
Studie záplavového území

LABE

IDVT 10100002

ř. km 892.000 – 899.000

Nymburk

3. PRŮVODNÍ ZPRÁVA



říjen 2022

REVITAL

Studie záplavového území

LABE

IDVT 10100002

ř. km 892.000 – 899.000

Nymburk

3. PRŮVODNÍ ZPRÁVA

Požizovatel:



Tereno plus s.r.o.

Italská 2561/47

Praha 2

120 00

Zhotovitel:



Doc. Ing. Aleš Havlík, CSc. - Revital

Srnčí 920/9,

Praha 5 - Jinonice

158 00

V Praze, říjen 2022

Obsah:

1	Základní údaje	7
1.1	Seznam zkratk a symbolů	7
2	Popis zájmového území	9
2.1	Všeobecné údaje.....	9
2.2	Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)	10
3	Přehled podkladů	11
3.1	Topologická data.....	12
3.1.1	Vytvoření (aktualizace) DMT	12
3.1.2	Mapové podklady	12
3.1.3	Geodetické podklady.....	13
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	16
4	Popis koncepčního modelu	17
4.1	Schematizace řešeného problému	17
4.2	Posouzení vlivu nestacionarity proudění	18
4.3	Způsob zadávání OP a PP.....	18
5	Popis numerického modelu	19
5.1	Použité programové vybavení.....	19
5.2	Vstupní data numerického modelu	19
5.2.1	Morfologie vodního toku a záplavového území	20
5.2.2	Drsnosti hlavního koryta a inundačních území.....	21
5.2.3	Hodnoty okrajových podmínek.....	22
5.2.4	Hodnoty počátečních podmínek.....	23
5.2.5	Diskuze k nejistotám a úplnosti vstupních dat.....	23
5.3	Popis kalibrace modelu	23
6	Výsledky	31
6.1	Záplavové čáry a záplavové území	31
6.2	Mapy povodňového nebezpečí	31
6.3	Mapy povodňového ohrožení.....	32
6.4	Aktivní zóna záplavového území.....	32
6.5	Popis změn vzhledem ke dříve stanovenému záplavovému území a aktivní zóny.....	32
6.6	Zhodnocení nejistot ve výsledcích výpočtů.....	33

1 Základní údaje

Studie záplavového území vychází z výstupů projektu „Analýza oblastí s významným povodňovým rizikem v územní působnosti státního podniku Povodí Labe včetně návrhů možných protipovodňových opatření (Společnost VRV + SHDP + DHI, listopad 2019)“ doplněných o návrh aktivní zóny záplavového území a provedené terénní úpravy posuzované v rámci akce „Vliv terénních úprav pozemků v lokalitě Nymburk Babín na odtokové poměry“.

Tato studie záplavového území slouží jako podklad pro aktualizaci záplavového území a aktivní zóny záplavového území Labe v ř.km 892.000 - 899.000.

Způsob a rozsah zpracování odpovídá vyhlášce MŽP č. 79 ze dne 30. dubna 2018 o způsobu a rozsahu zpracování návrhu a stanovení záplavových území a jejich dokumentace, která toto stanovuje podle § 66 odst. 3 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění zákona č. 150/2010 Sb.

Kapitoly popisující podklady, koncepční model a numerický model (kap. 3, 4, 5) jsou převzaty v celém rozsahu z podkladu „Analýza oblastí s významným povodňovým rizikem v územní působnosti státního podniku Povodí Labe včetně návrhů možných protipovodňových opatření (Společnost VRV + SHDP + DHI, listopad 2019)“, který byl poskytnut správcem toku Povodí Labe, státní podnik.

1.1 Seznam zkratk a symbolů

Tab. 1. – Seznam použitých zkratk a symbolů

Zkratka	Vysvětlení
1D model	Matematický model jednorozměrného proudění
2D model	Matematický model dvourozměrného proudění
ATLAS DMT	Software pro zpracování digitálního modelu terénu
Bpv	Výškový systém Balt po vyrovnání
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČÚZK	Český úřad zeměměřický a kartografický
DHI	Dánský Hydraulický Institut
DMR5G	Digitální model reliéfu České republiky 5. generace
DMT	Digitální model terénu
DEM	Digitální model terénu (rastr)
ATLAS DMT	Software pro zpracování digitálního modelu terénu
DOP	Dolní okrajová podmínka
DSPTS	Dokumentace skutečného provedení stavby
GIS	Geografický informační systém
HOP	Horní okrajová podmínka
KZ	Kalibrační značky
LB	Levý břeh koryta toku
M21C	Matematický model Mike21C (2D model – curvilinear), ver. 2019, sp. 3
MPN	Mapy povodňového nebezpečí
MŘ	Manipulační řády jezů
MZE	Ministerstvo zemědělství
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
OrtoFoto	ORTOFOTO České republiky

Zkratka	Vysvětlení
PB	Pravý břeh koryta toku
POH	Povodí Ohře, státní podnik
PPO	Protipovodňová opatření
PLA	Povodí Labe, státní podnik
RD	Rodinné domy
S_JTSK	Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální
SM	Silniční most
SZÚ	Studie záplavového území
VHD	Odbor vodohospodářského dispečinku
VÚV TGM	Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, v.v.i.
ZABAGED®	Základní báze geografických dat – digitální topografický model
ZM-10	Základní mapa 1 : 10 000
ZÚ	Záplavová území
ŽM	Železniční most

2 Popis zájmového území

Název toku:	LABE
IDVT CEVT	10100002

Říční kilometry začátku a konce úseku: ř. km 892,000 – 999,000

Podklady:

Název toku	- zdroj VÚV TGM, v.v.i.
ID úseku IDVT CEVT	- zdroj Ministerstvo zemědělství
Číslo hydrologického pořadí toku	- zdroj ČHMÚ
Úsek toku	- zdroj Povodí Labe, s.p.
Významná vodní díla	- zdroj ZM-10, Povodí Labe, s.p.
Významné přítoky	- zdroj ZM-10
Povodňový model	- „Analýza oblastí s významným povodňovým rizikem v územní působnosti státního podniku Povodí Labe včetně návrhů možných protipovodňových opatření“ (Společnost VRV + SWECO + DHI, listopad 2019)

2.1 Všeobecné údaje

Posuzovaný úsek Labe byl určen od ř. km 892,000 do ř. km 899,000, dle kilometráže poskytnuté Povodí Labe, státní podnik.

Zpracování studie záplavového území bylo zpracováno z podkladu „Analýza oblastí s významným povodňovým rizikem v územní působnosti státního podniku Povodí Labe včetně návrhů možných protipovodňových opatření (Společnost VRV + SHDP + DHI, listopad 2019)“, v rámci kterého byla řešená lokalita zpracovávána v celkovém rozsahu od ř. km 867,200 do ř. km 989,000.

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 **Střední Labe** – úsek od Opatovic nad Labem (Březhradu) po ústí Vltavy u Mělníka 151,8 km.

Dnešní podoba středního toku Labe (na území ČR) je výsledkem dlouhodobých úprav jak jeho řečiště a břehů, tak i jeho okolí. Rozhodující změny nastaly až v průběhu posledních cca 100 let v souvislosti s rozvojem říční plavby, železniční dopravy, průmyslu a obchodu ve středočeském i východočeském regionu a rovněž energetiky a vodního hospodářství. Splavňování středního Labe kaskádou zdymadel bylo zahájeno krátce po vzniku Československé republiky v roce 1918. V rámci těchto prací byly budovány nové jezy s plavebními komorami a prováděny soustavné směrové úpravy říčního koryta.

Dnešní podoba kanalizovaného úseku (úplné kaskády) od Mělníka do Chvaletic pochází z dob pravidelné přepravy hnědého uhlí do chvaletické elektrárny po vodní cestě. V tomto úseku bylo postupně vybudováno a modernizováno celkem 15 plavebních stupňů. Mezi Semínem a Přeloučí (nad Chvaleticemi) se nachází krátký peřejnatý (byť historicky zregulovaný) úsek zvaný „Labské hrčáky“ se sklonem dna až 5 ‰. Následuje opět kanalizovaný úsek z Přelouče do Pardubic se 3 zdymadly, z nichž stupeň Přelouč není toho času uzpůsoben pro plavbu. Úsek od pardubického jezu až nad Opatovice nad Labem je téměř celý regulovaný s jediným vysokým pevným jezem v Opatovicích, z jehož zdrže je odebírána voda pro tepelnou elektrárnu.

2.2 Průběhy historických povodní (největší zaznamenané povodně)

Nejvýznamnější historickou povodní v úseku Středního Labe byla povodeň z dubna 2006. Touto povodní bylo zasaženo prakticky celé území. Povodeň byla způsobena táním značné sněhové zásoby, která se díky dlouhodobým mrazům udržela téměř až do konce března, kdy došlo k značnému oteplení a tím i rychlému tání. Toto tání pak bylo doprovázeno i vydatnými srážkami. V oblasti našeho zájmového úseku Středního Labe byly rozvodněny i některé menší a větší vodní toky, např. Loučná, Doubrava, Mrlina atd., kde byl místně dosažen či překročen 20letý průtok.

Hodnota kulminačního průtoku Labe nad soutokem s Vltavou nepřekročila 20letou dobu opakování (v Kostelci nad Labem).

Další významnější historické povodně byly ještě v letech 2000, 1997 a 1981. Povodeň z roku 2000 se projevila v dolním úseku zájmové oblasti, protože byla utvářena významným přítokem z Jizery. Povodeň z července 1997 zasáhla především východní část republiky a horní část Labe, kde většinu průtoků zadržely nádrže na Horním Labi a pod Hradcem Králové Labe kulminovalo při 500 m³/s, což je asi 20letý průtok.

Poslední významnější povodeň v červnu 2013 se projevila maximální přítokem z horního toku Labe (v Kostelci nad Labem) hodnotou 744 m³/s (cca Q₅), což je asi o 200 m³/s více jak za povodně v srpnu 2002. Vltava kulminovala v profilu Vraňany max. průtokem 3080 m³/s a Labe v profilu Mělník 3640 m³/s (Q₅₀).

