

ZAPRACOVÁNÍ PŘIPOMÍNEK 5/2021

Výškový systém Bpv
Souřadnicový systém S-JTSK

Změna:		Název změny:	Datum:	Provedl:	Podpis:		
Investor, objednatel:		Správa železnic, s.o. Dlážděná 1003/7 110 00 Praha 1 - Nové Město kontaktní adresa: Správa železnic, s.o. Stavební správa západ Sokolovská 1955/278, 190 00 Praha 9		Inženýrská činnost: METROPROJEKT Praha a.s. Argentinská 1621/36 170 00 Praha 7 www.metroprojekt.cz info@metroprojekt.cz			
METROPROJEKT Praha a.s. Argentinská 1621/36 170 00 Praha 7 generální ředitel: Ing. David Krása tel.: +420 296 154 105 www.metroprojekt.cz info@metroprojekt.cz					Souprava číslo:		
HIP: Ing. Milan Bárta tel.: +420 296 154 245		Podpis: 					
Specialista profese: Ing. Petr Bervic		Podpis: 					
Stupeň: DSP + PDPS		Název a účel díla: "Modernizace trati Kladno (včetně) - - Kladno-Ostrovec (včetně)"					
Zpracovatelský útvar: Alimoprojekt spol. s r. o. Na Pěšinách 89/66 182 00 Praha 8 – Kobylisy tel.: +420 602 182 132		Název části díla: Stavební část Inženýrské objekty Potrubní vedení SO 08-73-01, SO 08-73-02 a SO 08-73-03			D.2 D.2.1 D.2.1.6		
Vedoucí útvaru: Ing. René Horejš		Podpis: 					
Odpovědný projektant: Ing. Petr Bervic		Podpis: 					
Vypracoval: Ing. Zdeněk Janda		Podpis: 			Změna: -		
Kontroloval: Ing. Zdeněk Janda		Podpis: 					
Skart. znak: V20/2042		Datum: 05/2021			Číslo příl.: 002		
Počet formátů: 15xA4		Měřítka: -					
IČD:		19	7737	05	01	06	04

Zpráva o pevnostním výpočtu horkovodu

pro akci:

Modernizace trati Kladno - Kladno Ostrovec

č. zprávy: ALM/2020/1

Pro: Alimoprojekt spol. s r.o.

V Praze dne 17.8.2020

Obsah

Předmět zprávy

Podklady pro statický přepočet

Provozní parametry potrubního systému

Charakteristické rozměrové údaje potrubních částí

Materiálové vlastnosti

Klasifikace zatěžovacích stavů a jim příslušné koeficienty bezpečnosti

Limitní stavy

Metodika výpočtů

Výsledky výpočtů

Předmět zprávy:

Předmětem této zprávy je pevnostní výpočet nového horkovodního potrubí mezi železničními stanicemi Kladno - Kladno Ostrovec.

Podklady pro statický přepočet:

Potrubní schémata a podélný profil pro horkovodní potrubí předané objednatelem - firmou Alimoprojekt spol s r.o.

Provozní parametry potrubního systému:

	Topná větev	Vratná větev
Minimální provozní teplota	10 °C	10 °C
Maximální výpočtová teplota	180 °C	90 °C
Maximální výpočtová teplota (v jednání)	150 °C	80 °C
Maximální skutečně provozovaná teplota	130 °C	70 °C
Maximální provozní tlak	2,5 Mpa	2,5 MPa
Běžný provozní tlak	1,2 Mpa	0,6 MPa

Charakteristické rozměrové údaje potrubních částí:

Typ potrubí	Průměr ocelové trubky/tloušťka [mm]
DN350	355,6 / 8,0
DN300	323,9 / 7,1

Materiálové vlastnosti:

Ocel P235GH / St37				
Teplota	Mez kluzu	Modul pružnosti	Koeficient tepelné roztažnosti	Poissonovo číslo
10°C	235 MPa	2,12*10 ⁵ MPa	1,15*10 ⁻⁵ K	0,3
130°C	198 MPa	2,07*10 ⁵ MPa	1,24*10 ⁻⁵ K	0,3
150 °C	191 MPa	2,05*10 ⁵ MPa	1,26*10 ⁻⁵ K	0,3
180°C	181 MPa	2,04*10 ⁵ MPa	1,28*10 ⁻⁵ K	0,3

Ocel P355GH / St52				
Teplota	Mez kluzu	Modul pružnosti	Koeficient tepelné roztažnosti	Poissonovo číslo
10°C	355 MPa	2,12*10 ⁵ MPa	1,15*10 ⁻⁵ K	0,3
130°C	299 MPa	2,07*10 ⁵ MPa	1,24*10 ⁻⁵ K	0,3
150 °C	289 MPa	2,05*10 ⁵ MPa	1,26*10 ⁻⁵ K	0,3
180°C	273 MPa	2,04*10 ⁵ MPa	1,28*10 ⁻⁵ K	0,3

