



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Doprava

Ministerstvo dopravy
Státní fond dopravní
infrastruktury



Jiná ověření:

Paré:

Orientační schéma:


Razítko oprávněné osoby:





Podpis:

Datum:

Revize:	Datum:	Popis:	Kontroloval:
000	30.09.2023	Definitivní odevzdání dokumentace	Ing. Petr Jiřinec

Stavebník/Investor:	Správa železnic, státní organizace		SPRÁVA ŽELEZNIC
Adresa:	Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1		
Zástupce investora:	Stavební správa západ		
Adresa:	Ke Štvanici 656/3, 186 00 Praha 8		

Zhotovitel díla:	EXprojekt s.r.o.	
Adresa:	Heršpická 758/13, 619 00 Brno	
Kontakt:	T: +420 533 312 000 E: info@exprojekt.cz	
Zhotovitel objektu:	DHI, a.s.	
Adresa:	Na vrších 1490/5, 100 00 Praha 10	
Kontakt:	T: +420 604 940 746 E: vat@dhi-group.com	
Hlavní projektant (HIP):	Ing. Petr Jemelka Ing. Dominik Mojžíšek	Specialista:

Název stavby/akce:	Sanace železničního spodku Lovosice - Bohušovice	Označení investora: S631500901
		Zakázka: 2020-077
Název části:	Souhrnná technická zpráva	Označení části: B.10.4.1
Název objektu/dílní části:	Posouzení stability zemního tělesa železničního násypu	Označení objektu/komplexu: -
Název přílohy:	-	Číslo přílohy (typ/pořadí): 1. 001
Název dílní části přílohy:		
Odpovědný projektant: Ing. Petr Jiřinec	Zpracovatel přílohy: Ing. Vanda Tomšovičová	Měřítko: - Formáty: 21 x A4
Kraj: Ústecký	Katastrální území: viz textová část	TUDU: 0801 26
		Stupeň dokumentace: DUSP+PDPS
		Smluvní datum zpracování: 30.09.2023

Kódové označení přílohy:

S631500901_PDPS_B1041_XXXXXXX_XX_1_001_000

Hydrotechnické posouzení pro stavbu „SANACE ŽELEZNIČNÍHO SPODKU LOVOSICE - BOHUŠOVICE“



(záplavové území soutokové oblasti Labe a Ohře se zákřesem rozlivu Q_{100} za současného stavu)

© DHI a.s., Na Vrších 5/1490, 100 00 Praha, srpen 2021
zpracovali: Ing. Vanda Tomšovičová, Ing. Petr Jiřinec

Pare: **1**

OBSAH

1	ÚVOD.....	4
2	POUŽITÉ PODKLADY	6
2.1	POVODŇOVÝ MODEL DOLNÍHO LABE	6
2.2	TOPOLOGICKÉ A KARTOGRAFICKÉ PODKLADY	6
2.2.1	Hlavní topologické podklady	6
2.2.2	Další topologické podklady	6
2.3	HYDROLOGICKÉ PODKLADY	7
2.3.1	posouzení charakteristik proudění na povodňovou vlnu 08/2002.....	7
2.3.2	posouzení charakteristik proudění při návrhovém průtoku Q_{100}	7
2.4	PODKLADY PRO DRSNOSTNÍ SOUČINITELE	8
3	ZPRACOVÁNÍ MODELU V ZÁJMOVÉ OBLASTI	10
3.1	METODIKA ZPRACOVÁNÍ.....	10
3.1.1	MIKE 21C.....	10
3.2	POPIS MODELU	10
3.2.1	Schematizace objektů.....	11
3.2.2	Okrajové podmínky.....	12
3.3	KALIBRACE MODELU.....	12
4	VÝSLEDKY	13
4.1	PRŮBĚH HLADIN ZA POVODŇE 08/2002	13
4.2	SCHEMATICKÝ PODÉLNÝ PROFIL HLADIN ZA PRŮTOKU Q_{100}	17
5	ZÁVĚR.....	20

Literatura

- [1] „Zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik pro oblast povodí Ohře a Dolního Labe. Dílčí povodí Ohře, dolního Labe a ostatních přítoků Labe“, DHI a.s., 11/2012.
- [2] „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 a dílčí povodí Ohře, Dolního Labe a ostatních přítoků Labe“, DHI a.s., Praha, 05/2013.
- [3] „Studie záplavového území Ohře v úseku ústí do Labe – Křesín“, DHI a.s., Praha, 11/2013.
- [4] „**Analýza oblastí s významným povodňovým rizikem v územní působnosti státního podniku Povodí Labe včetně návrhů možných protipovodňových opatření (podklad k Plánu pro zvládnutí povodňových rizik v povodí Labe. Dílčí povodí Ohře, Dolního Labe a ostatních přítoků Labe)**“, Labe OHL 22-01, ř. km 726,600 – 837,000, DHI a.s., Praha, etapa A 11/2019, etapa B 06/2020.
- [5] „**Analýza oblastí s významným povodňovým rizikem v povodí Ohře a podklady k Plánu pro zvládnutí povodňových rizik v povodí Labe. Dílčí povodí Ohře, dolního Labe a ostatních přítoků Labe**“, OHŘE OHL 01-01, ř. km 0,000 – 40,500, DHI a.s., Praha, etapa A 11/2019 a etapa B 12/2020.

1 ÚVOD

Hydrotechnické posouzení vlivu stavby „Sanace železničního spodku Lovosice - Bohušovice“ na charakteristiky proudění povodně **08/2002** a ustáleného průtoku **Q₁₀₀** bylo zpracováno na základě objednávky společnosti EXprojekt s.r.o. Brno.

Předložené hydrotechnické posouzení zahrnuje následující činnosti:

- simulace charakteristik proudění při průchodu povodňové vlny **08/2002** pro navrhovaný stav železničního spodku **za stávajícího stavu záplavového území (ZÚ)**, přičemž posouzení na tuto skutečnou povodňovou epizodu bylo provedeno z důvodu neexistujícího hydrologického podkladu časových řad teoretických povodňových vln **Q₁₀₀** nad zájmovým úsekem Labe a Ohře (na základě diskusí s odpovědnými pracovníky Odboru vodohospodářského rozvoje, Povodí Ohře Chomutov, s.p.),
- sestavení **průběhu hladin během povodně** ve čtyřech profilech rekonstruovaného úseku železniční tratě (stanovení délky trvání, po kterou dochází k zatopení drážního tělesa – podklad pro následné posouzení jeho statické stability),
- sestavení **psaného podélného profilu hladin** podél tohoto úseku tratě pro ustálený průtok **Q₁₀₀** pro obálku maxim – současného stavu záplavového území a výhledového stavu se zahrnutím všech staveb PPO v soutokové oblasti Labe a Ohře (posouzení na tento průtok stanovuje předpis Ž6 „*Těleso železničního spodku ve styku s vodním díly*“, Pragoprojekt a.s., 12/2001).

Předmětem stavby je železniční trať (Praha) Vraňany – Děčín č. 090 v úseku Bohušovice nad Ohří – Lovosice, která je součástí celostátní dráhy, zařazené do systému TEN-T. TÚDU: 080126. Stavba kolejově začíná v km 489,800 a končí v km 492,800.

Cílem stavby je sanace železničního spodku tvořeného násypem mezi ŽST Bohušovice nad Ohří a Lovosice, která bude spočívat v odstranění závad pražcového podloží a tím výškové polohy kolejí. Navrhovaná opatření povedou k zajištění stabilního podloží kolejí, k udržení geometrických parametrů koleje v limitech odpovídající traťové rychlosti a tím k zajištění spolehlivosti provozu.

V celém úseku stavby (v km 489,800 – 492,800) bude provedena celková rekonstrukce kolejového roštu v traťových a hlavních kolejích novým materiálem s navrženým zdvihem kolejí do 0,8 m. V rámci železničního spodku bude provedena sanace pražcového podloží.

Současně dojde k rekonstrukci nástupišť v zastávkách Nové kopisty a Lukavec, stejně tak tří železničních přejezdů.

Z důvodu navýšení tělesa dráhy a zvýšení propustnosti inundačního území je navržena rekonstrukce a nahrazení stávajícího dvou trubních propustků novým i ŽB s šikmými čely (světlost propustku je 2,0 m).

Pro zpracování posouzení byl použit 2D matematický model z komplexní studie „*Analýza oblastí s významným povodňovým rizikem v územní působnosti státního podniku Povodí Labe včetně návrhů možných protipovodňových opatření (podklad k Plánu pro zvládání povodňových rizik v povodí Labe. Dílčí povodí Ohře, Dolního Labe a ostatních přítoků Labe)*“ [4], která byla zhotovitelem zpracována pro správce toku Povodí Labe s.p. v rozsahu etapy A v roce 2019 (současný stav ZÚ) a dokončena etapou B v roce 2020 (navrhovaný stav s PPO). V rámci této studie byly zmapovány a popsány charakteristiky proudění v korytě Labe a přilehlém inundačním území za návrhových průtoků Q_N (Q_5 až Q_{500}).

V průběhu výše uvedené studie byl model aktualizován o nová vstupní topologická data, výsledky šetření a všechny nově shromážděné údaje o změnách v dotčeném záplavovém území. Současně proběhla re-kalibrace modelu na povodňovou vlnu 06/2013 v celém jeho rozsahu od Mělníka po Střekov a následná verifikace na povodňovou vlnu 08/2002.