Tab. 2 – Kulminační průtoky pro povodeň z roku 2006

Profil	Datum kulminace	Q [m ³ /s]	H [cm]	N - letost
Němčice	02.04.2006 02:45	518	579	10-20
Přelouč	02.04.2006 16:50	648	445	10-20
Nymburk	03.04.2006 14:30	766	441	10-20
Kostelec n. Labem	03.04.2006 21:00	1030	781	20

Zdroj: ČHMÚ

Tab. 3 – Kulminační průtoky pro povodeň 1997

Profil	Datum kulminace	Q [m ³ /s]	H [cm]	N - letost
Němčice	09.07.1997 15:30	506	601	10-20
Přelouč	10.07.1997 11:30	571	456	5-10

Zdroj: ČHMÚ

3 Přehled podkladů

Hydrodynamický model byl převzat ze studie „**Tvorba map povodňového nebezpečí a povodňových rizik v oblasti povodí Horního a Středního Labe a uceleného úseku dolního Labe. Dílčí povodí Horního a Středního Labe.**“ (zhotovitel: sdružení VRV a.s. + Sweco Hydroprojekt a.s. + DHI a.s.; řešitel: **DHI a.s.**; 05/2013).

K jeho zpracování byl využit *Digitální model reliéfu ČR 5. generace* (DMR 5G), doplněný o geodetické zaměření dna koryta Labe, mapové podklady, projektové dokumentace významných liniových staveb, v případě jejich realizace rovněž o geodetické zaměření skutečného provedení staveb a poznatky z místního šetření.

Hlavní poskytovatele základních dat:

- Český úřad katastrální a zeměměřičský
- Český hydrometeorologický ústav
- DHI a.s.
- Povodí Labe, s.p.

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)
- Zaměření koryta Labe vyměřovací lodí Střekov v zájmovém úseku (2011) poskytlo Povodí Labe, s.p.
- DMR5G (podkladová data copyright © ČÚZK, MO ČR, MZE ČR, 2011 – 2012) poskytlo Povodí Labe, s.p.
- ZABAGED® (podkladová data copyright © ČÚZK, 2009) polohopis, rastrové mapy poskytlo Povodí Labe, s.p.
- ZABAGED® (podkladová data copyright © ČÚZK, 2009) výškopis, vektorová data poskytlo Povodí Labe, s.p.
- ZM-10 (copyright © ČÚZK, 2009) v digitální podobě poskytlo Povodí Labe, s.p.
- OrtoFoto ČR (copyright © ČÚZK, 2006) v digitální podobě poskytlo Povodí Labe, s.p.

Další podklady:

- Říční kilometráž (digitální, Povodí Labe, a.s., DIBAVOD)
- „Povodňový model Středního Labe, v úseku Opatovice nad Labem - Mělník“ (DHI Hydroinform a.s., 2005)
- Kalibrační podklady – zaměření popovodňových značek 04/2006 (Povodí Labe, s.p.)
- Kalibrační podklady – vyhodnocení průtoků v profilu Mělník (vlastní databáze DHI, a.s.)
- Kalibrační podklady – Q-h křivky měrných profilů (Povodí Labe, s.p.)
- Fotodokumentace a odborné poznatky z terénního šetření (DHI, a.s., 2011 a starší)
- Manipulační řady pro všechny zdymadla (Povodí Labe, s.p., 2003 - 2011)
- MVE – projektové dokumentace dvou v r. 2012 budovaných elektráren v Čelákovících a Velkém Oseku (Povodí Labe, s.p., FG CONSULT s.r.o., Statika Praha s.r.o., Pöyry Environment a.s., Hydropol Project & Management a.s.)
- PPO – projektové dokumentace pro lokalitu Poděbrady a Pardubice (Povodí Labe, s.p.)

Pro účely **2. cyklu studie** byla získána nová data a v přípravné zjišťovací etapě shromážděny následující podklady, které byly použity k aktualizaci jak DMT, tak i matematického modelu a následně k jeho re-kalibraci na KZ povodňové vlny 06/2013 a to v celém zájmovém úseku Čelákovice – Mělník.

Hydrologické podklady:

- Hodnoty N-letých průtoků (ČHMÚ, 01/2019)

Topologické podklady:

- Výškové údaje podrobně zaměřených bodů lodí Střekov (v úseku Přelouč – Lobkovice v 06 / 2017 a v úseku Lobkovice – Mělník v 07 / 2018) poskytlo Povodí Labe, s.p.
- ZABAGED® (podkladová data copyright © ČÚZK, 2019) výškopis, vektorová data poskytlo Povodí Labe, s.p.
- ZM-10 (copyright © ČÚZK, 2018) v digitální podobě poskytlo Povodí Labe, s.p.
- OrtoFoto ČR (copyright © ČÚZK, 2018) v digitální podobě poskytlo Povodí Labe, s.p.

Další podklady:

- „Tvorba map povodňového nebezpečí a povodňových rizik v oblasti povodí Horního a středního Labe a uceleného úseku dolního Labe“ (DHI a.s., 05/2013).
- Kalibrační podklady – zaměření popovodňových značek 06/2013 (Povodí Labe, s.p.)

3.1 Topologická data

Topologická data byla základním zdrojem při stavbě hydrodynamického modelu. Byla využita k popsání řešeného území, sestavení digitálního modelu terénu a k přesné schematizaci matematického modelu. Jednotlivé topologická podklady jsou popsány v následujících kapitolách.

3.1.1 Vytvoření (aktualizace) DMT

Pro vytvoření modelu záplavového území byl použit Digitální model reliéfu ČR 5. generace (DMR 5G), který představuje zobrazení přirozeného nebo lidskou činností upraveného zemského povrchu v digitálním tvaru ve formě výšek diskretních bodů v nepravidelné trojúhelníkové síti (TIN) bodů o souřadnicích X, Y, H s úplnou střední chybou výšky 0,18 m (ČÚZK, a.s., 2011), podrobné body byly předány v ASCII formátu.

Dno Labe bylo aktuálně zaměřeno vyměřovací lodí Střekov (Povodí Labe, s.p., 2017-2018), zpracovateli byly předány podrobné body o sponu 0,5x0,5 m v ASCII formátu.

Svahy koryta a všechny objekty na toku (jezy, mosty) byly vyříznuty z již stávajícího DMT.

Zpracovatel studie převedl DMR 5G a zaměření koryta Labe pro vlastní potřeby do softwaru **ATLAS DMT, ver. 16.11.2.**

DMT je prostorová plocha, která modeluje 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 závadu, lze doplnit terénní hrany. Hlavními zdroji dat pro vytváření (generování) DMT jsou textové soubory (bodové pořady) z leteckého skenování reliéfu terénu, geodetických zápisníků (totálních stanic) a výkresy ve formátu DXF (body, linie, plochy).

Základní zobrazení (reprezentace) DMT vzniká při generaci a velmi zjednodušeně lze prohlásit, že ATLAS DMT zadané body spojuje do trojúhelníků tak, aby se tyto trojúhelníky co nejvíc blížily rovnostranným. Konečná podoba modelu je upravována vkládáním „povinných hran“.

Výsledný digitální model terénu zájmového území vznikl spojením dílčího DMT dna koryta Labe, inundačního území a dílčích modelů terénu popisujících projektované úpravy a objekty v souvislosti se všemi liniovými stavbami jak v korytě toku (mostní objekty, jezy, plavební stupně, MVE), tak v záplavovém území (protipovodňová opatření, násypy silničních a železničních těles atd.).

Veškeré souřadnice DMT jsou v polohopisném systému JTSK a výškovém systému B.p.v.

3.1.2 Mapové podklady

Pro účely studie byla využita Základní mapa České republiky 1:10 000 aktualizovaná Českým úřadem zeměměřickým a katastrálním (ČÚZK) v roce 2018. Jedná se o nejpodrobnější základní mapu středního měřítka.

ZM-10 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.

ZM-10 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 / Křovák EN. Tento soubor obsahuje souřadnici levého horního rohu umístovacího čtverce a velikost pixelu v metrech pro dané rozlišení souboru. Předané soubory TIF mají velikost 3149x3149, rozlišení 96 x 96 DPI, hloubku barev 24 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), aktualizovaný v r. 2019. 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 Zeměměřičským 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 a DMT byly **ORTOFOTOMAPY ČR** – listy 2,5 x 2,0 km ve formátu TIF, se stranami rovnoběžnými se souřadnicovými osami S-JTSK, aktualizované v r. 2018. Předané soubory TIF mají velikost 3125x2500, rozlišení 96 x 96 DPI, hloubku barev 24 bit/pixel.

Všechna data a údaje jsou v souřadnicovém systému JTSK a výškovém systému B.p.v.

3.1.3 Geodetické podklady

Dno koryta

Zaměření podrobných bodů dna koryta Labe vyměřovací lodí Střekov (Povodí Labe, s.p.) bylo provedeno v úseku Přelouč - Mělník, během období 2017 - 2018, zpracovateli byly předány podrobné body dna o sponu 0,5x0,5 m (až 0,7x0,7 m) ve formátu ASCII.

Všechny údaje zaměření jsou v souřadnicovém systému JTSK a výškovém systému B.p.v.

3.2 Hydrologická data

Předmětem studie je stanovení charakteristik proudění za návrhových průtoků Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500} .

