB	132,75	132,75	-0,01
741,500	Děčín, na domě na Smetanově nábřeží u mostu, PB	132,74	132,74	-0,01
741,490	Děčín, na vstupním portálu lávky přes Ploučnici, PB	132,61	132,61	0,00
741,350	Děčín, na objektu řadových garáží, PB	132,71	132,71	0,03
741,350	Loubí, na směnárně blízko zastávky, PB	132,71	132,71	0,03
741,080	Loubí, na domě čp. 68/55 na kamenné podezdívce, PB	132,71	132,71	0,02
741,100	Loubí, u NIGHT klubu CLEOPATRA, PB	132,52	132,52	0,03
740,820	Hřensko, na komíně NIGHT klubu BORNEO, PB	132,41	132,41	0,08
740,810	Hřensko, na zdi u NIGHT klubu RELAX, PB	132,58	132,58	-0,02
740,500	Hřensko, na zděném domě u silnice čp. 144, PB	132,33	132,33	-0,02
740,430	Hřensko, na budově Obecního úřadu v Hřensku, PB	132,31	132,31	0,01
740,210	Hřensko, na objektu ZŠ a knihovny, PB	132,35	132,35	-0,05
740,090	Hřensko, na sloupu celnice, PB	132,26	132,26	0,03
739,990	Děčín, na objektu Českých přístavů a.s., PB	132,34	132,34	-0,25
739,090	Děčín, na objektu Polikliniky, PB	131,80	131,80	0,06
737,680	Děčín, na výměníku naproti zimnímu stadionu, PB	131,43	131,43	-0,10
736,230	Těchlovice, na garážích před restaurací, PB	130,69	130,69	0,09
735,450	Těchlovice, na garáži vedle domu čp. 115, PB	130,44	130,44	0,20
735,120	Malé Březno, mateřská škola čp. 42, PB	130,79	130,79	-0,15
733,000	Velké Březno, restaurace TIVOLI - terasa, PB	129,89	129,89	-0,07
731,970	Valtířov, na patce plynovodu, PB	129,56	129,56	-0,06
731,910	Boletice, na objektu garáží v areálu Obalex, PB	129,29	129,29	0,05
731,560	Svádov, na bočním kamenném náběhu, PB	129,45	129,45	-0,10
731,040	Svádov, na garáži před čp. 105 v ul. 28. října, PB	129,10	129,10	0,02
728,430	Ústí n.L. - Olšinky, obvodové zdivo restaurace, PB	128,37	128,37	-0,09
728,120	Ústí n.L., na opěře Mariánského mostu, PB	128,17	128,17	0,01
727,440	Ústí n.L., na objektu montážní budovy v areálu ZPA, PB	128,05	128,05	-0,03

Graf 2 - Výsledky kalibrace modelu – Dolní Labe – DL_B



Pro povodeň 04/2006 a 01/2011 je patrná velmi dobrá shoda mezi zaměřenými a vypočtenými hladinami, odchylka se pohybuje od -0,10 m do +0,10 m (max od -0,17 m do +0,22 m) v celém úseku Ústí – Hřensko, což je v rozsahu stanovené úplné střední chyby výšek modelu DMR5G (0,18 m v odkrytém terénu a 0,30 m v zarostlém terénu).

Při povodni 08/2002 se vypočtené hladiny v celém úseku pohybují v odchylce od -0,26 m do +0,25 m. Ve všech profilech LGS bylo dosaženo velmi dobré shody, kromě profilu LGS Děčín, kde se vypočtená hladina nachází 0,42 m nad zaměřenou hladinou povodňových značek v těsné blízkosti této LGS.

Příčinou větších odchylek mezi vypočtenými a naměřenými hladinami může být:

- vývoj/rozvoj zástavby či využití rozsáhlého záplavového území v období od povodně,
- vývoj dna koryta Labe - při porovnání geometrie dna zaměřené lodí Střekov a lodí Valentýna, byly shledány velké rozdíly směrem nahoru i dolů, převažují však kladné hodnoty, které by mohly poukazovat na zanášení koryta,
- nepřesné vyhodnocení povodňových průtoků.

6 Výstupy z modelu

Základní informací, kterou poskytují výsledky 2D matematického modelu, je **průběh hladin** a rozložení **vektorů rychlostí** (tj. směru a velikosti 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} a 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 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.