K simulaci proudění byl použit dvourozměrný matematický model MIKE 21C (DHI Water & Environment & Health, Hørsholm - Dánsko). Geodetické podklady současného stavu, tj. digitální model reliéfu terénu a inundačního území a rovněž i další topologické a hydrologické podklady včetně funkčního 2D modelu byly se souhlasem Povodí Labe s.p. rovněž převzaty ze studie [4].

Veškeré uvedené topografické a výškové údaje jsou v souřadnicovém systému JTSK a výškovém systému B.p.v.

Použité staničení je říční (vzrůstající proti toku) a je odečteno ze studie [4].

2 POUŽITÉ PODKLADY

2.1 Povodňový model dolního Labe

Výchozím podkladem pro toto posouzení je existující 2D matematický model proudění v Labi a jeho záplavovém území v úseku Mělník – Ústí nad Labem vytvořený zhotovitelem [2] a [4]. Zdrojem pro sestavení této části modelu byly následující podklady. Rovněž tak vstupní a podkladová data matematického modelu na Ohři a jeho záplavovém území v úseku Křesín – zaústění do Labe [3].

2.2 Topologické a kartografické podklady

2.2.1 HLAVNÍ TOPOLOGICKÉ PODKLADY

- DMR5G (podkladová data copyright © ČÚZK, MO ČR, MZE ČR, 2011 – 2012) poskytlo Povodí Labe, s.p.
- Výškové údaje podrobně zaměřených bodů lodí Střekov (v úseku Mělník – Střekov během 05-07 / 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.

2.2.2 DALŠÍ TOPOLOGICKÉ PODKLADY

- Říční kilometráž a osa toku (digitální), Povodí Labe, s.p.
- Manipulační řády všech zdymadel na Labi, Povodí Labe, s.p., (2010 - 2016).
- Fotodokumentace a odborné poznatky z terénního šetření, DHI, a.s., (2011 - 2019).
- Kalibrační podklady – zaměření popovodňových značek 08/2002, Povodí Labe, s.p.
- Kalibrační podklady – zaměření popovodňových značek 01/2011, Povodí Labe, s.p.
- Kalibrační podklady – zaměření popovodňových značek 06/2013, Povodí Labe, s.p.
- Kalibrační podklady – vyhodnocení průtoků v profilu Mělník, Ústí n. L., vlastní databáze DHI, a.s.
- Kalibrační podklady – Q-h křivky měrných profilů, Povodí Labe, s.p.
- PPO stávající (realizovaná do konce r. 2021) – zaměření skutečného provedení stavby pro lokalitu **Křešice** (02/2013), **Terezín** (02/2019), **Bohušovice n. O** (02/2019)., **Píšťany** (02/2012) a **Lovosice** (09/2012) a projektové dokumentace pro lokalitu **Mělník (II. etapa, DPS, 12/2016)**, veškerá data poskytlo Povodí Labe, s.p.
- PPO navrhované (úsek od Mělníka po Střekov) – D. Beřkovice, Liběchov, H. Počaply, Račice, Dobříň, Černěves, Chodouny, Travčice, Terezín – Počaply a Č. Kopisty, Bohušovice n. O., Terezín – Kréta a N. Kopisty, Mlékojedy, Žalhostice, Lovosice, V. Žernoseky a D. Zálezly.

Výše uvedené podklady byly shromážděny a zpracovány při řešení projektu [2], [4]. Stav říčního dna a reliéf terénu záplavového území matematického modelu tak reprezentuje očekávaný stav na konci roku 2021 (v souladu se zadáním projektu [4]).

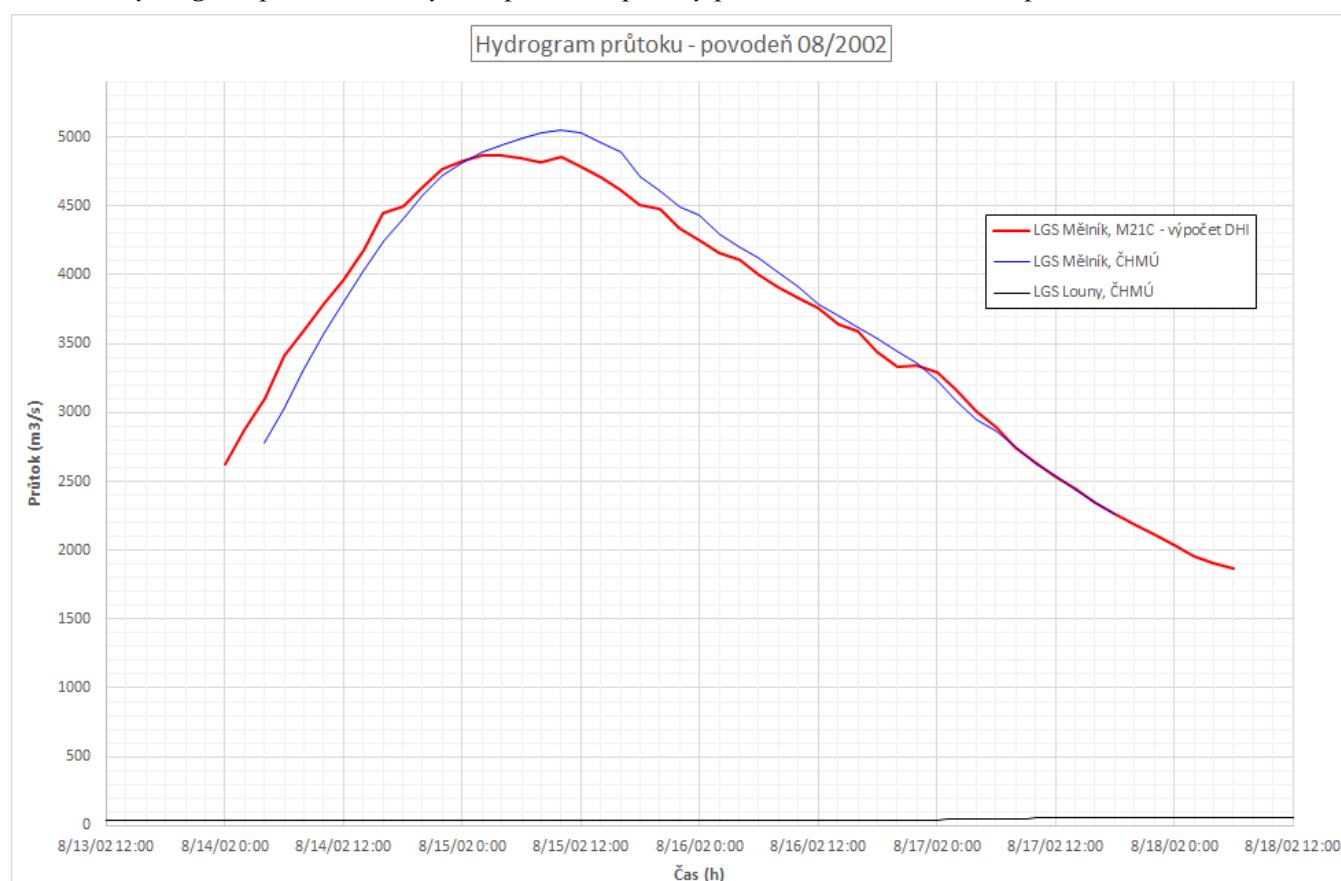
2.3 Hydrologické podklady

2.3.1 POSOUZENÍ CHARAKTERISTIK PROUDĚNÍ NA POVODŇOVOU VLNU 08/2002

Časová řada průtoků 08/2002 v LGS Mělník je výsledkem DHI a.s. dříve provedených simulací 2D numerickými modely (Klecany – Mělník, Mělník – Střekov) za účelem vyhodnocení povodně 08/2002 s využitím dat ČHMÚ z LGS Praha – Malá Chuchle, Brandýs n. Labem, Mělník, Ústí n. Labem – Střekov, rovněž tak hydrogram přítoku z Ohře Louny pochází z dat ČHMÚ.

Dle posledních výpočtů těchto simulací (DHI a.s.) kulminovala povodeň 08/2002 v Mělníce s průtokem v rozmezí **4870 – 4900 m³/s** (oproti 5050 m³/s dle ČHMÚ), tj. cca **Q₂₀₀₋₅₀₀**, v Ústí n. L. se jednalo o průtok **4700 m³/s**, tj. **Q₁₀₀₋₂₀₀**, v Děčíně potom **4770 m³/s**, tj. **Q₁₀₀**. V okamžiku kulminace Labe v soutokové oblasti, tokem Ohře protékal neporovnatelně menší průtok – cca **40 m³/s** (LGS Louny).

Obr. 1 – Hydrogram povodňové vlny ze srpna 2002 použitý při simulaci neustáleného proudění



2.3.2 POSOUZENÍ CHARAKTERISTIK PROUDĚNÍ PŘI NÁVRHOVÉM PRŮTOKU Q₁₀₀

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 12/2011, **revize 01/2019**), dále v korytě Ohře ze studie „Zpracování map povodňového nebezpečí a povodňových rizik pro oblast Povodí Ohře a dolního Labe“ (původní zdroj dat ČHMÚ 09/2011, **revize 01/2019**).

Souhrn návrhových průtoků uvádí *Tab. 1.* pro výpočet povodně z LABE a *Tab. 2.* pro výpočet povodně z OHŘE.