Hodnoty průtoků v korytě Labe v celém zájmovém úseku byly převzaty z 1. cyklu studie „Tvorba map povodňového nebezpečí a povodňových rizik v oblasti povodí horního a středního Labe a uceleného úseku dolního Labe“ (původní zdroj dat ČHMÚ 04/2012, revize 01/2019)

Tab. 4 - N-leté průtoky (Q_N) v $m^3 \cdot s^{-1}$

Hydrologický profil	Datum porizení	Riční kilometr	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
Nad ústím Labského náhonu	13.4.2012		410	589	817	1068	II
Nad ústím Loučné	13.4.2012	971,635	420	603	834	1087	II
Nad ústím Chrudimky	13.4.2012	971,467	428	612	845	1100	II
Nad ústím Bylanky	13.4.2012	967,491	488	685	930	1195	II
Pod ústím Bylanky	13.4.2012	963,745	492	690	937	1204	II
Nad ústím Doubravy	13.4.2012	931,458	508	709	956	1222	II
Nad ústím Cidlina	13.4.2012	908,069	558	794	1091	1413	II
Nad ústím Mrlina	13.4.2012	907,664	601	844	1146	1473	II
Nad ústím Výrovky	13.4.2012		612	854	1150	1470	II
Nad ústím Vlkavy	13.4.2012		632	881	1190	1520	II
Nad ústím Jizery	13.4.2012	869,195	655	9090	1220	1550	II
Pod ústím Jizery	13.4.2012	868,915	753	1040	1385	1750	II
Nad ústím Vltavy	13.4.2012	837,556	772	1064	1420	1800	II
Pod ústím Vltavy	5.9. 2012	836,693	2060	2990	4150	5410	II
Jizera – ústí do Labe	19.12 2011	0,000	321	458	630	818	I

Třída přesnosti dle ČSN 75 1400

3.3 Místní šetření

Hlavní rozsáhlá rekognoskace terénu proběhla v období květen až srpen 2004 a též v březnu a červnu 2005. Byla provedena rekognoskace břehů a říčního koryta (plavbou ve člunu) a inundačního území (pochůzkou/pojíždkou).

Cílem rekognoskace Labe bylo především přímo v terénu zvážit význam jednotlivých částí složeného průtočného profilu pro převádění proudění za povodně (včetně starých a slepých ramen) a pořídit podrobnou fotodokumentaci objektů na toku. Byl zjišťován skutečný stav oblastí, ve kterých chyběla geodetická data (zaměření koryta) a doplňovány místní podrobnosti reliéfu terénu (zaústění/přehrazení vodotečí, skutečný průběh hrází či břehových linií, průtočnost slepých ramen). Rekognoskace inundačního území byla zaměřena především na doplnění topologických dat o místní podrobnosti (liniové stavby přehrazující záplavová území, terénní deprese propojující záplavová území, dosud nepodchycené útvary v inundačním území apod.).

Rekognoskace území byla též významným zpřesňujícím a doplňujícím podkladem pro vyhodnocení hydraulické drsnosti.

Na základě pohovorů s úsekovými technikami byla pak v listopadu 2011 provedena doplňková rekognoskace zaměřená hlavně na mostní objekty.

Charakter zaplavené zástavby

Zástavba – na zájmovém úseku se nachází několik velkých měst – např. Pardubice, Kolín, Nymburk, Brandýs n.L. atd. Vzhledem k tomu, že se celý úsek vyznačuje širokými záplavovými územími, což jsou zejména na soutoku Labe s Vltavou a rovněž úsek od Nymburka po Poděbrady, byla na některých místech navržena protipovodňová opatření. A to v Pardubicích na levém i pravém břehu a podél Chrudimky a v Poděbradech (Polabec a Kostelní předměstí).

Zemědělsky využívané plochy se v zájmové oblasti vyskytují nejvíce. Především v Polabské nížině, kde jsou pro ni příznivé podmínky.

Lesní porosty tvoří převážně jehličnany cca 77% zalesněné plochy. V celé oblasti povodí Středního a Horního Labe je zalesněno pouhých 30% plochy.

Koryto vodního toku je v převážné délce na březích lemováno vzrostlými stromy, svahy jsou místy 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 nacházejí zahrádkářské kolonie a chatové osady. V extravilánu se střídají po celém úseku rovinaté plochy s uzavřeným územím. K největším rozlivům dochází v oblasti soutoku Vltavy a Labe (Mělnická kotlina) a rovněž v úseku od Nymburka do Poděbrad.

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

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

PPO v Pardubicích a v Poděbradech byly předány zadavatelem a dále samotnými zpracovateli projektové dokumentace ve formě digitální podoby technických zpráv, koordinačních situací, podélných a příčných řezů.

Kalibrace modelů byla provedena na základě údajů v souhrnných zprávách o povodních:

- [1] „Vyhodnocení katastrofální povodně v srpnu 2002; Závěrečná souhrnná zpráva, ČHMÚ, Praha, prosinec 2003.“
- [2] „Vyhodnocení povodní v červnu 2013; Závěrečná souhrnná zpráva, ČHMÚ, Praha, červen 2014.“

Bylo také čerpáno z předchozích studií zpracovatele

- [3] „*Studie odtokových poměrů Labe v úseku Opatovice nad Labem – Mělník*, DHI Hydroinform a.s., Praha, 2005.“
- [4] „*Tvorba map povodňového nebezpečí a povodňových rizik v oblasti povodí Horního a Středního Labe a uceleného úseku dolního Labe. Dílčí povodí Horního a Středního Labe*, DHI a.s., Praha, 2013.“
- [5] „*Zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik v oblasti povodí Vltavy. Dílčí povodí Dolní Vltavy*, DHI a.s., Praha, 2013.“
- [6] „*Posouzení vlivu inundačních území na soutocích významných toků na transformaci povodňové vlny v červnu 2013*, DHI a.s., Praha, prosinec 2013.“

3.5 Normy, zákony, vyhlášky

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

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

3.6 Vyhodnocení a příprava podkladů

Poskytnuté topologické a hydrologické podklady plně pokryly zájmové území.

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

4 Popis koncepčního modelu

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, meandrující koryto Labe o šíři 50 m – 100 m. V dolní části v rozlehlém a rovinatém záplavovém území Polabské nížiny a v úseku od Nymburka po Poděbrady se nachází rozsáhlé nížiny, kde dochází k větším rozlivům. V důsledku morfoloické činnosti koryta se v záplavovém území nacházejí stará a slepá ramena, vedoucí rovnoběžně či příčně k hlavnímu toku.

Z výše uvedených skutečností vyplynula nutnost zajistit výběrem vhodného matematického modelu takové hydrodynamické výpočty, které umožní stanovit rozdílnou úroveň hladin v příčném profilu a detailně zobrazí směry a rychlosti proudění v ZÚ.

4.1 Schematizace řešeného problému

Pro takto charakterizované záplavové území Labe byl vybrán dvourozměrný matematický model, který popisuje reliéf toku ve správné topologii a v celé jeho ploše, kdy zájmová oblast je pokryta sítí výpočetních bodů. Tato dvourozměrná horizontální schematizace předpokládá zjednodušení ve vertikálním směru – uvažuje rozdělení rychlosti po svislici jako konstantní a zanedbává vertikální složky rychlostí. I takto definovaný 2D matematický 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.

Pro simulaci ustáleného nerovnoměrného proudění byl použit dvourozměrný matematický model proudění v otevřeném korytě s inundačním územím **MIKE 21C** (DHI Water & Environment & Health, Hørsholm, Dánsko, ver. 2019). Tento matematický model 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:

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

Model MIKE 21C pracuje v **neekvidistantní křivočaré síti**; tzn. že jeho výpočetní síť lze, na rozdíl od pravouhlých (obdélníkových) sítí, přizpůsobit tvaru území a tak omezit počet bodů a tím i velikost výpočetní matice. Neekvidistantní síť dále umožňuje zahuštění výpočetních bodů (tj. zmenšení velikosti výpočetních „buněk“) v oblastech, kde je třeba podrobněji modelovat reliéf terénu (např. objekty na toku), resp. v oblastech, kde požadujeme velmi detailní znalost výsledků.

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 (DMT) pro 2D numerický model, neboť tento soubor v sobě obsahuje jak vlastní reliéf terénu tak i veškerá data pro výpočet tvarových odporů.

Výstupem modelu MIKE 21C jsou vypočtené charakteristiky proudění:

hodnoty úrovní hladiny vody, hloubky, vektory svislicových rychlostí a měrných průtoků ve všech výpočetních bodech v zájmové oblasti a to pro všechny počítané časové kroky.

4.2 Posouzení vlivu nestacionarity proudění

Použitá metodika výpočtu charakteristik proudění nepočítá s vlivem neustáleného proudění na odtokové poměry (v souladu s Metodikou zpracování SZÚ).

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

4.3 Způsob zadávání OP a PP

Horní okrajová podmínka modelu SL_A – ustálený průtok – byl zadáván dle tab. 4 na vstupu do výpočetní sítě, tj. v ř. km 932,700. Pravostranný přítok Vlkava byl do modelu zadáván jako bodový zdroj (hodnoty průtoků dle tab. 4). Levostranné přítoky Doubrava, Výrovka a Vltava a pravostranné přítoky Cidlina, Mrlina a Jizera byly zadávány jako boční okrajové podmínky na kraji výpočetní sítě hodnotami průtoků dle tab. 4.

Dolní okrajová podmínka modelu SL_A – hladina – byla odvozena z výpočtů tzv. „soutokového modelu“, který detailně popisuje celé rozsáhlé, z hlediska odtokových poměrů vzájemně ovlivňující se záplavové území Labe a Vltavy. Do tohoto modelu je tok Vltavy zahrnut v úseku Klecany nad Vltavou až soutok s Labem a tok Labe v úseku Štěpánský most v Obráštví až nový most v Mělníce (tj. od ř.km 850,300 po ř.km 835,745).

Horní okrajová podmínka modelu SL_B – ustálený průtok – byl zadáván dle tab. 4 na vstupu do výpočetní sítě, tj. v ř. km 990,1. Levostranný přítok Bylanka byl do modelu zadáván jako bodový zdroj (hodnoty průtoků dle tab. 4). Levostranné přítoky Loučná a Chrudimka byly zadávány jako boční okrajové podmínky na kraji výpočetní sítě hodnotami průtoků dle tab. 4.