Klasifikace zatěžovacích stavů a jim příslušné koeficienty bezpečnosti

Zatěžovací stavy	Koeficient bezpečnosti
Zatěžovací stavy způsobené silou:	
Tlak	
Provozní tlak	1,20
Tlakový ráz	1,20
Vnější tlak	1,05
Vnitřní vakuum	1,0 – 1,2
Zkušební tlak	1,00
Stálé zatížení	
Hmotnost potrubních částí	1,00
Hmotnost vody	1,00
Hmotnost příslušenství	1,00
Zatěžovací stavy způsobené deformací:	
Změna teploty	
Teplotní změny v průběhu provozu systému	1,00
Najíždění a odstávky	1,00
Stálé zatížení	
Předpětí (horkou vodou, parou, elektroindukční,	1,00
mechanické)	1,50
Deformace způsobené při instalaci	1,00

Limitní stavy

Limitní stav A - Porušení konstrukce způsobené plastickou deformací:

A1 - Dosažení limitního stavu vlivem jednoho extrémního zatěžovacího stavu

A2 - Dosažení limitního stavu vlivem opakovaného zatížení

Limitní stav B - Praskliny způsobené únavou:

B1 - Nízkocyklová únava

B2 - Vysokocyklová únava

Limitní stav C - Ztráta stability systému nebo jeho části:

C1 - Lokální vyboulení nebo ohyb

C2 - Globální ztráta stability (vzpěr potrubí v nepohyblivé části potrubí)

Limitní stav D - Narušení údržby potrubního systému

D - Narušení možnosti údržby potrubí vlivem prostorových či deformačních podmínek při provozu

Metodika výpočtu

Horkovodní potrubí DN300/DN350 bylo analyzováno výpočty provedenými pomocí programu pro analýzu metodou konečných prvků Simulia Abaqus V6.14.

Nejdříve byl vytvořen metodou konečných elementů detailní počítačový model horkovodního potrubí pomocí objemových prvků a poté byly aplikovány příslušné fyzikální okrajové podmínky a výše uvedené zatěžovací a limitní stavy (při maximální výpočtové teplotě 180°C). Cílem výpočtů bylo zajistit, aby nové horkovodní potrubí bylo možné bezpečně provozovat po dobu nejméně 30 let. Pokud max. provozní teplota bude významně nižší, např. 130°C, bude životnost horkovodního potrubí nejméně 50 let.

Výsledky výpočtů

Výsledky výpočtů byly průběžně zapracovány do projektové dokumentace zpracovávané společností Alimoprojekt spol. s r.o. Pro orientaci jsou na dále uvedených obrázcích 1 až 3 zobrazeny tři výkresy přeložek – **Průchozí kanál Klikorkova - km 3,169 - úsek H0.031B.19, Průchozí kanál L.Ševčíka - km 2,966 - úseky H0.032.1 a H0.032.2 a Kanál Kladno-Ostrovec - km 3,472 až km 3,693 - úseky H0.031B.13, H0.031B.14 a H0.031B.15** vytvořené společností Alimoprojekt spol. s r.o. na základě těchto výpočtů.

Pro ilustraci provedených výpočtů metodou konečných prvků jsou na obrázcích č. 4 až č. 7 graficky zobrazeny napětí v ohybech kanálu Kladno-Ostrovec, kde je nutné použít materiál St52 neboť při maximální provozní teplotě 180°C klesá mez kluzu oceli St37 na 181 MPa a napětí v těchto ohybech je v rozahu 200 - 270 MPa.

Některé význačné poznatky z výpočtů jsou též dále uvedeny ve formě tabulek a pokynů:

Všechny síly platí pro přívodní potrubí, síly pro vratné potrubí je jsou reálně menší, ale z hlediska bezpečnosti ale je vhodné použít stejné hodnoty pro přívodní i pro vratnou trubku, pro zamezení omylů při instalaci pevných bodů.

	axiální síla (kN)	boční síla (kN)
PB1-05	32	10
PB1-05a	16	5
PB1-06	8	5
PB1-07	17	5
PB1-07a	15	5
PB1-01	31	6
PB1-01a	20	10
PB1-02a	15	7
PBp6b	6	2

	boční síla (kN)
S1-65	2
S1-66	5
S1-70	5
S1-72	2
S1-75	2
S1-77	2
S1-79	5
S1-83	5
S1-85	2
P1-3 Podchod Klikorkova	5