Tab. 1. – Návrhové průtoky Q_N LABE použité při výpočtech [m^3/s] (ČHMÚ Praha, 12/2011, revize 01/2019)

Hydrologický profil	Datum porřízení	Říční kilometr EU	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
nad Vltavou	19.12. 2012	837,552	772	1064	1420	1800	II.
pod Vltavou	5. 9. 2012	836,693	2060	2990	4150	5410	I.
nad Ohří	19. 12. 2011	792,701	2020	2940	4130	5465	I.
nad Bílinou	19. 12. 2011	765,912	2220	3140	4290	5540	I.
nad Jílovským p.	19. 12. 2011	741,250	2240	3170	4330	5610	I.
pod Ploučnicí	19. 12. 2011	740,569	2300	3240	4410	5680	I.
pod Kamenicí	19. 12. 2011	727,906	2300	3240	4410	5680	I.

Třída přesnosti dle ČSN 75 1400

Tab. 2. – Návrhové průtoky Q_N OHŘE použité při výpočtech [m^3/s] (ČHMÚ Ústí nad Labem, 09/2011, revize 01/2019)

Hydrologický profil	Datum porřízení	Ř. km 2013	Q_5	Q_{20}	Q_{100}	Q_{500}	Třída přesnosti
Jez Křesín	23.9. 2011	29,700	498	717	996	-	III.
Pod Rosovkou	23.9. 2011	21,225	509	732	1013	-	III.
Pod Malou Ohří	23.9. 2011	17,020	517	742	1028	-	III.
Pod Čepelem	23.9. 2011	10,650	534	765	1055	-	III.
Jez Terežín	23.9. 2011	2,820	537	769	1061	1454	III.

Třída přesnosti dle ČSN 75 1400

2.4 Podklady pro drsnostní součinitele

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 ortofotomaps a informací ZABAGED® (každý bod získal drsnost „propíchnutím“ výpočetní sítě s databází klasifikující území) v modelové oblasti. Finální hodnoty Manningova součinitele drsnosti „n“ byly získány kalibrací a re-kalibrací modelu a ukazuje je tabulka č. 3.

Tab. 3 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, nesekaná tráva, pole	0,040
řidký 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

Tyto finální hodnoty „základních drsností“ vycházejí z kalibračních výpočtů povodňových epizod menších průtoků ($Q_1 - Q_{10}$) zaznamenaných v celé délce úseku Labe.

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 na základě výsledků kalibračních výpočtů pro průtoky v rozsahu podobném jako stanované Q_N . S výhodou v povodí Dolního Labe vedle KZ pro zimně jarní povodně (04/2006, 01/2011) existují KZ pro jarně letní povodně (08/20002, 06/2013) – ty se samozřejmě udály za zcela jiných vegetačních podmínek a tím pádem zcela rozdílných drsnostních parametrů.

Výsledná základní drsnost koryta byla použita při výpočtech zatěžovacího stavu Q_5 , pro průtok Q_{20} byla úměrným procentem zvýšena, pro výpočet Q_{100} vycházela drsnost koryta z re-kalibračních výpočtů na zaměřené značky pro povodeň 06/2013, zároveň byla zvyšována drsnost břehové vegetace (často tvořená hustými travinami, nepropustným křovím, vzrostlými stromy), stejně jako drsnost území pokrytých řidšími a hustými lesními porosty, a též vinic, chmelnic, polí a luk. Z těchto hodnot byly odvozeny drsnosti pro výpočet Q_{500} , přičemž v korytě toku byly úměrně zvyšovány dle verifikace modelu na povodeň 08/2002.

3 ZPRACOVÁNÍ MODELU V ZÁJMOVÉ OBLASTI

Zájmový úsek toku tvoří upravené koryto Labe o šířce toku 100 – 250 m s příslušným inundačním územím. 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 ploché ZÚ polabské nížiny značně rozšiřuje (cca 4,5 km), naopak v dolní části je sevřené úzkým kaňonem, hlubokým zářezem koryta Labe do Českého Středohoří.

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

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

3.1 Metodika zpracování

Pro potřeby tohoto posouzení byl použit dvourozměrný (2D) matematický model neustáleného proudění MIKE 21C, společnosti DHI Water & Environment & Health.

3.1.1 MIKE 21C

Model MIKE 21C pracuje v neekvidistantní křivočaré síti, která umožňuje zahuštění výpočetních bodů v oblastech, kde je třeba podrobnějšího výpočtu. Výpočetní síť je položena na trojrozměrný terén (topologie modelu) s plošným rozložením drsnostních součinitelů. Okrajové podmínky, které určují průtokové charakteristiky v modelu, jsou zadávány na hranicích modelu, resp. jako bodové zdroje s příslušným umístěním uvnitř výpočetní sítě.

Výstupem modelu MIKE 21C jsou vypočtené charakteristiky proudění: hodnoty úrovní hladiny vody, hloubky, vektory svislicových rychlostí a měrných průtoků ve všech výpočetních bodech zájmové oblasti a pro všechny počítané časové kroky. 2D model tak dává reálnou představu o zakřivené ploše hladiny a charakteru proudění v celém zájmovém území.

Základním podkladem pro tvorbu 2D modelu je trojrozměrný (3D) digitální model terénu (DMT) v oblasti výpočtu, hydrologické údaje pro tvorbu okrajových podmínek modelu a údaje o dnových odporech – součinitele drsností.

3.2 Popis modelu

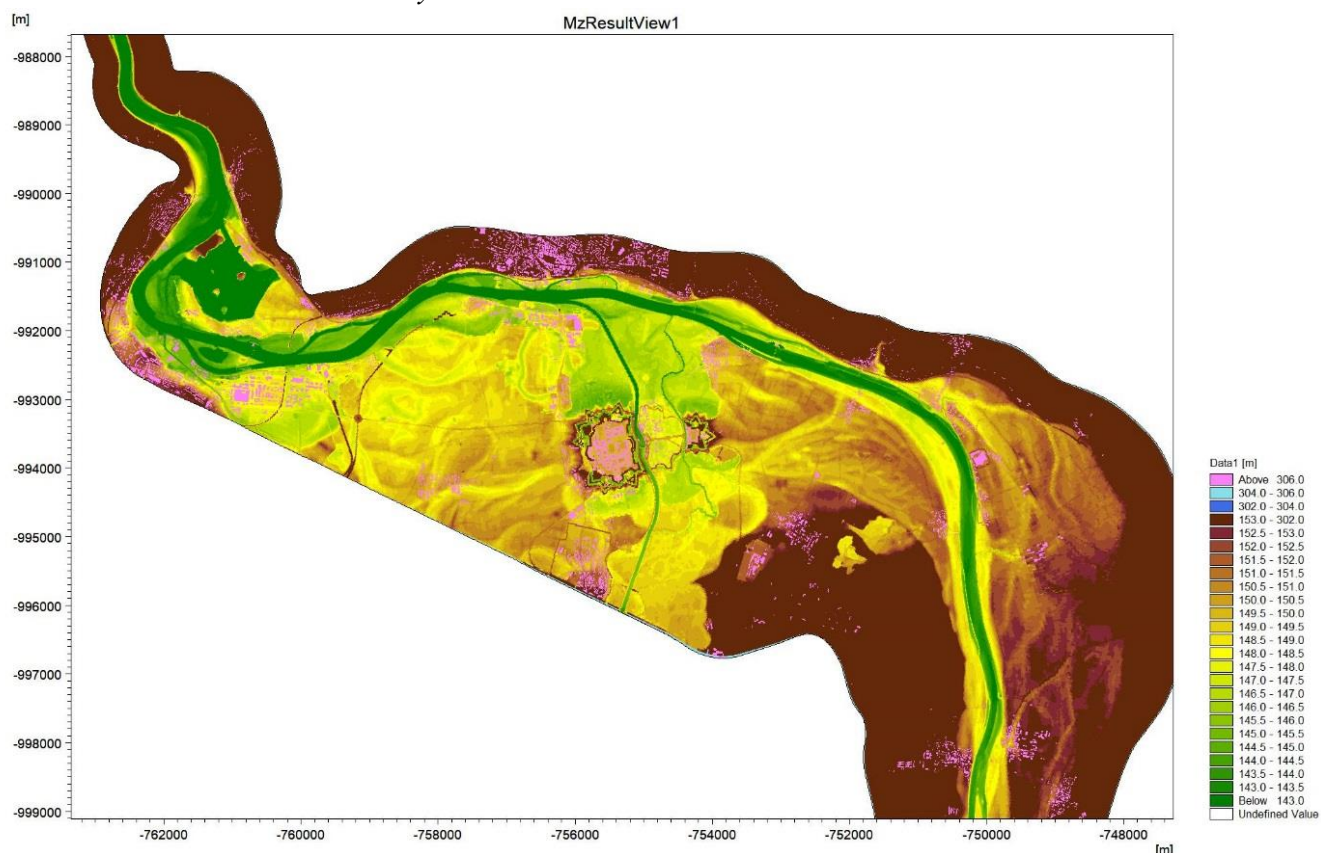
Model zpracovaný v rámci [2] a [4] je definován 2D neekvidistantní křivočarou výpočetní sítí (vnitřně ortogonální), jejíž velikost je dána počtem bodů ve směru osy X a Y vnitřního souřadnicového systému, s návazností na globální souřadnicový systém. Promítnutím této sítě na DMT byl získán geometrický model terénu ve výpočetní síti modelu MIKE 21C.