Dolní okrajová podmínka modelu SL_B – hladina – byla zadána do profilu v Týnec n.L. v ř. km 932,700, kde je proudění i při velkých povodních víceméně soustředěno do říčního koryta a zároveň směr proudění je v zásadě kolmý k profilu a rozdělení rychlostí po profilu nevykazuje žádné anomálie. Hodnota byla převzata z modelu SL_A.

Horní okrajová podmínka modelu SOUTOK – ustálený průtok – byl zadáván dle tab. 4 na vstupu do výpočetní sítě, tj. v ř. km 878,071 v profilu jezu Lysá nad Labem.

Dolní okrajová podmínka modelu SOUTOK – hladina – byla zadána do profilu v ř. km 859,53, hladiny byly vypočteny modelem SL_A.

Horní okrajová podmínka modelu SL_A_LysMe – ustálený průtok – byl zadáván dle tab. 4 na vstupu do výpočetní sítě, tj. v ř. km 873,635. Levostranný přítok Vltava a pravostranný přítok Jizera byla zadávána jako boční okrajové podmínky na kraji výpočetní sítě hodnotami průtoků dle tab. 4.

Dolní okrajová podmínka modelu SL_A_LysMe – hladina – byla obdobně, jako v modelu SL_A, odvozena z výpočtů tzv. „soutokového modelu“.

Počáteční podmínky – kóty hladiny ve všech bodech výpočetní sítě – byly stanoveny na základě zaměřených hladin po povodni 04/2006 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 2019.

Výstupem modelu MIKE 21C jsou primárně tyto charakteristiky proudění:

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

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

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

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:

Tab. 5 – Velikosti výpočetních sítí – po úsecích

	výpočetní síť [bodů]	batymetrický model [bodů]
SL_A, Mělník – Týnec nad Labem	8653 x 396	8652 x 395
SL_B, Týnec nad Labem – Opatovice	6663 x 396	6662 x 395
SOUTOK	1848 x 396	1847 x 395
SL_A_LysMe, Mělník – Čelákovice	3102 x 396	3101 x 395

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 3-20 m v podélném směru (směru rovnoběžném s osou toku) a cca 2-10 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 hrazení s osazujícími prvky) dle projektové dokumentace.

Aktuálně zaměřené dno bylo v batymetrii modelu A_DL_LysMe zohledněno pouze v úseku VD Kostelec nad L. – Mělník, tj. v úseku, který je v 2. cyklu studie MPN předmětem aktualizace

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 dle říční kilometráže zavedené Povodí Labe s.p. V úseku SL_A je 15 pohyblivých jezů z toho 7 při Q_5 hradí – jsou to Týnec n. L., Veletov, Klavary, Nymburk, Kostomlátky, Lysá n. L. a Kostelec n. L. Při Q_{20} hradí už pouze jez Kostomlátky. Při Q_{100} a Q_{500} jsou již všechny jezy vyhrazeny. Všechny MVE byly zavřeny při všech simulovaných průtocích.

Tab. 6 – Objekty na úseku Mělník - Opatovice

Název objektu	ADM ř. km
jez Obříství	843,504
sil. most - Obříství	845,296
pásový dopravník - Neratovice	848,472
dopravníky, potrubí - Neratovice	848,586
žel. most - Neratovice	849,827
jez Lobkovice	850,306
sil. most - Kostelec nad Labem	856,919
jez Kostelec nad Labem	857,430
sil. most - Brandýs nad Labem	865,026
jez Brandýs nad Labem	865,205
dálniční most - Brandýs nad Labem	867,113
lávka - Lázně Toušeň	869,663
jez Čelákovice	872,327
žel. most - Čelákovice	873,628
plynovod - Přerov nad Labem	877,364
jez Lysá nad Labem	878,071
sil. most - Lysá nad Labem	880,352
jez Hradištko	887,570
jez Kostomlátky	891,440
žel. most - Nymburk	895,385
lávka - Nymburk	895,902
sil. most - Nymburk	895,982
jez Nymburk	896,493
sil. most - Chvalovice	900,547
plynovod - Velké zboží	901,989
sil. most - Poděbrady	904,108
jez Poděbrady	904,573
lávka - Poděbrady	905,791
dálniční most - Poděbrady	908,453
jez Velký Osek	911,772
jez Klavary	916,539

Název objektu	ADM ř. km
lávka Kolín - Zálabí	919,954
jez Kolín	920,567
sil. most - Kolín	920,570
sil. most - Kolín	920,836
žel. most - Kolín	921,098
parovod - Kolín	923,338
jez Veletov	929,159
jez Týnec nad Labem	932,714
sil. most - Týnec na Labem	933,369
lávka - Chvaletice	938,548
sil. most - Řečany	943,184
lávka - Přelouč	950,015
jez Přelouč	951,177
sil. most -Valy	954,644
jez Srnojedy	960,796
sil. most - Rosice	963,669
žel. most - Pardubice-Rosice	965,019
sil. most - Pardubice-Rosice	965,061
sil. most- Pardubice	965,696
sil. most -Pardubice	966,823
jez Pardubice	967,423
sil. most - Kunětice	973,395
sil. most - Němčice	978,773
sil. most - Hrobice	982,021
sil. most - Opatovice	987,615
jez Opatovice	987,863

5.2.2 Drsnosti hlavního koryta a inundačních území

Hydraulická drsnost a místní zvýšené odpory proudění jsou pro model MIKE 21C zadávány pro každý bod výpočetní sítě. Základní „mapa drsností“ byla vytvořena zpracováním podrobných ortofotomap a informací ZABAGED® (každý bod získal drsnost „propíchnutím výpočetní sítě s databází klasifikující území) v modelové oblasti. Hodnoty součinitelů drsnosti byly dále doplňovány a zpřesňovány na základě výsledků kalibračních výpočtů matematického modelu. Hodnoty Manningova součinitele drsnosti „n“ ukazuje tab 7.

Takto definované základní hodnoty drsností, byly při výpočtu Q_N modifikovány (procentuálně zvětšovány) dle znalostí a zkušeností zpracovatele nad tvorbou modelů Dolní Vltavy a Dolního Labe, vždy samozřejmě v souladu s kalibrací modelu pro průtoky v rozsahu podobném jako stanované Q_N . V povodí Středního Labe existují KZ pro celý zájmový úsek z povodně 04/2006.

Výsledná základní drsnost koryta byla použita při výpočtech zatěžovacího stavu Q_5 .

Tab. 7 – Hodnoty Manningova součinitele drsnosti „n“

popis povrchu	n
říční koryto, plavební dráha	0,024 ÷ 0,04
hladké plochy, ulice, volná prostranství	0,030
nížká, sekaná tráva	0,035 ÷ 0,040
vyšší, nesekaná tráva, pole	0,040

řídský lesní porost	0,052
hustý lesní porost	0,087
keře	0,095
technické stavby	0,070 ÷ 0,100
ploty	0,090 ÷ 0,200

5.2.3 Hodnoty okrajových podmínek

Okrajové podmínky modelu (horní a boční průtokové okrajové podmínky) vycházejí ze zadání návrhových průtoků viz. tab. 4.

Relevantní dolní okrajovou podmínkou modelu SL_A je úroveň hladiny v profilu Štěpánského mostu v Obříství, neboť v úseku od soutoku Labe s Vltavou (ř.km 837,165) po profil Štěpánského mostu (ř.km 854,296) jsou veškeré výstupy přebírány z výsledků modelu Klecany nad Vltavou – ústí Vltavy do Labe, který schematizuje oba páteřní toky i inundační území na soutoku podrobněji a poskytuje tak správné výsledky. Z tohoto důvodu uvádíme v tab. 8 A a tab. 8 LysMe jako „řídící“ okrajovou podmínku úrovně hladin v ř.km 854,296 Labe – Štěpánský most.

Dolní okrajová podmínka modelu SL_B je předávací podmínka mezi jednotlivými úseky modelu a bude se předávat hladina z modelu SL_A.

Dolní okrajová podmínka pro model SOUTOK je převzata z modelu SL_A.

Dolní okrajová podmínka (hladina) modelu SL_A_LysMe je shodná s DOP modelu SL_A.

Tab. 8 A - N-leté povodňové průtoky pro model SL_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
Týnec nad Labem – ústí Doubravy	932,700 – 931,336	492	690	937	1204	HOP
Doubrava	931,336	66	104	154	209	BOP
Ústí Doubravy – ústí Cidlina	931,336-907,900	558	794	1091	1413	
Cidlina	907,900	43	50	55	60	BOP
Ústí Cidlina – ústí Mrlina	907,900 – 896,400	601	844	1146	1473	
Mrlina	896,400	11	10	4	0	BOP
Ústí Mrlina – ústí Výrovky	896,400 – 891,233	612	854	1150	1473	
Výrovka	891,233	20	27	40	47	BOP
Ústí Výrovky – ústí Vlkavy	891,233 – 886,748	632	881	1190	1520	
Vlkava	886,748	23	28	30	30	zdroj
Ústí Vlkavy – ústí Jizery	886,748 – 869,100	655	909	1220	1550	
Jizera	869,100	98	131	165	200	BOP
Ústí Jizery – ústí Vltavy	869,100 – 837,300	753	1040	1385	1750	
Vltava	837,300	1307	1950	2765	3660	BOP
Profil DOP	837,300	2060	2990	4150	5410	DOP
<i>Hladina v pf Štěpánský most</i>	<i>845,296</i>	<i>160.71</i>	<i>161.80</i>	<i>163.34</i>	<i>164.39</i>	<i>DOP</i>

Tab. 8 B - N-leté povodňové průtoky pro model SL_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
Opatovice(Březhrad) – ústí Labského náhonu	990,100 – 989,500	410	589	817	1068	
Labský náhon	989,500	10	14	17	19	zdroj
Ústí Labského náhonu – ústí Loučná	989,500 – 971,586	420	603	834	1087	
Loučná	971,586	8	9	11	13	BOP