Pomocí softwaru ESRI ArcMap a DHI Flood Tool Box byly z vypočtených hydraulických charakteristik pro Q_5 , Q_{20} a Q_{100} a Q_{500} vygenerovány záplavové čáry a mapy hladin v zájmové oblasti.

Formát záplavových čar *.shp – polygon, vektorový formát ESRI

Formát map hladin *.tif – rastr, georeferencovaný tif velikost pixelu rastru 2x2 m

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

Tabulka 16 – Dotčené správní území obcí maximálním rozlivem

Kód ORP	Název ORP	Kód ICOB	Název obce
2114	Mělník	534790	Horní Počaply
2114	Mělník	534765	Dolní Beřkovice
2114	Mělník	534676	Mělník
2114	Mělník	535001	Liběchov
2114	Mělník	534803	Hořín
4202	Děčín	555193	Těchlovice
4202	Děčín	562408	Dobkovice
4202	Děčín	562718	Malšovice
4202	Děčín	562513	Hřensko
4202	Děčín	562335	Děčín
4202	Děčín	546496	Ludvíkovice
4205	Litoměřice	565857	Velké Žernoseky

Kód ORP	Název ORP	Kód ICOB	Název obce
4205	Litoměřice	565156	Libochovany
4205	Litoměřice	542539	Píšťany
4205	Litoměřice	565946	Žalhostice
4205	Litoměřice	565296	Mlékojedy
4205	Litoměřice	565717	Terezín
4205	Litoměřice	564567	Litoměřice
4205	Litoměřice	565083	Křešice
4205	Litoměřice	565741	Travčice
4205	Litoměřice	565431	Polepy
4205	Litoměřice	565482	Račice
4205	Litoměřice	564877	Hošťka
4205	Litoměřice	565709	Štětí
4208	Lovosice	565458	Prackovice nad Labem
4208	Lovosice	565229	Lovosice
4208	Lovosice	565113	Lhotka nad Labem
4208	Lovosice	565245	Malé Žemoseky
4208	Lovosice	565237	Lukavec
4211	Ústí nad Labem	564923	Chodouny
4211	Ústí nad Labem	565172	Libotenice
4211	Ústí nad Labem	564893	Hrobce
4211	Ústí nad Labem	565954	Židovice
4211	Ústí nad Labem	565555	Roudnice nad Labem
4211	Ústí nad Labem	564745	Dobřín
4211	Ústí nad Labem	542482	Záluží
4211	Ústí nad Labem	546852	Černěves
4211	Ústí nad Labem	565831	Vědomice
4211	Ústí nad Labem	565091	Kyškovice
4211	Ústí nad Labem	546755	Brzánky
4214	Ústí nad Labem	554804	Ústí nad Labem
4214	Ústí nad Labem	567931	Dolní Zálezly
4214	Ústí nad Labem	568350	Velké Březno
4214	Ústí nad Labem	568155	Povrly
4214	Ústí nad Labem	568091	Malé Březno

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. 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.

Pomocí softwaru ESRI ArcMap a DHI Flood Tool Box byly z vypočtených hydraulických charakteristik pro Q_5 , Q_{20} a Q_{100} a Q_{500} vygenerovány mapy hloubek.

Formát map hloubek *.tif – rastr, georeferencovaný tif velikost pixelu rastru 2x2 m

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 dvourozměrného modelu jsou známy ve všech výpočetních bodech. 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.

Pomocí softwaru ESRI ArcMap a DHI Flood Tool Box byly z vypočtených hydraulických charakteristik pro Q_5 , Q_{20} a Q_{100} a Q_{500} vygenerovány mapy rychlostí.

Formát map rychlostí *.tif – rastr, georeferencovaný tif velikost pixelu rastru 2x2 m

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.

Dalším faktorem, s nímž model nepočítá, je množství plavenin, které postupují tokem při povodni, ať už se jedná například o ledové kry nebo antropogenní materiál či dřevní hmotu. Tyto plaveniny, pak zejména v prostoru objektů, mohou značně pozměnit průtočný profil (částečné nebo úplné ucpání), což má zásadní vliv na jeho průtočnou kapacitu a následně na průběh hladin nad objektem.

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.