Tab. 4. – Velikosti výpočetních sítí matematických modelů

Úsek	výpočetní síť (bodů)	batymetrický model (bodů)
DL_A (Mělník – Střekov)	5658 x 395	5657 x 394
SOUTOK (Hrobce – Litochovany n. L., součást DL_A)	1906 x 395	1905 x 394

Hustota sítě (vzdálenost mezi výpočetními body) modelu je proměnlivá, v rozsahu cca 5-15 m v podélném směru (směru rovnoběžném s osou toku) a cca 3-15 m v příčném směru.

Obr. 2 – Ukázka křivočaré sítě a batymetrie matematického modelu



Model DL_A slouží k výpočtům hydraulických charakteristik pro povodňové stavy z LABE v úseku Mělník – Střekov, model SOUTOK pro výpočet těchto charakteristik pro povodně přicházející z OHŘE v úseku Hrobce – Litochovany n. L.

3.2.1 SCHEMATIZACE OBJEKTŮ

Budovy byly s ohledem na účel simulací (ochrana intravilánu před povodněmi) schematizovány zvýšením terénu, tj. jako nepřelitelné překážky v terénu modelu; ploty a jiné překážky podobného charakteru byly zadány formou pruhů zvýšené drsnosti v mapě drsností.

Plavební stupně byly schematizovány odpovídajícím tvarem terénu včetně přelivných ploch vyhrazených jezů, dělicích pilířů a zdí plavebních komor. Mostní pilíře byly vytvářeny zvýšeným terénem nebo lokálním zvýšením drsnosti (v případě útlých pilířů). Horní mostní konstrukce byly nahrazeny odpovídajícím pruhem zvýšené drsnosti v profilech mostu s ohledem na míru jejich zatopení.

3.2.2 OKRAJOVÉ PODMÍNKY

Okrajové podmínky modelu (horní a boční průtokové okrajové podmínky) při řešení ustálených průtoků vycházejí ze zadání návrhových průtoků – viz tab. 1 a 2, vše podrobně popsáno v závěrečné zprávě [1] a [4].

Pro potřeby zakázky byla provedena simulace charakteristik proudění:

- **neustáleného proudění** při průchodu povodňové vlny odpovídající historické **povodňové epizodě ze srpna 2002**.

Průtokové okrajové podmínky byly do 2D numerického modelu zadávány podle hydrogramu v kap. 2.3.2 (výpočet DHI).

Dolní okrajová podmínka – úroveň hladiny na VD Střekov – byla zadávána dle konzumční křivky tohoto vodního díla.

3.3 Kalibrace modelu

Kalibrace na povodně z let 2011 a 2006 byla provedena metodou výpočtu ustáleného proudění. Kalibrace na největší v nedávné historii zaznamenanou povodeň (v srpnu 2002 – s významnými inundačními územími a transformačním účinkem na povodňovou vlnu) metodou výpočtu neustáleného proudění s batymetrií koryta Labe a ZÚ odpovídající r. 2002. Použitý hydrogram povodňové vlny ze srpna 2002 dosahoval ve stanici Mělník kulminační hodnoty **$Q = 4\,870 - 4\,900 \text{ m}^3/\text{s}$** (dle výpočtů DHI a.s.). Výsledky kalibrace jsou podrobně prezentovány ve studii [2].

V rámci studie [4] byl 2D matematický model re-kalibrován v rozsahu velkých povodňových průtoků na povodňovou vlnu 06/2013 v profilech LGS Mělník a LGS Střekov. Ke kalibraci modelu v celé jeho délce byl použit soubor zaměřených kulminačních značek povodně (data Povodí Labe s.p., Povodí Ohře s.p. a vlastní data DHI a.s.) a závěrečná zpráva studie „*Vyhodnocení povodní 2013; závěrečná souhrnná zpráva. ČHMÚ, Praha, červen 2014*“. V této studii ČHMÚ udává hodnotu kulminačního průtoku povodně z června 2013 ve stanici Mělník **$Q = 3640 \text{ m}^3/\text{s}$** .

Výsledky kalibrace jsou podrobně prezentovány ve studii [2] a [4].

4 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“).

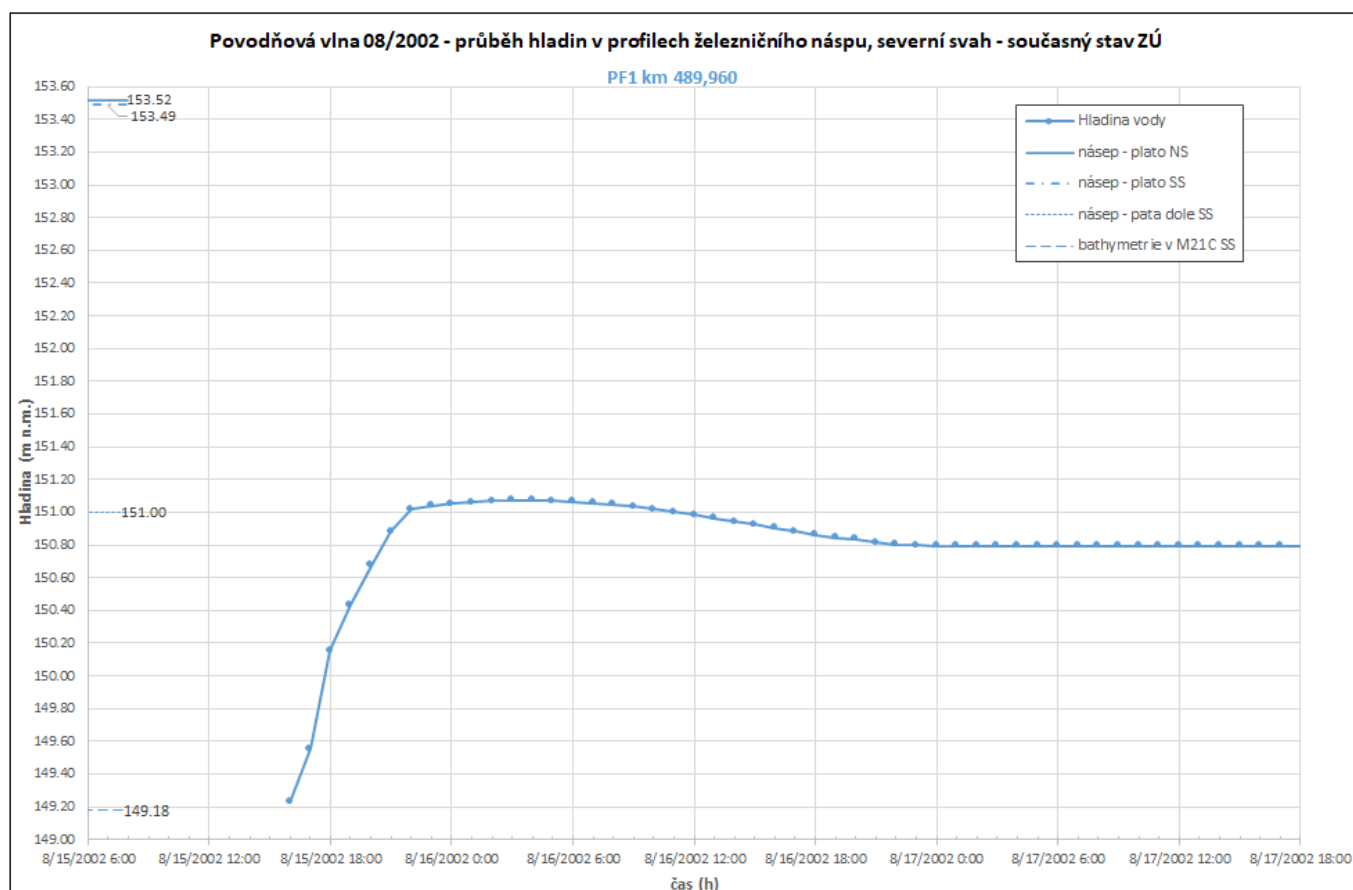
Simulace v tomto posouzení byla provedena pro **neustálený průtok povodně 08/2002**.

Rovněž byly pro potřeby tohoto posouzení použity všechny výstupy studie [4], konkrétně úrovně hladin, hloubek a hodnoty svislicových rychlostí podél zájmového úseku rekonstruovaného železničního náspu, a to pro návrhový **průtok Q_{100}** za současného stavu (SS, etapa A), rovněž tak výhledového s navrženými liniemi PPO (NS, etapa B).