Ústí Loučné – ústí Chrudimky	971,586 – 967,576	428	612	845	1100	
Chrudimka	967,576	59	72	84	94	BOP
Ústí Chrudimky – ústí Bylanky	967,576 – 963,811	487	684	929	1194	
Bylanka	963,811	5	6	8	10	zdroj
Ústí Bylanky - Týnec nad Labem	963,811 – 932,700	492	690	937	1204	DOP

Tab. 8 SOUTOK - 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
Profil jezu Lysá nad Labem – ústí Jizery	878,071 – 869,100	655	909	1220	1550	HOP
Jizera	869,100	98	131	165	200	BOP
ústí Jizery - Záryby	869,100 – 859,530	753	1040	1385	1750	DOP
Hladina v profilu Záryby	859,530	166,18	166,85	167,30	167,98	DOP

Tab. 8 LysMe - N-leté povodňové průtoky pro model SL_A LysMe 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
Profil Čelákovice železniční most – ústí	873,635 – 869,100	655	909	1220	1550	HOP
Jizera	869,100	98	131	165	200	BOP
Ústí Jizery – ústí mezipovodí (Libiš)	869,100 – 846,300	753	1040	1385	1750	
Mezipovodí (Libiš)	846,300	19	24	35	50	zdroj
ústí mezipovodí (Libiš) – ústí Vltavy	846,300 – 837,300	772	1064	1420	1800	
Vltava	837,300	1288	1926	2730	3610	BOP
Profil DOP	837,300	2060	2990	4150	5410	DOP
Hladina v pf Štěpánský most	845,296	160.83	162.10	163.73	164.78	DOP

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 podél 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

Pro kalibraci zájmové oblasti Středního Labe byla použita povodňová epizoda z března/dubna 2006, protože zasáhla celý zájmový úsek, nashromážděná data jsou ucelená a relevantní, povodňová epizoda v kulminačním průtoku odpovídá cca Q_5 až Q_{20} (pod soutokem s Jizerou až Q_{50}), tedy průtokům, jejichž simulace je požadována pro potřeby studie. Kalibrace byla počítána metodou ustáleného proudění. Povodeň z března/dubna 2006 byla

využita jak ke kalibraci koryta Labe, tak inundačních území. Hodnoty součinitelů drsností koryta Labe i inundačního území byly v prvním kroku kalibrace modelu převzaty z předešlých studií.

Hodnoty součinitelů drsností pro nejvyšší povodně (Q_{100} a Q_{500}) byly v rámci studie 1. cyklu stanoveny s využitím poznatků z kalibrace tehdy dostupných KZ pro do té doby zaznamenané a vyhodnocené povodně minulých let. Drsnosti pro vyšší průtoky byly odvozeny z modelu Dolního Labe – tento úsek byl kalibrován mj. na povodeň ze srpna 2002 (cca $Q_{200-500}$). Jejich hodnoty byly pro Q_{100} zvýšeny o 2 % až 5 % oproti zkalibrovaným na povodeň 2006 a pro Q_{500} zvýšeny o 3 % až 8 % oproti zkalibrovaným na povodeň 2006.

Tab. 9 - Kalibrace modelu **SL_A**, jezy

Ř. km	Lokalizace kalibračního bodu	Výška srovnávací hladiny (m n. m.)	Výška vypočítané hladiny (m n. m.)	Rozdíl (m)
932,910	jez Týnec n.L. - nad	201,19	201,29	0,10
932,510	jez Týnec n. L. - pod	201,19	201,14	-0,05
929,360	jez Veletov - nad	199,20	199,19	-0,01
928,960	jez Veletov - pod	198,49	198,42	-0,07
920,770	jez Kolín - nad	196,19	196,10	-0,09
920,370	jez Kolín - pod	194,39	194,49	0,10
916,740	jez Klavary - nad	192,76	192,82	0,06
916,240	jez Klavary - pod	191,42	191,59	0,17
911,970	jez Velký Osek - nad	190,39	190,30	-0,09
911,570	jez Velký Osek - pod	190,09	190,09	0,00
904,770	jez Poděbrady - nad	188,08	188,09	0,01
904,370	jez Poděbrady - pod	187,6	187,62	0,02
896,690	jez Nymburk - nad	184,44	184,54	0,10
896,290	jez Nymburk - pod	183,94	184,07	0,13
891,640	jez Kostomlátky - nad	181,15	181,18	0,03
891,240	jez Kostomlátky - pod	180,07	180,06	-0,01
887,770	jez Hradištko - nad	178,81	178,81	0,00
887,370	jez Hradištko - pod	178,56	178,58	0,01
878,270	jez Lysá n.L. - nad	174,69	174,65	-0,04
877,870	jez Lysá n.L. - pod	174,29	174,57	0,28
872,530	jez Čelákovice - nad	172,81	172,79	-0,02
872,130	jez Čelákovice - pod	172,47	172,45	-0,02
865,400	jez Brandýs n.L. - nad		169,45	
865,000	jez Brandýs n.L. - pod	169,21	169,28	0,07
857,630	jez Kostelec n.L. - nad	165,84	165,84	0,00
857,230	jez Kostelec n.L. - pod	165,62	165,56	-0,06
850,500	jez Lobkovice - nad	162,77	162,76	-0,02
850,100	jez Lobkovice - pod	162,66	162,69	0,03
843,700	jez Obříství - nad	161,08	161,20	0,12
843,300	jez Obříství - pod		161,19	

Tab. 10 - Kalibrace modelu **SL_A**, povodňové značky

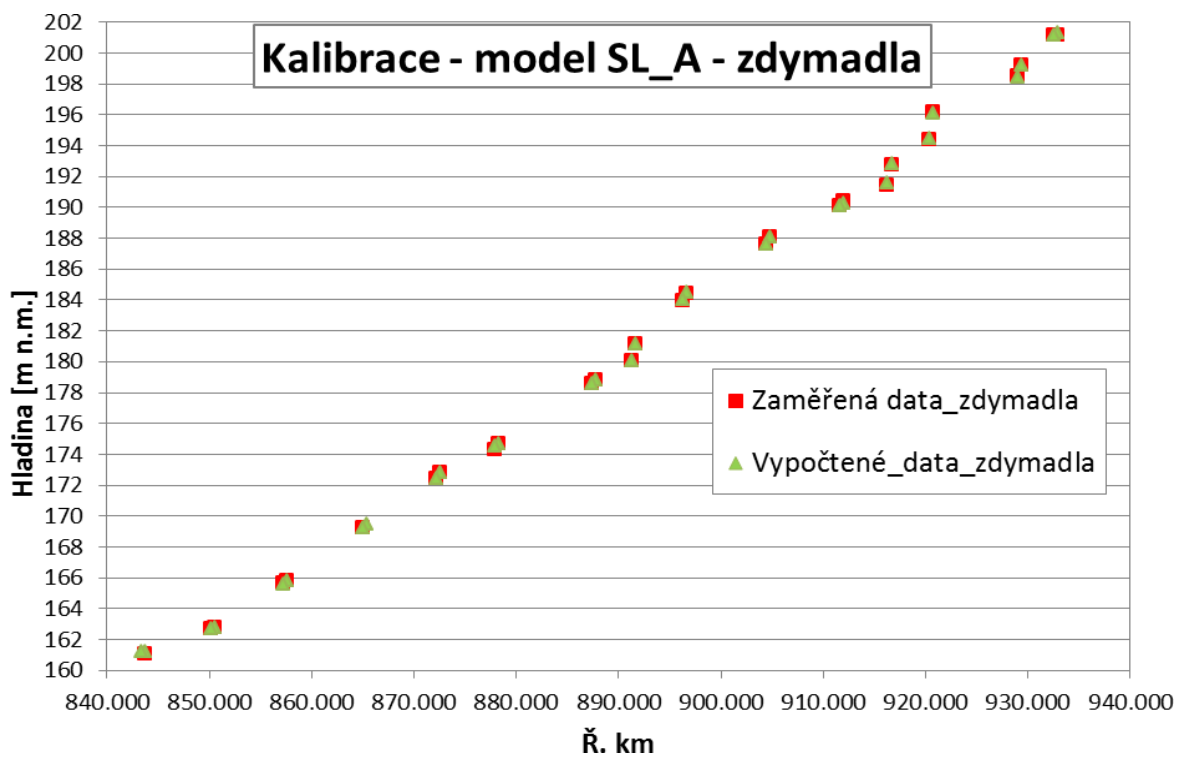
Ř. km	Lokalizace kalibračního bodu	Výška srovnávací hladiny (m n. m.)	Výška vypočítané hladiny (m n. m.)	Rozdíl (m)
933,400	návodní strana - zídka u výusti cca 10 m před mostem	202,98	201,74	-1,24
904,200	pravá strana silnice ve směru na Prahu, pravá opěra krajního oblouku na návodní straně inundačního mostu	187,47	187,47	0,00
904,100	povodní strana, zídka u schodů směrem k řece pod rest. Bílá Růže cca 15 m od mostu	187,47	187,42	-0,05
902,000	2. patka opěry produktovodu ve směru po toku	186,85	186,80	-0,05
900,400	silniční most přes silnici Poděbrady - Nymburk, obrubník v tunelu u 10. opěry svodidel od kraje tunelu ve směru od Nymburka, poblíž areál Poděbradka	186,45	186,29	-0,16
896,000	povodní strana - krajní opěra mostu, poblíž parkoviště	183,89	183,92	0,04
895,300	obruba stezky pro cyklisty podél toku, cca 40 - 50 m od železniční tratě směrem po toku	183,41	183,52	0,11
893,700	opevnění výustě u areálu Goedhart Bohemia	182,67	182,70	0,03
880,400	mezník "43" na břehové hrany, cca 50 m od silničního mostu směrem proti toku	175,99	176,02	0,02
878,000	návodní strana - opevnění železničního mostu	173,17	173,17	0,00
871,800	zídka přístřešku popelnic v vchodu do tenisového areálu cca 20 m od břehu, poblíž fotbalový stadion	172,35	172,38	0,03
871,100	plot areálu ČOV, 7. kůl plotu směrem od závory	172,16	172,21	0,05
869,300	hrana budníku u branky plotu RD, cca 25 m od břehu, poblíž fotbalového hřiště	171,77	171,71	-0,06
867,100	opevnění mezi břehem a zpevněnou cestou pod dálničním mostem Praha - Mladá Boleslav	170,08	170,19	0,11
859,900	sloup el, vedení u rodinného domku čp. 11, cca 50 m od břehu Labe	167,23	167,27	0,04
856,950	návodní strana - kamenná zídka před mostem, cca 5 m od břehu	165,11	165,43	0,32
851,300	branka plotu u RD čp. 39/35 cca 10 m od břehu	163,63	163,54	-0,09
845,900	zídka přístřešku u rodinného domku čp. 637	161,33	161,45	0,12
845,250	zídka přístřešku u schodů za restaurací "Na Štěpáně"	161,16	161,32	0,16
844,000	cihlová zeď plotu cca 25 m od Obecního úřadu	161,01	161,22	0,21