4.1 Průběh hladin za povodně 08/2002

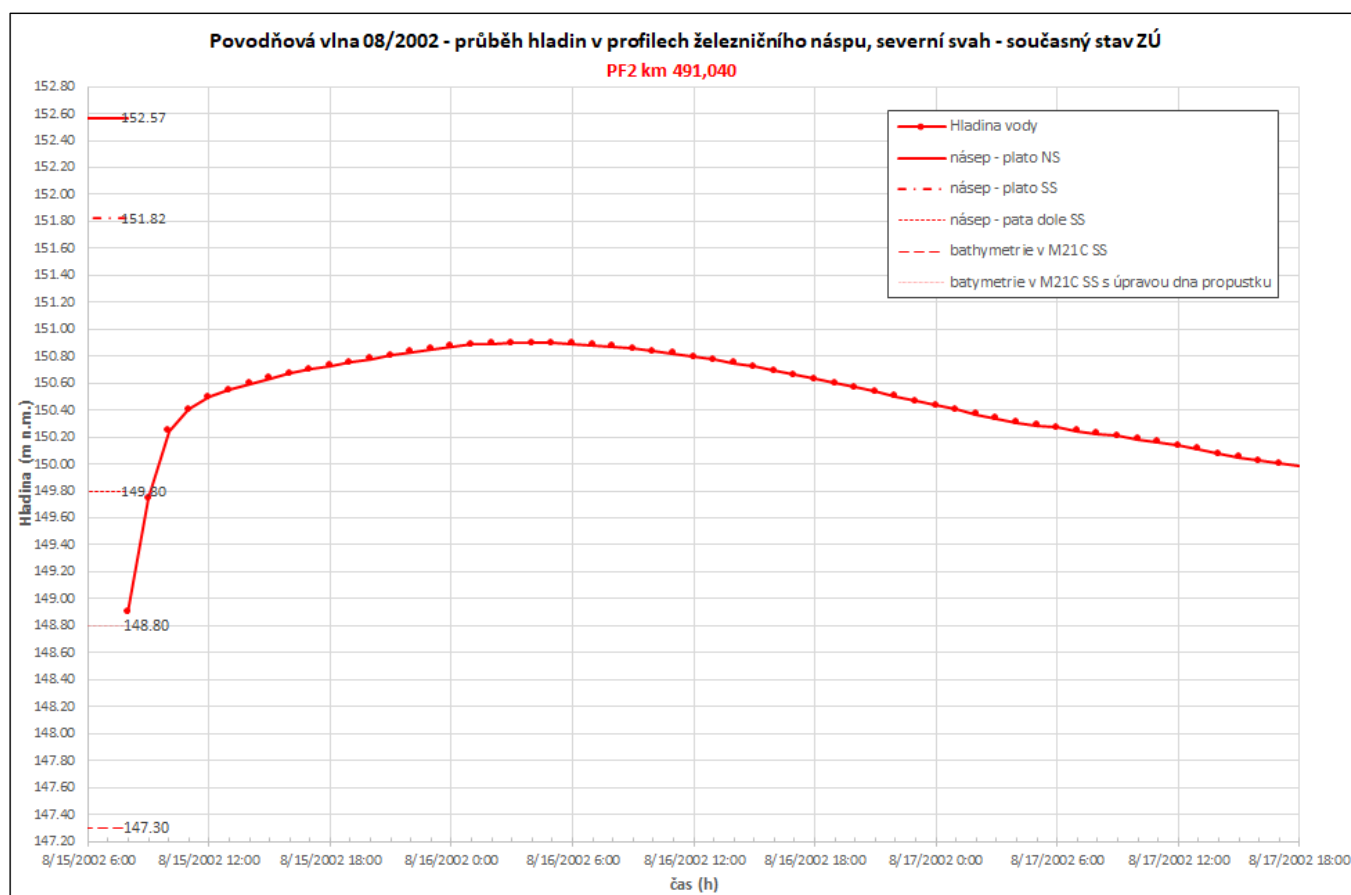
Průběhy vypočtených hladin během průchodu povodňové vlny ve čtyřech profilech zájmového úseku náspu (**severní svah**) jsou vyobrazeny v následujících grafech. Poloha profilů byla vybrána s ohledem na potřebu získání reprezentujících dat pro celý zájmový úsek, dále na délku doby zatopení – z tohoto pohledu byla vybrána místa, kde těleso náspu bude rozlivem povodně zasaženo nejdéle.

Obr. 3 – Průběh hladin za povodně 08/2002 - **PF1 km 489,960**

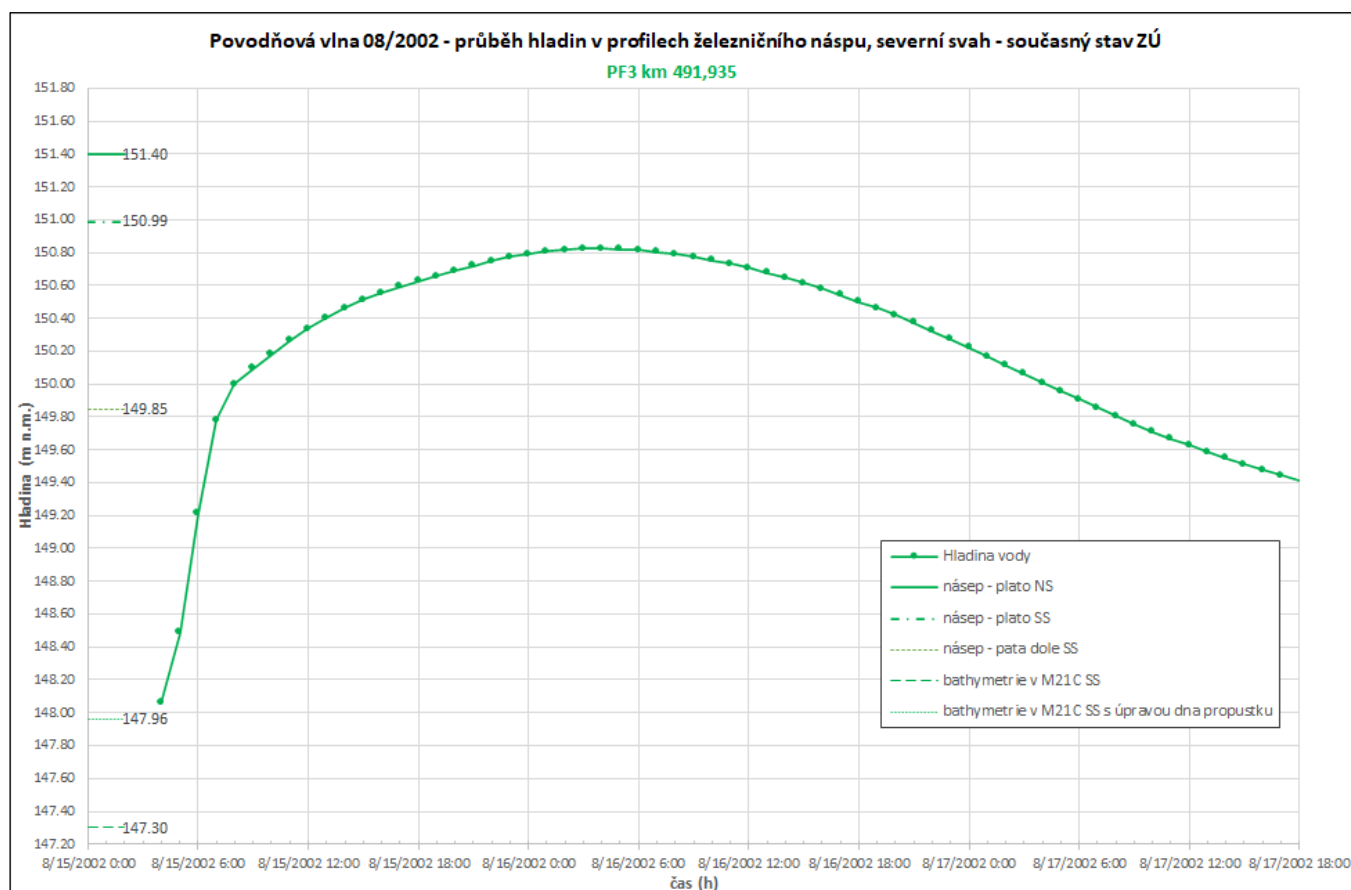


Celkově lze průběh povodňové vlny charakterizovat rychlejším nárůstem hladin na vzestupné větvi, déle trvajících hladinami v blízkosti maxim („velbloudovitého“ charakteru) a velmi pozvolným snižováním hladin na větvi sestupné; u profilů PF1 a PF4 je na této sestupné větvi patrné zaklesnutí hladiny způsobené lokálními vyvýšeninami a prohlubněmi v jinak rozlehlém rovinatém terénu labské nížiny (po povodni 08/2002 tato místa dlouhodobě, v rádech týdnů, zatopena a podmáčena).