Tab. 11 - Kalibrace modelu **SL_B**, povodňové značky

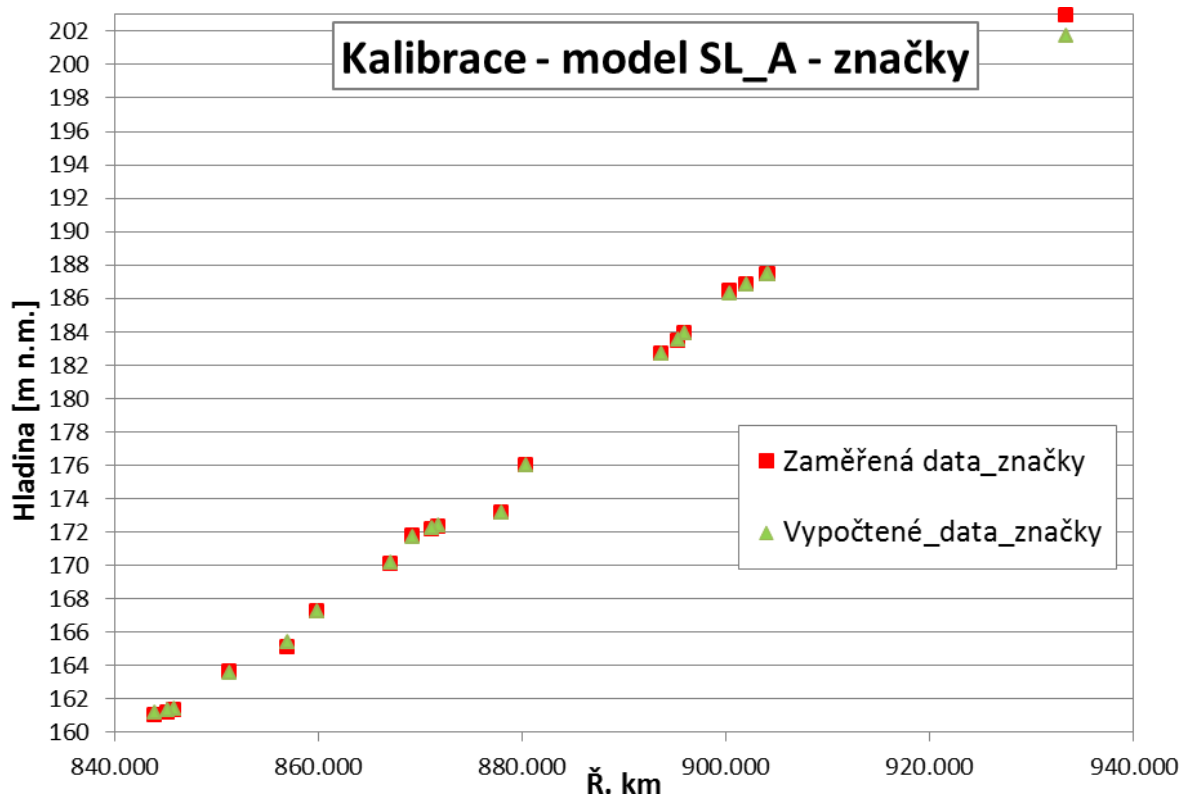
Ř. km	Lokalizace kalibračního bodu	Výška srovnávací hladiny (m n. m.)	Výška vypočítané hladiny (m n. m.)	Rozdíl (m)
978,75	stanice ČHMÚ Němčice	222,61	222,527	-0,08
973,40	Kunětice – most, návodní strana opěry mostu	220,76	220,07	-0,69
967,54	zdymadlo Pardubice - horní voda	217,09	217,165	0,07
967,43	zdymadlo Pardubice - dolní voda	216,51	216,515	0,00
966,86	povodní strana - opěra mostu u zimního stadionu	216,23	216,397	0,17
965,72	návodní strana - opěra mostu Polabiny	215,95	216,06	0,11
965,07	návodní strana - opěra mostu cca 30 m od koryta toku	215,89	215,867	-0,02
963,48	nátokový objekt cca 450 m od mostu po směru toku	215,09	215,072	-0,02

Ř. km	Lokalizace kalibračního bodu	Výška srovnávací hladiny (m n. m.)	Výška vypočítané hladiny (m n. m.)	Rozdíl (m)
960,80	zdymadlo Srnojedy - horní voda, 2. pilíř od levého břehu	213,93	213,74	-0,19
960,80	zdymadlo Srnojedy - dolní voda	213,57	213,478	-0,09
954,65	mezi žel. tratí a sil. mostem, rohový kůl oplocení cca 45 m od mostu	211,18	211,165	-0,02
951,18	zdymadlo Přelouč - horní voda	209,76	209,658	-0,10
950,95	zdymadlo Přelouč - dolní voda, cca 150 m za mostem ve směru toku	209,09	209,018	-0,07
950,01	povodní strana - kolík u opěry lávky, 2,4 m od lávky	209,15	207,841	-1,31
943,19	návodní strana - opěra mostu	205,66	205,649	-0,01

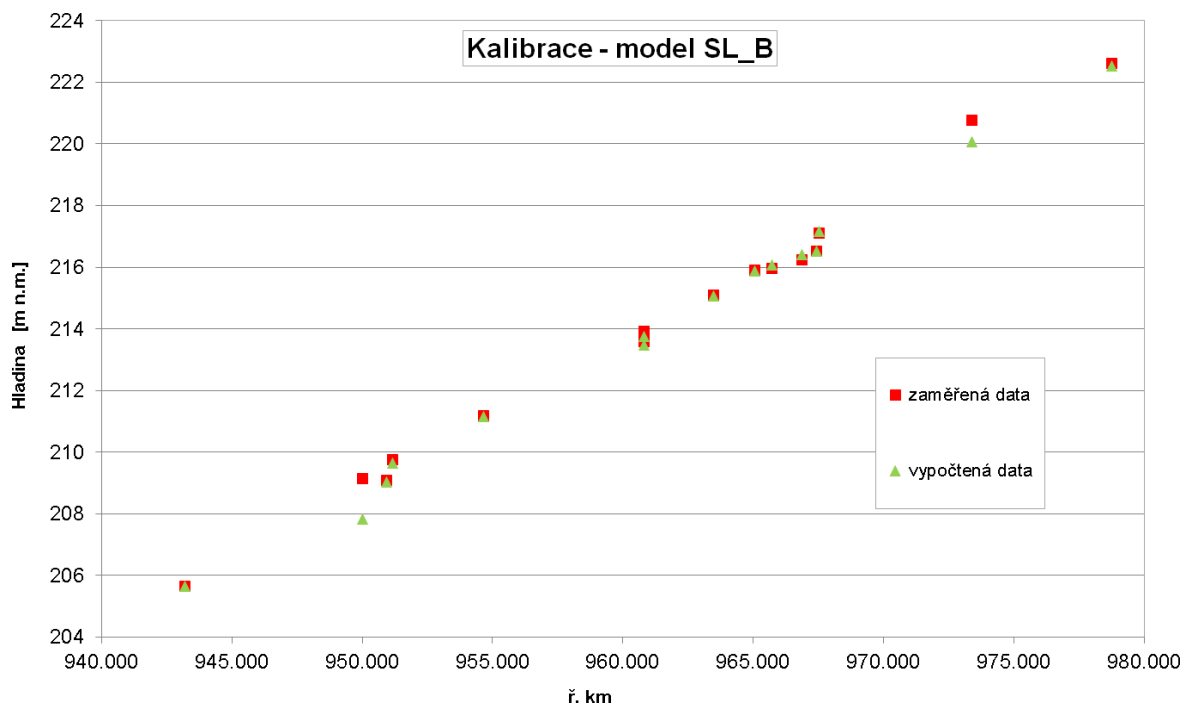
Graf 1 – Kalibrace modelu – úsek Mělník – Týnec, jezy