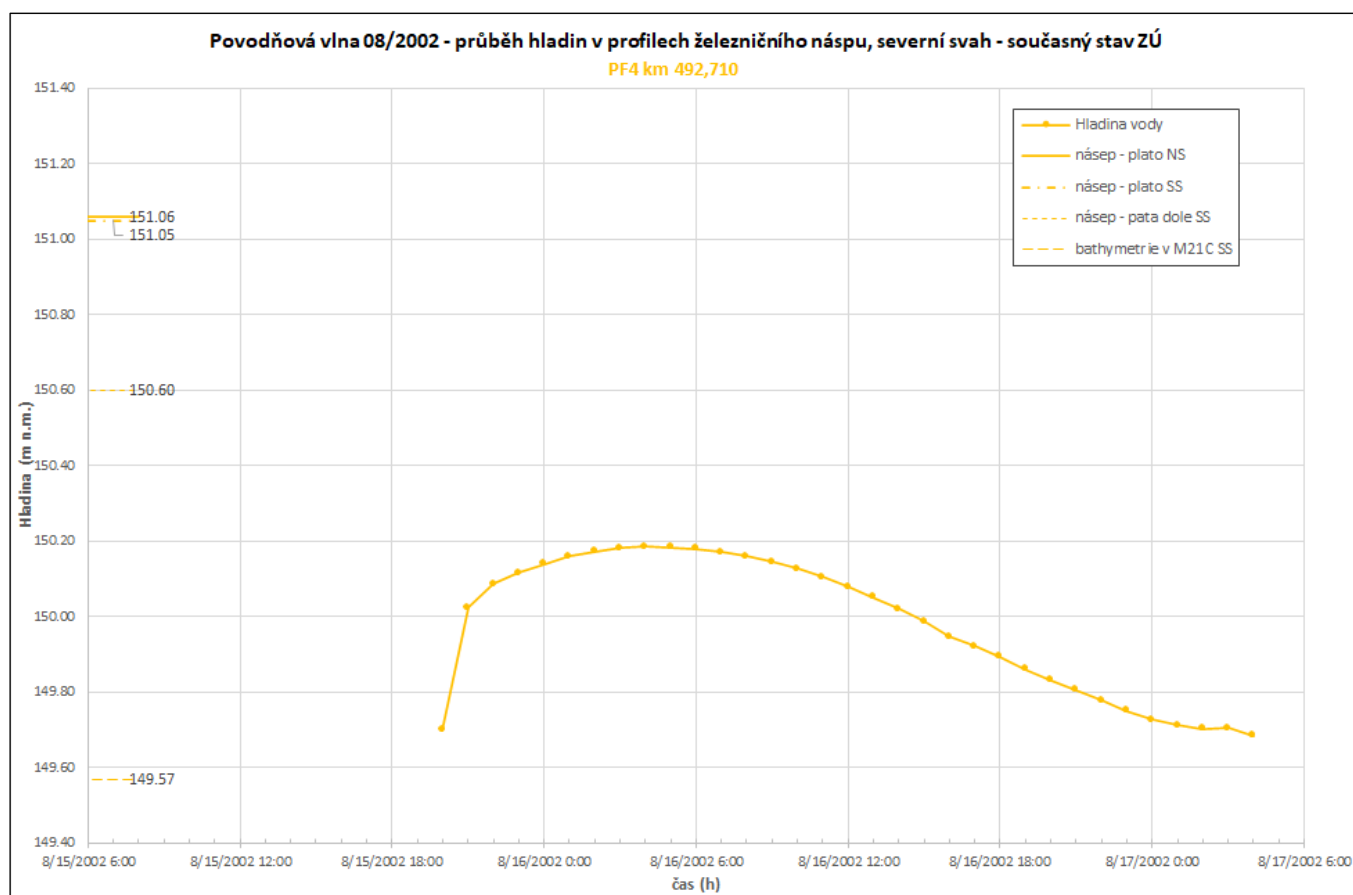
Obr. 4 – Průběh hladin za povodně 08/2002 - PF2 km 491,040



Obr. 5 – Průběh hladin za povodně 08/2002 - PF3 km 491,935



Obr. 6 – Průběh hladin za povodně 08/2002 - PF4 km 492,710



V grafech je vykreslen současný a navrhovaný stav (SS a NS) plata železničního náspu, dále též pata svahu – úrovně jsou odečteny z podkladu DMR 5G (kap. 2.2.1) a batymetrie matematického modelu (schematizovaný/průměrný terén v modelu M21C, přičemž velikost elementů podél severního svahu tělesa železničního náspu se pohybuje v rozmezí 7,5 x 10,0 m, max 12,0 x 15,0 m).

Tab. 5 – Průběh hydraulických veličin pro PF1 – PF4, severní svah náspu

Staničení	489,960	491,040	491,935	492,710	489,960	491,040	491,935	492,710	489,960	491,040	491,935	492,710
PF severní svah	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Čas	Hloubka vody M21C (m)				Hladina vody M21C (m n.m.)				Svislová rychlost M21C (m/s)			
8/15/2002 4:00							148.06					
8/15/2002 5:00			1.19				148.49				0.010	
8/15/2002 6:00			1.91				149.21				0.002	
8/15/2002 7:00			2.48				149.78				0.021	
8/15/2002 8:00			2.70			148.90	150.00				0.003	
8/15/2002 9:00		2.45	2.80			149.75	150.10			0.000	0.001	
8/15/2002 10:00		2.94	2.88			150.24	150.18			0.028	0.003	
8/15/2002 11:00		3.11	2.96			150.41	150.26			0.031	0.003	
8/15/2002 12:00		3.19	3.04			150.50	150.34			0.046	0.017	
8/15/2002 13:00		3.25	3.10			150.55	150.40			0.055	0.020	
8/15/2002 14:00		3.30	3.16			150.60	150.46			0.064	0.026	
8/15/2002 15:00		3.34	3.21			150.64	150.51			0.068	0.027	
8/15/2002 16:00		3.37	3.25		149.23	150.67	150.55			0.074	0.027	
8/15/2002 17:00	0.38	3.40	3.29		149.55	150.70	150.59		0.010	0.079	0.027	
8/15/2002 18:00	0.98	3.43	3.33		150.16	150.73	150.63		0.013	0.079	0.028	
8/15/2002 19:00	1.26	3.45	3.36		150.44	150.76	150.66		0.014	0.085	0.030	

Staničení	489,960	491,040	491,935	492,710	489,960	491,040	491,935	492,710	489,960	491,040	491,935	492,710
PF severní svah	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Čas	Hloubka vody M21C (m)				Hladina vody M21C (m n.m.)				Svislicová rychlost M21C (m/s)			
8/15/2002 20:00	1.50	3.48	3.39		150.68	150.78	150.69	149.70	0.014	0.084	0.029	
8/15/2002 21:00	1.71	3.50	3.42	0.46	150.88	150.80	150.72	150.03	0.000	0.084	0.030	0.000
8/15/2002 22:00	1.84	3.53	3.45	0.52	151.02	150.83	150.75	150.09	0.016	0.087	0.031	0.004
8/15/2002 23:00	1.86	3.55	3.47	0.55	151.04	150.85	150.77	150.12	0.017	0.089	0.033	0.002
8/16/2002 0:00	1.87	3.57	3.49	0.57	151.05	150.87	150.79	150.14	0.017	0.090	0.033	0.000
8/16/2002 1:00	1.88	3.59	3.51	0.59	151.06	150.89	150.81	150.16	0.018	0.091	0.034	0.001
8/16/2002 2:00	1.89	3.59	3.52	0.60	151.07	150.89	150.82	150.17	0.017	0.091	0.034	0.000
8/16/2002 3:00	1.90	3.60	3.52	0.61	151.07	150.90	150.82	150.18	0.018	0.091	0.035	0.000
8/16/2002 4:00	1.90	3.60	3.52	0.62	151.07	150.90	150.83	150.19	0.018	0.091	0.035	0.002
8/16/2002 5:00	1.89	3.60	3.52	0.62	151.07	150.90	150.82	150.19	0.017	0.091	0.035	0.000
8/16/2002 6:00	1.89	3.59	3.51	0.61	151.06	150.89	150.82	150.18	0.017	0.091	0.035	0.000
8/16/2002 7:00	1.88	3.58	3.50	0.60	151.06	150.88	150.80	150.17	0.017	0.090	0.034	0.000
8/16/2002 8:00	1.87	3.57	3.49	0.59	151.05	150.87	150.79	150.16	0.017	0.089	0.034	0.000
8/16/2002 9:00	1.86	3.56	3.47	0.58	151.03	150.86	150.77	150.15	0.017	0.089	0.034	0.000
8/16/2002 10:00	1.84	3.54	3.45	0.56	151.02	150.84	150.75	150.13	0.016	0.088	0.034	0.000
8/16/2002 11:00	1.83	3.52	3.43	0.54	151.00	150.82	150.73	150.11	0.016	0.086	0.033	0.000
8/16/2002 12:00	1.81	3.50	3.41	0.51	150.98	150.80	150.71	150.08	0.015	0.085	0.033	0.000
8/16/2002 13:00	1.79	3.47	3.38	0.48	150.96	150.77	150.68	150.05	0.015	0.084	0.032	0.000
8/16/2002 14:00	1.77	3.45	3.35	0.45	150.94	150.75	150.65	150.02	0.013	0.082	0.031	0.000
8/16/2002 15:00	1.75	3.42	3.32	0.42	150.92	150.72	150.62	149.99	0.012	0.080	0.031	0.000
8/16/2002 16:00	1.73	3.39	3.28	0.38	150.90	150.69	150.58	149.95	0.011	0.078	0.030	0.000
8/16/2002 17:00	1.70	3.36	3.24	0.35	150.88	150.66	150.54	149.92	0.008	0.075	0.030	0.000
8/16/2002 18:00	1.68	3.33	3.20	0.33	150.86	150.63	150.50	149.89	0.007	0.071	0.029	0.000
8/16/2002 19:00	1.67	3.30	3.16	0.29	150.85	150.60	150.46	149.86	0.006	0.067	0.028	0.000
8/16/2002 20:00	1.66	3.27	3.12	0.26	150.84	150.57	150.42	149.83	0.003	0.062	0.028	0.000
8/16/2002 21:00	1.64	3.24	3.07	0.24	150.82	150.54	150.37	149.81	0.001	0.056	0.027	0.000
8/16/2002 22:00	1.63	3.20	3.03	0.21	150.80	150.50	150.33	149.78	0.001	0.051	0.025	0.000
8/16/2002 23:00	1.62	3.17	2.97	0.18	150.80	150.47	150.28	149.75	0.000	0.045	0.022	0.000
8/17/2002 0:00	1.62	3.13	2.92	0.16	150.80	150.44	150.22	149.73	0.000	0.040	0.019	0.000
8/17/2002 1:00	1.62	3.10	2.87	0.14	150.80	150.40	150.17	149.71	0.000	0.035	0.016	0.000
8/17/2002 2:00	1.62	3.07	2.81	0.14	150.80	150.37	150.12	149.70	0.000	0.029	0.012	0.001
8/17/2002 3:00	1.62	3.04	2.76	0.14	150.80	150.34	150.06	149.71	0.000	0.024	0.010	0.000
8/17/2002 4:00	1.62	3.01	2.71	0.12	150.80	150.31	150.01	149.69	0.000	0.021	0.008	0.000
8/17/2002 5:00	1.62	2.99	2.66		150.80	150.29	149.96		0.000	0.017	0.006	
8/17/2002 6:00	1.62	2.97	2.61		150.80	150.27	149.91		0.000	0.013	0.004	
8/17/2002 7:00	1.62	2.95	2.56		150.80	150.25	149.86		0.000	0.011	0.003	
8/17/2002 8:00	1.62	2.92	2.51		150.80	150.23	149.81		0.000	0.008	0.002	
8/17/2002 9:00	1.62	2.91	2.45		150.80	150.21	149.76		0.000	0.006	0.001	
8/17/2002 10:00	1.62	2.88	2.41		150.80	150.18	149.71		0.000	0.005	0.001	
8/17/2002 11:00	1.62	2.86	2.37		150.80	150.16	149.67		0.000	0.004	0.000	
8/17/2002 12:00	1.62	2.84	2.33		150.80	150.14	149.63		0.000	0.003	0.000	
8/17/2002 13:00	1.62	2.81	2.29		150.80	150.11	149.59		0.000	0.002	0.000	
8/17/2002 14:00	1.62	2.78	2.25		150.80	150.08	149.55		0.000	0.001	0.000	
8/17/2002 15:00	1.62	2.75	2.21		150.80	150.05	149.51		0.000	0.000	0.000	
8/17/2002 16:00	1.62	2.73	2.18		150.80	150.03	149.48		0.000	0.000	0.000	
8/17/2002 17:00	1.62	2.70	2.14		150.80	150.00	149.44		0.000	0.000	0.000	
8/17/2002 18:00	1.62	2.68	2.11		150.80	149.98	149.41		0.000	0.001	0.000	