Graf 2 – Kalibrace modelu – úsek Mělník – Týnec, značky



Graf 3 – Kalibrace modelu – úsek Týnec – Opatovice, značky



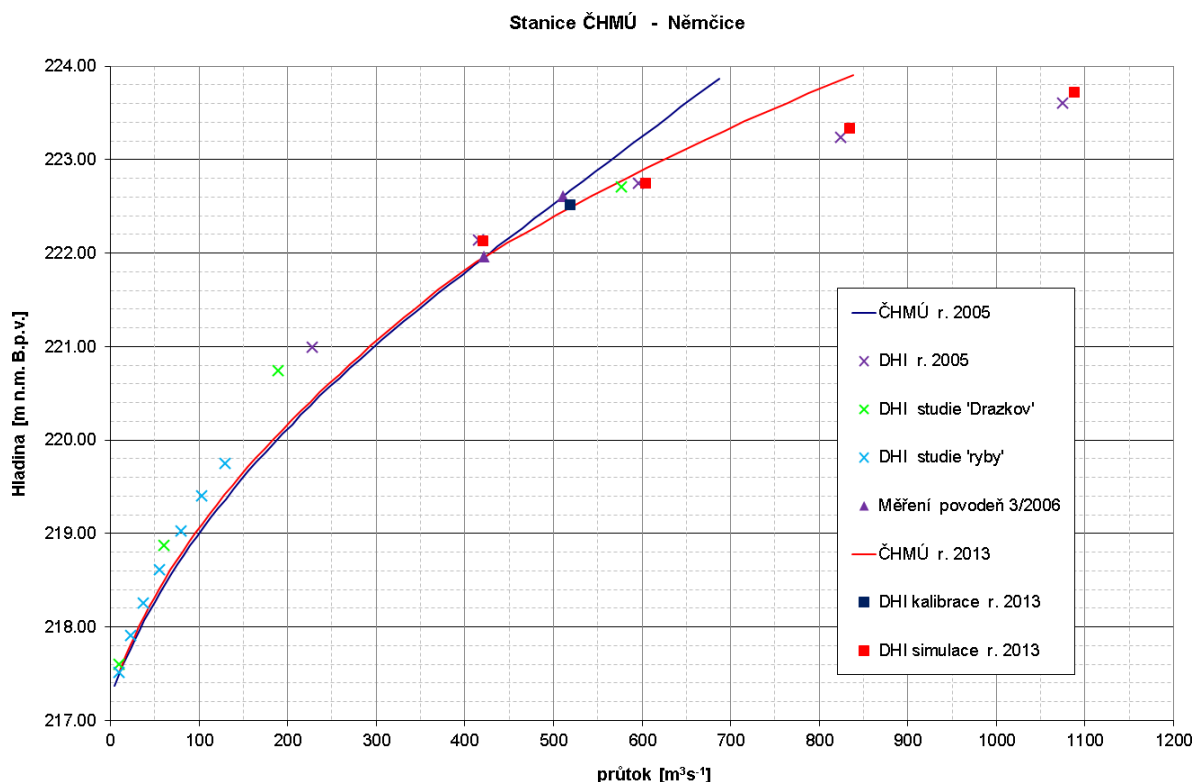
U výsledků kalibrace na povodeň z března/dubna 2006 je patrná dobrá shoda mezi zaměřenými a vypočtenými hladinami, Odchylka se většinou pohybuje v rozmezí $\pm 0,1$ m, Maximálně do $\pm 0,2$ m, Příčinou větších odchylek

(značka pod zdymadlem Přelouč v ř.km 950,01 nebo značka na mostu v Kuněticích) může být jak vývoj rozsáhlého záplavového území a dna koryta Labe od roku 2006, tak i nepřesnosti ve vyhodnocení povodňových průtoků či chyba při zpracování značek kulminačních hladin.

Za zvláštní pozornost stojí vyhodnocení vypočtených hladin v profilu stanice ČHMÚ v Němčicích a jejich porovnání s konzumpčními křivkami. Nepřesnost této křivky pro střední a vysoké povodňové průtoky (cca pro $Q > 500 \text{ m}^3/\text{s}$) byla diskutována již v závěrečné zprávě studie odtokových poměrů [3]. ČHMÚ od té doby (od r. 2005) průběh konzumpční křivky (zejména pro $Q > 400 \text{ m}^3/\text{s}$) upravil – snížil úroveň hladin pro odpovídající průtoky – viz křivky „ČHMÚ r. 2005“ a „ČHMÚ r. 2013“ na grafu 4. Přesto se úroveň hladin, vycházející ze současně platné konzumpční křivky ČHMÚ, pro průtoky $> 600 \text{ m}^3/\text{s}$ zdají být nereálně vysoké.

Souhrn všech hodnot, využitých k analýze, je zřejmý z grafu 4. Jsou zde uvedeny dvě p křivky ČHMÚ (cca z let 2005 a 2013 – v těchto letech byly jako aktuální používány), dále pak vypočtené hladiny modelem MIKE 21C v předchozích studiích (jako symbol použity „x“) a výsledky získané v rámci současné studie (jako symbol použity „■“). Přestože v předchozích studiích byl používán model sestavený z DMT Geodisu (2003) a zaměření dna Labe Valentynou (2004) a zkalibrovaný na povodně z let 1997 a 2000 a v současné studii je model sestaven z DMR 5G (2011), říční dno zaměřeno lodí Střekov (2011) a pro kalibraci byla využita povodeň z roku 2006, výsledky obou modelů v softwaru MIKE 21C si vzájemně velmi dobře odpovídají. Porovnáme-li však výsledky simulací s průběhem aktuální konzumpční křivky, zjišťujeme, že v rozsahu nižších povodňových průtoků ($Q = 150$ až $400 \text{ m}^3/\text{s}$) jsou vypočtené hladiny výše než hladiny vycházející z konzumpční křivky, naopak pro vysoké povodňové průtoky ($Q > 700 \text{ m}^3/\text{s}$) jsou vypočtené hladiny nižší (až výrazně nižší) a hladin, vycházejících z aktuální konzumpční křivky, nelze dosáhnout ani nereálně vysokými drsnostmi koryta Labe a inundačního území zároveň. To indikuje možnou nepřesnost konzumpční křivky v určitém rozsahu průtoků, popř. i její ovlivnění manipulacemi na jezu v Pardubicích.

Graf 4 – Porovnání výsledků ve stanici ČHMÚ Němčice



Po aktualizaci 2D modelu v rámci 2. cyklu projektu byla provedena verifikaci na data z kulminace povodně z června 2013. Tuto verifikaci je však třeba považovat v zájmovém úseku Kostelec nad Labem – Mělník za orientační, protože v červnu 2013 přicházela cca Q_5 z Labe do kulminace Q_{50} na Vltavě. Charakteristiky proudění

(úroveň hladin, rychlosti proudění a hydraulické odpory) ve zmíněném úseku Labe jsou tedy ovlivněny výrazným vzduťm od soutoku Labe s Vltavou.

Labe i Vltava nad soutokem kulminovaly v červnu 2013 prakticky ve shodný okamžik – během večera 4.6. 2013. Na obou tocích byly kulminace poměrně ploché – s odchylkou do 5% od kulminačního průtoku se na Vltavě udržely průtoky celých 12 hodin, na Labi dokonce 31 hodin. Z tohoto důvodu byl verifikační výpočet proveden metodou ustáleného proudění s hodnotami průtoků na okrajových podmínkách:

Q (Labe) = 744 m³/s, Q (Vltava) = 2976 m³/s, což v součtu odpovídá odtoku profilem LGS Mělník **Q = 3720 m³/s**.

Při vyhodnocení verifikačních výpočtů byly použity povodňové značky v úseku Mělník - Neratovice, poskytnuté správcem toku Povodím Labe, s.p. Výsledek verifikace modelu (průběh hladin podél zaměřených značek) je vykreslen obrázku 5. Z grafu je patrná dobrá shoda vypočtených úrovní hladin s vyhodnocenou niveletou značek kulminační hladiny – většina rozdílů mezi vypočtenými a pozorovanými hodnotami se pohybuje v intervalu od -14 cm do +7 cm. Můžeme proto konstatovat dobrou shodu ve vypočtených hladinách.

Vzhledem k rozdílným vegetačním obdobím povodně z června 2013 a března/dubna 2006 (byla použita ke kalibraci modelu v 1. cyklu projektu) byly hodnoty součinitelů drsností některých vegetací porostlých ploch a pásů náhradních drsností za ploty upravovány. Tento přístup vychází především ze zkušeností, získaných při řešení studie [6], která prokázala, jak relativně velký hydraulický odpor může klást svěží vegetace s pevnými lodyhami na začátku léta. Kromě přímého působení rozbujelé vegetace je také charakteristické její působení nepřímé formou ucpávání hlavně pletivových plotů zvýšeným množstvím splávi – trávy, bylin, listí apod. Pletivové ploty, zanesené např. trávou, jsou schopné se změnit v prakticky nepropustné stěny, hradící až do okamžiku jejich destrukce – do výšky v řádu metrů.

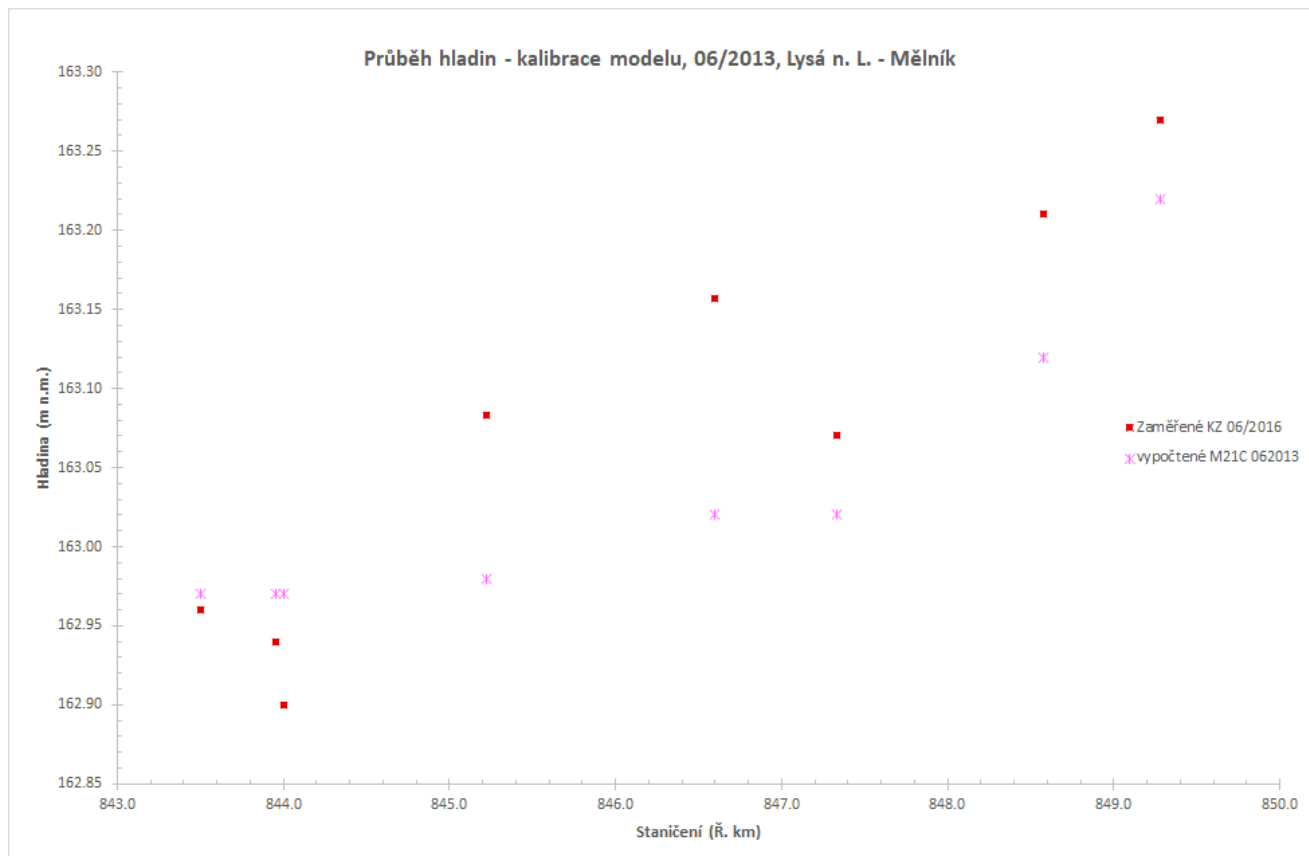
Vegetace z dubna 2006 (začátek jara) je charakteristická relativně nízkými hydraulickými odpory inundačního území i břehové vegetace.