Všechny veličiny byly odečítány podél severního svahu náspu.

Lze předpokládat, že úrovně hladin (hloubek) **podél jižního svahu** by se pro vyšší povodňové průtoky, kdy dochází k rozsáhlejším rozlivům v záplavovém území (a těleso náspu se stává překážkou proudění v ZÚ), nacházely výše – míra vzduť bude vždy záviset na velikosti povodňové epizody, dále po jakém z dvou toků bude povodeň do soutokové oblasti přicházet, též na případném vzájemném souběhu, či předejetí se během kulminace.

Konkrétně posuzované povodeň v srpnu 2002, kdy Labe kulminovalo v soutokové oblasti 16.8. 2002 o průtoku cca 4700 m³/s, se projevila vzduť hladin Ohře až k Brozanům n. O. Vlastní průtok korytem Ohře činil v tento den pouhých 39,3 m³/s (LGS Louny). Povodňová vlna na Ohři menšího významu (< Q₁) předběhla povodeň na Labi o 7 dní průtokem 175 m³/s.

V soutokové oblasti Litoměřické a Bohušovické kotliny nastalo značné ovlivnění charakteru proudění Ohře hladinami v Labi. K zaplavení velmi rozlehlého a poměrně plochého území docházelo směrem od toku Labe proti toku Ohře, nad soutokem bylo možné pozorovat křížení proudění obou toků. Záplavové území Ohře bylo významně dotováno vodou z Labe, která postupně zaplavovala území směrem od Litoměřic k železniční trati v Bohušovicích n. O.

Od r. 2002 byly v soutokové oblasti vybudovány významné liniové stavby PPO (Lovosice, Žalhostice, Terezín, Bohušovice n. Ohři a Křešice), důležitá dopravní tepna Cháberova mostu (zemní tělesa vysokých silničních násypů a inundačních mostů), rovněž tak postavena velká nákupní centra (předměstí Želetice) a řada dalších staveb jak charakteru technického, tak obytného.

Při konkrétních hydrologických poměrech **v srpnu 2002 za současného stavu ZÚ** lze předpokládat, že úrovně hladin **na jižním svahu** by byly během povodně více méně vyrovnané (v některých úsecích **jen o několik málo cm výše**) v porovnání s hladinami na severním svahu.

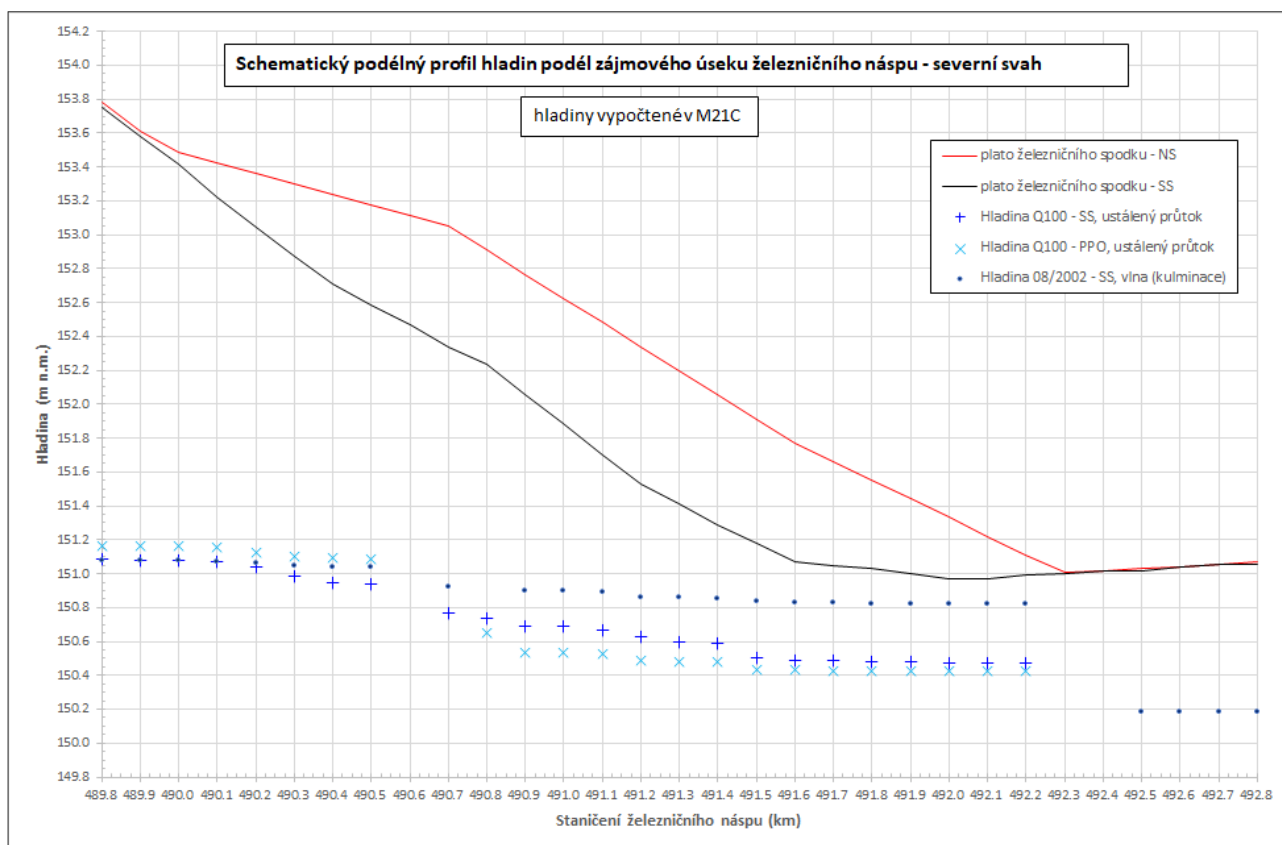
4.2 Schematický podélný profil hladin za průtoku Q₁₀₀

Z úrovní hladin vypočtených v studii [4] byl pro dva stavy ZÚ - současný (SS) a navrhovaný (s PPO) vygenerován schematický podélný profil hladin, který náleží **k severnímu svahu** železničního náspu (za mostem, blíže k Labi).

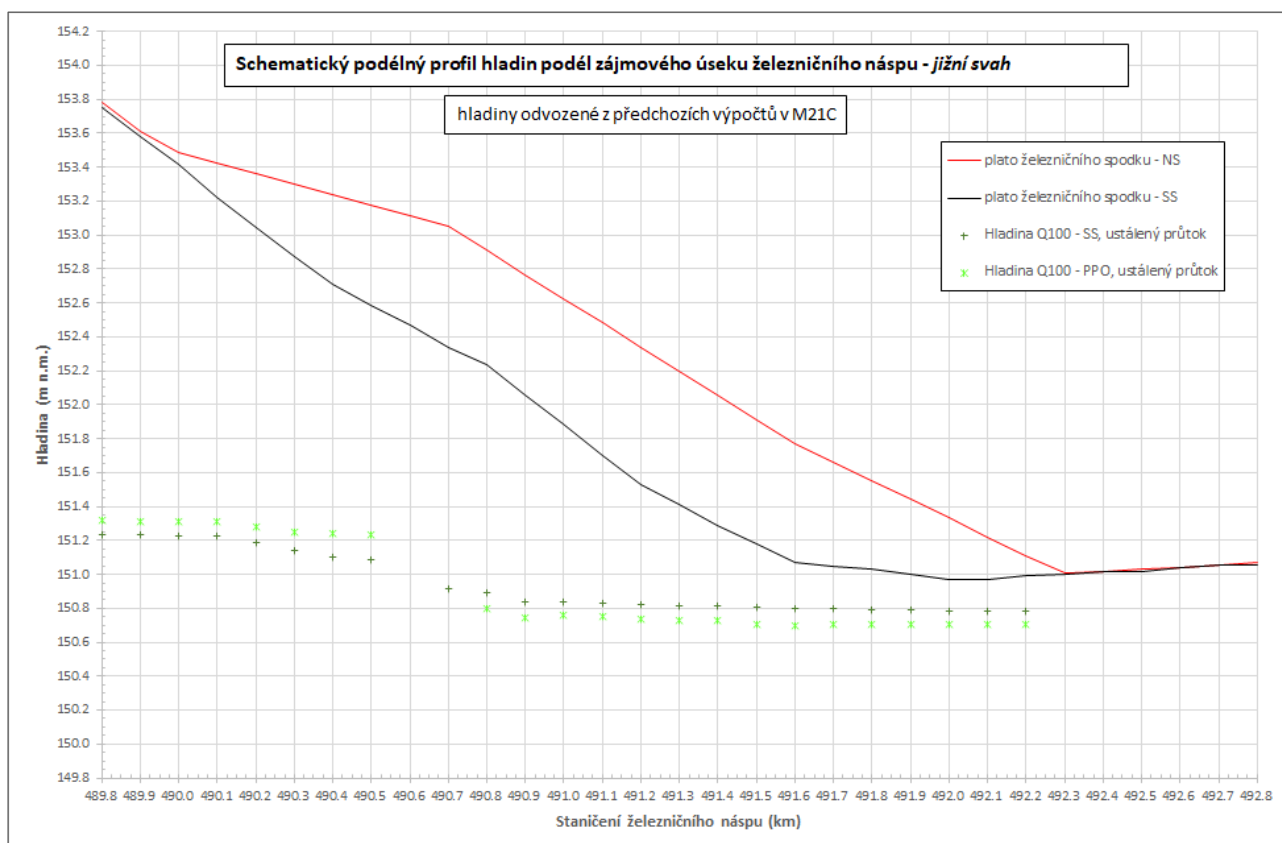
Zobrazované hladiny byly spočteny modelem „LABE“, viz [4] (pro úsek Labe od Mělníka po VD Střekov a úsek Ohře právě od ŽM Bohušovice n. O. po zaústění do Labe, vždy v plném rozsahu ZÚ, dle metodiky studie [4] vystřídáním schématem průtoku pro soutokové oblasti), kde linie náspu železničního tělesa tvoří okraj tohoto modelu.

Úrovně hladin **podél jižního svahu** (před mostem) byly odborným odhadem stanoveny na základě všech dříve zpracovatelem provedených studií v soutokové oblasti ([2], [4] nad ZÚ Labe a [1], [3], [5] nad ZÚ Ohře), z nich byla **pro ustálený průtok Q₁₀₀** odečtena míra vzduť hladin – ovlivnění hladin proti toku řeky Ohře, způsobené náspem železničního tělesa a jeho mostními otvory, jednalo se o nárůst hladin v intervalu +0,15 až +0,30 m (v délce zájmového úseku), který byl přičten k úrovním hladin za mostem (jižní svah železničního náspu náleží do modelu „OHŘE“, ten však nebyl během studie „Analýza oblastí s významným povodňovým rizikem v povodí Ohře a podklady k Plánu pro zvládání povodňových rizik v povodí Labe“ ani aktualizován o nová topologická data, ani re-kalibrován po povodni 06/2013, úrovně hladin se v okolí zájmového úseku náspu nalézají dle studie [1], [3] a [5] níže, než by ve skutečnosti měly být).

Obr. 7 – Podélný profil hladin Q_{100} podél severního svahu



Obr. 8 – Podélný profil hladin Q_{100} podél jižního svahu



Tab. 6. – Psaný podélný profil hladin Q_{100} – pro SS a NS podél severního a jižního svahu

Profil náspu	Kóta plato náspu		Hladina vody - severní svah náspu			Hladina vody - jižní svah náspu		Obálka maxim pro Q_{100}	
	NS	SS	Q100 SS	Q100 PPO	vlna 08/2002	Q100 SS	Q100 PPO	severní svah	jižní svah
	(km)	(m n.m.)	(m n.m.)	(m n.m.)	(m n.m.)	(m n.m.)	(m n.m.)	(m n.m.)	(m n.m.)
489.800	153.784	153.754	151.08	151.17	151.08	151.23	151.32	151.17	151.32
489.900	153.608	153.578	151.08	151.16	151.08	151.23	151.31	151.16	151.31
490.000	153.489	153.417	151.08	151.16	151.08	151.23	151.31	151.16	151.31
490.100	153.426	153.224	151.07	151.16	151.07	151.22	151.31	151.16	151.31
490.200	153.363	153.047	151.04	151.13	151.06	151.19	151.28	151.13	151.28
490.300	153.301	152.875	150.99	151.10	151.05	151.14	151.25	151.10	151.25
490.400	153.238	152.708	150.95	151.09	151.04	151.10	151.24	151.09	151.24
490.500	153.175	152.587	150.94	151.09	151.04	151.09	151.23	151.09	151.23
490.600	153.113	152.467							
490.700	153.048	152.339	150.77		150.92	150.92		150.77	150.92
490.800	152.908	152.232	150.74	150.65		150.89	150.80	150.74	150.89
490.900	152.766	152.060	150.69	150.54	150.90	150.84	150.75	150.69	150.84
491.000	152.623	151.883	150.69	150.54	150.90	150.84	150.76	150.69	150.84
491.100	152.481	151.701	150.67	150.53	150.89	150.83	150.75	150.67	150.83
491.200	152.339	151.529	150.62	150.49	150.86	150.82	150.74	150.62	150.82
491.300	152.197	151.411	150.60	150.48	150.86	150.82	150.73	150.60	150.82
491.400	152.054	151.291	150.59	150.48	150.85	150.82	150.73	150.59	150.82
491.500	151.912	151.176	150.50	150.43	150.83	150.81	150.70	150.50	150.81
491.600	151.770	151.073	150.49	150.43	150.83	150.80	150.70	150.49	150.80
491.700	151.660	151.050	150.49	150.43	150.83	150.80	150.71	150.49	150.80
491.800	151.551	151.030	150.48	150.43	150.83	150.79	150.71	150.48	150.79
491.900	151.441	150.997	150.48	150.43	150.83	150.79	150.71	150.48	150.79
492.000	151.332	150.972	150.48	150.43	150.82	150.79	150.71	150.48	150.79
492.100	151.222	150.966	150.48	150.43	150.82	150.79	150.71	150.48	150.79
492.200	151.113	150.990	150.48	150.43	150.82	150.79	150.71	150.48	150.79
492.300	151.007	151.003							
492.400	151.016	151.015							
492.500	151.030	151.019			150.19				
492.600	151.043	151.040			150.19				
492.700	151.057	151.052			150.19				
492.800	151.070	151.052			150.19				

Pro technické řešení projektové dokumentace sanace železničního spodku dle předpisu ŽD Ž6 zpracovatel tohoto posouzení doporučuje uvažovat hladiny v tzv. **obálce maxim pro Q_{100}** , tj. vždy pro vyšší hladinu z hladin pro současný (SS) a navrhovaný stav (NS). NS byl uvažován v maximální posuzované variantě staveb PPO v soutokové oblasti Labe a Ohře – vzhledem k prokázání většího vlivu na odtokové poměry (před liniemi staveb vyšší míra vzduť, za nimi naopak větší snížení v porovnání se stávajícím stavem) nebude zřejmě do budoucna v tomto rozsahu realizován, nicméně definuje v dané oblasti nejvíce možné negativní ovlivnění plánovanými stavbami.

Z vyobrazených podélných profilů (stejně jako ze všech dosud prezentovaných výsledků všech zmiňovaných studií v soutokové oblasti) je zřejmé, že těleso železničního náspu není za průtoku Q_{100} přeléváno. Hladina pro žádný z posuzovaných stavů nedosahuje do prostoru náspu, který bude navyšován.

5 ZÁVĚR

V zájmovém úseku Labe a Ohře bylo zpracováno hydrotechnické posouzení vlivu stavby „**Sanace železničního spodku Lovosice - Bohušovice**“ na charakteristiky proudění povodňové vlny 08/2002 a ustáleného průtoku Q_{100} .

Výsledky výpočtů jsou prezentovány v průběžích hladin při průchodu povodňové vlny ve čtyřech profilech železničního náspu a v schematickém podélném profilu hladin.

Lze konstatovat, že za všech prezentovaných výsledků zamýšlená stavba neovlivní odtokové poměry toku Labe a Ohře, naopak rekonstrukcí dvou stávajících trubních propustků dojde za vyšších povodňových průtoků k jejich zlepšení.

Celková nejistota ve vypočtených úrovních hladin v rozmezí 24 – 34 cm byla stanovena vyčíslením směrodatné chyby pro náhodné a nezávislé veličiny (na základě předpokládané chyby: geodetických dat 18 – 30 cm, kalibrace 5 cm, přesnosti 2D modelu 5 cm).

Na druhou stranu nutno podotknout, že způsob zpracování tohoto posouzení a předchozích studií 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.

V Praze, dne 21. 8. 2021

Ing. Vanda Tomšovičová



Ing. Petr Jiřinec