Zkušenosti z mnoha předchozích projektů dále prokázaly, že při simulacích velkých povodní je třeba rovněž zvýšit součinitele drsností v korytě, neboť v říčním korytě nastává při těchto povodních pohyb dnových splavenin, v určité vrstvě u dna se pohybuje dvoufázová směs vody a sedimentu, vytvářejí se proměnlivé dnové útvary (makrodrsnost); navíc významně roste vnitřní turbulence rychlého proudu v korytě – to všechno zvyšuje hydraulické odpory proudění, které lze víceméně vyjádřit jen zvýšením drsnosti.

Tab. 12 - Kalibrace modelu **SL_A_LysMe**, povodňové značky 06/2013

Ř. km	Lokalizace kalibračního bodu	Výška srovnávací hladiny (m n. m.)	Výška vypočítané hladiny (m n. m.)	Rozdíl (m)
843.500	Obříství, VD obříství, velín, cca 20 cm nad Q100	162.96	162.97	0.01
843.950	Obříství, levá strana silnice - stěna naproti kamenictví	162.94	162.97	0.03
844.000	Obříství, sjezd k Labi za zámečkem - smrk po levé straně	162.90	162.97	0.07
845.220	Obříství, sjezd k parkovišti restaurace - pravý obrubník	163.08	162.98	-0.10
846.600	Tuháň, sloup u Růžového domu	163.16	163.02	-0.14
847.330	Neratovice, Spolana - konec kolejí, objekt č. G3000, sloupek u vrat	163.07	163.02	-0.05
848.580	Neratovice, Spolana - kotelna u mostu, zauhlování objekt č. 157A	163.21	163.12	-0.09
849.280	Neratovice, Spolana - zadní vjezd - sloup u vrat	163.27	163.22	-0.05

Graf 5 – Výsledky kalibrace modelu SL_A_LysMe 06/2013



6 Výsledky

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

Z průběhu hladin byl sestaven psaný podélný profil, který obsahuje niveletu dna a úrovně hladin pro Q_5 , Q_{20} 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 a záplavové území

Záplavová území byla vygenerována z výsledků 2D matematických modelů a to protnutím rastru vypočítaných úrovní hladin a rastru digitálního modelu terénu. Pro generaci záplavových čar byl využit software ESRI ArcMap a nástroj Flood Tool Box (Mike 2011 Tools, Flood Estimation Tools), vyvinutý v DHL, a.s.

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

Formát map hladin *.tif – rastr, georeferencovaný tif

velikost pixelu rastru 2x2 m

*Výsledkové soubory (M21C, *.dfs2) byly pomocí nástroje MIKE 2011 Tools převedeny na soubory formátu shapefile (formát ESRI) – bodový shapefile. Nad těmito body byly vygenerovány jednotlivé rastrové mapy hladin pomocí funkce IDW (Spatial Analyst). Jedná se o interpolaci plochy rastru z bodů metodou inverzních vzdáleností (vychází z předpokladu, že hodnota v počítaném místě je více ovlivněna hodnotami bližších bodů. Hodnota veličiny na daném bodě je tedy ve výpočtu vážena jeho vzdáleností od počítaného místa a je vypočítán průměr ze vstupních dat.*

Nástrojem Flood Estimation Tools byly z DMT a vygenerovaných rastrů hladin pro všechny scénáře QN zkonstruovány polygony záplavových čar. Tyto záplavové čáry byly následně podrobeny kontrole a ruční úpravě v celém rozsahu dle přesných topografických dat a poznatků o krajině a terénu získaných během terénního šetření zájmového území. Následně byly čáry vyhlazeny.

Výsledné polygony záplavových čar byly použity k „oříznutí“ rastrů hladin, hloubek, rychlostí a měrných průtoků.

6.2 Mapy povodňového nebezpečí

Povodňové nebezpečí je charakterizováno povodňovými hloubkami a rychlostí proudění.

Hloubky pro průtoky Q_5 , Q_{20} , Q_{100} a Q_{500}

Rastry hloubek byly vytvořeny odečtením rastru hladin a rastru digitálního modelu terénu.

Formát map hloubek *.tif

– rastr, georeferencovaný tif

velikost pixelu rastru 2x2 m

V oblastech soutoků vznikly rozlivy pro jednotlivé Q_N jako polygonová obálka záplav obou výpočetních stavů, tedy např. Q_N z Labe s dopočtem průtoku z Vltavy a Q_N z Vltavy a s dopočtem z Labe tak, aby pod soutokem byl dosažen stanovený průtok Q_N .

Obálka maximálních hodnot – úroveň maximální hloubky (hladiny) v každém bodě výpočetní sítě – byla vytvořena nástrojem pro kombinaci výsledků hydrodynamického modelu v prostředí softwaru MikeView21C.

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.

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

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

Rastry rychlostí v oblasti soutoku byly vytvořeny podobně jako mapy hloubek - rastrová mapa obálky maximálních hodnot velikostí rychlostí obou výpočetních stavů, tedy např. Q_N z Labe s dopočtem průtoku z Vltavy a Q_N z Vltavy a dopočet z Lbe. Obálku maximálních hodnot v případě rychlostí vytváří skalární hodnoty maximálních rychlostí (vypočtené jako vektorové součty z obou složek vektorů rychlostí) v každém bodě výpočetní sítě, zkombinované opět nástrojem pro spojení výsledků hydrodynamického modelu přímo v prostředí DHI softwaru.

6.3 Mapy povodňového ohrožení

Povodňové ohrožení se vyjadřuje jako kombinace pravděpodobnosti výskytu nežádoucího jevu (povodně) a nebezpečí. Povodňové ohrožení vyjádřeno jako funkce pravděpodobnosti výskytu daného povodňového scénáře a tzv. intenzity povodně. Podrobný popis postupů vyjádření povodňového ohrožení je uveden ve vyhlášce MŽP č. 79 ze dne 30. dubna 2018 o způsobu a rozsahu zpracování návrhu a stanovení záplavových území a jejich dokumentace

6.4 Aktivní zóna záplavového území

K návrhu aktivní zóny záplavového území byly využity veškeré dostupné podklady a z nich zejména mapy povodňového nebezpečí a mapa povodňového ohrožení.

Do aktivní zóny záplavového území byly zahrnuty plochy:

- a) vlastní koryta vodního toku v šířce definované břehovými čarami,
- b) všech souvisejících vodních toků, derivačních či jiných kanálů a zaústění přítoků hlavního toku v šířce určené břehovými čarami,
- c) území mezi břehovými čarami a linií stavby vodního díla na ochranu před povodněmi podél vodního toku,
- d) další vymezené na mapě povodňového ohrožení jako vysoké ohrožení,
- e) další vymezené na mapě povodňového ohrožení jako střední ohrožení v místech, kde je současně pro povodně s dobou opakování 5, 20 nebo 100 let splněna některá z těchto podmínek:
 1. hloubka vody je větší nebo rovna 1,5 m,
 2. výslednice vektoru rychlosti proudění vody je větší nebo rovna 1,5 m/s, nebo
 3. součin hodnoty hloubky vody a výslednice vektoru rychlosti proudění vody je větší nebo roven $0,75 \text{ m}^2/\text{s}$, a
- f) vyvýšených území vymezených na mapě povodňového ohrožení jako nízké a střední ohrožení uvnitř jednotlivých ploch vymezených podle písmen a) až e).

Do aktivní zóny záplavového území nejsou zahrnovány izolované plochy vysokého a středního ohrožení a dále území za protipovodňovými zábranami, které se instalují při nebezpečí povodně nebo při povodni v rámci povodňových zabezpečovacích prací podle § 75 odst. 2 písm. g) vodního zákona.

6.5 Popis změn vzhledem ke dříve stanovenému záplavovému území a aktivní zóny

Změna byla provedena pouze lokální (list č.3, lokalita Zálabí) z důvodu realizované změny nivelety terénu. Ty byly posouzeny doc. Ing. Alešem Havlíkem, CSc. (6/2020) hydrotechnickým posouzením vlivu terénních úprav na odtokové poměry v lokalitě Nymburk – Zálabí. V rámci návrhu došlo pouze ke změně rozlivu Q_{20} a záplavového území Q_{100} . Zároveň byla provedena modifikace příslušných map povodňového nebezpečí a povodňového ohrožení. Matematický model a výšky hladin zůstaly nezměněny. Pro celistvost je předložen návrh v rozsahu původního stanovení.

6.6 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.