Průchozí kanál Klikorkova - km 3,169 - úsek H0.031B.19

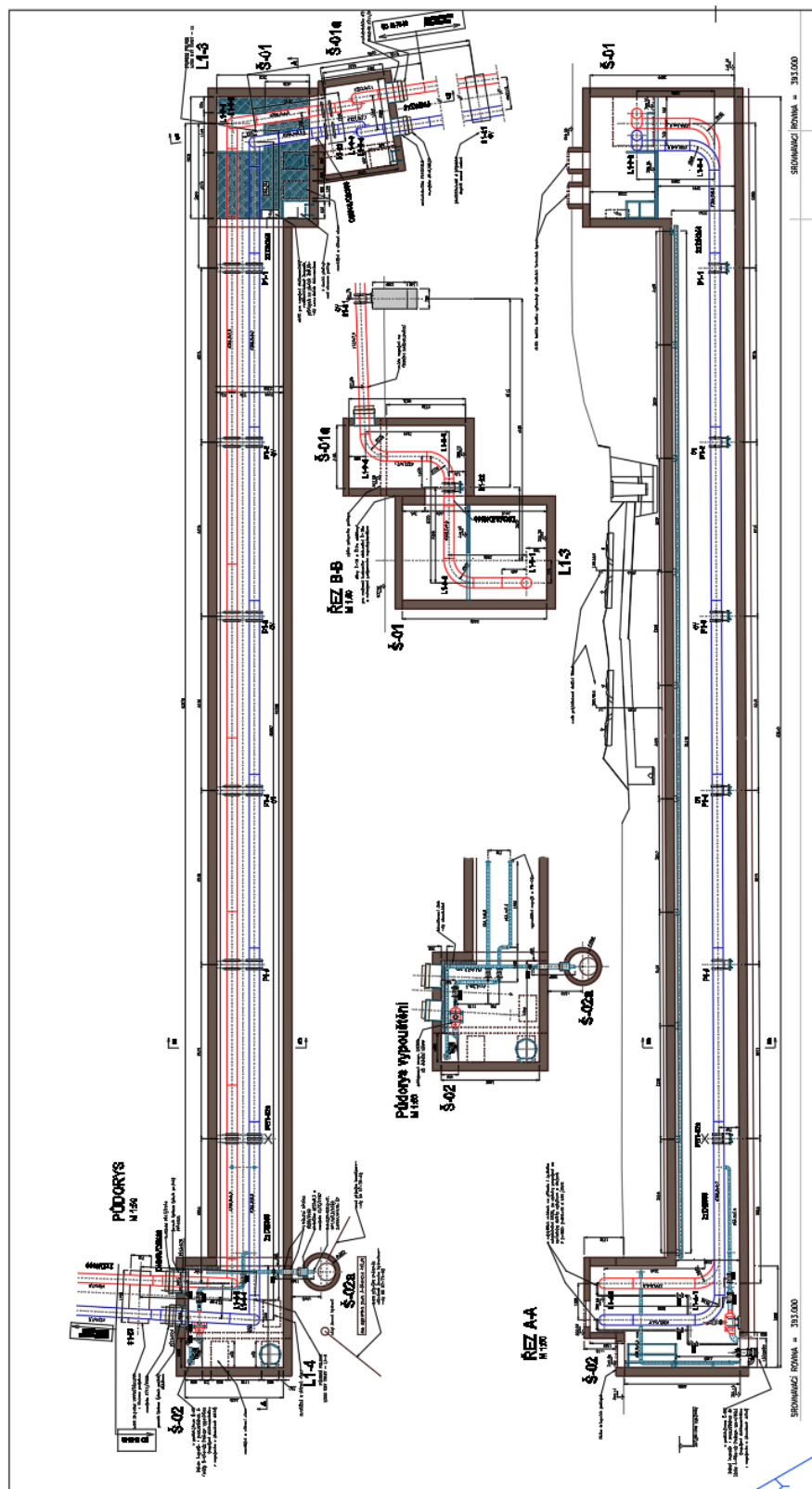
- 1) PB1-01a umístit do vzdálenosti 5 m od L1-4-1 (měřeno od topného vertikální ho potrubí) směrem k L1-3-2
- 2) Napojení vypouštěcího potrubí posunout co nejblíže k PB1-01a
- 3) Pp-1 umístit vzdálenosti 5 m od L1-3-2 směrem k L1-4-1
- 4) Mezi PB1-01a a Pp-1 umístit v přibližně stejných intervalech čtyři Pp

Průchozí kanál L.Ševčíka - km 2,966 - úseky H0.032.1 a H0.032.2

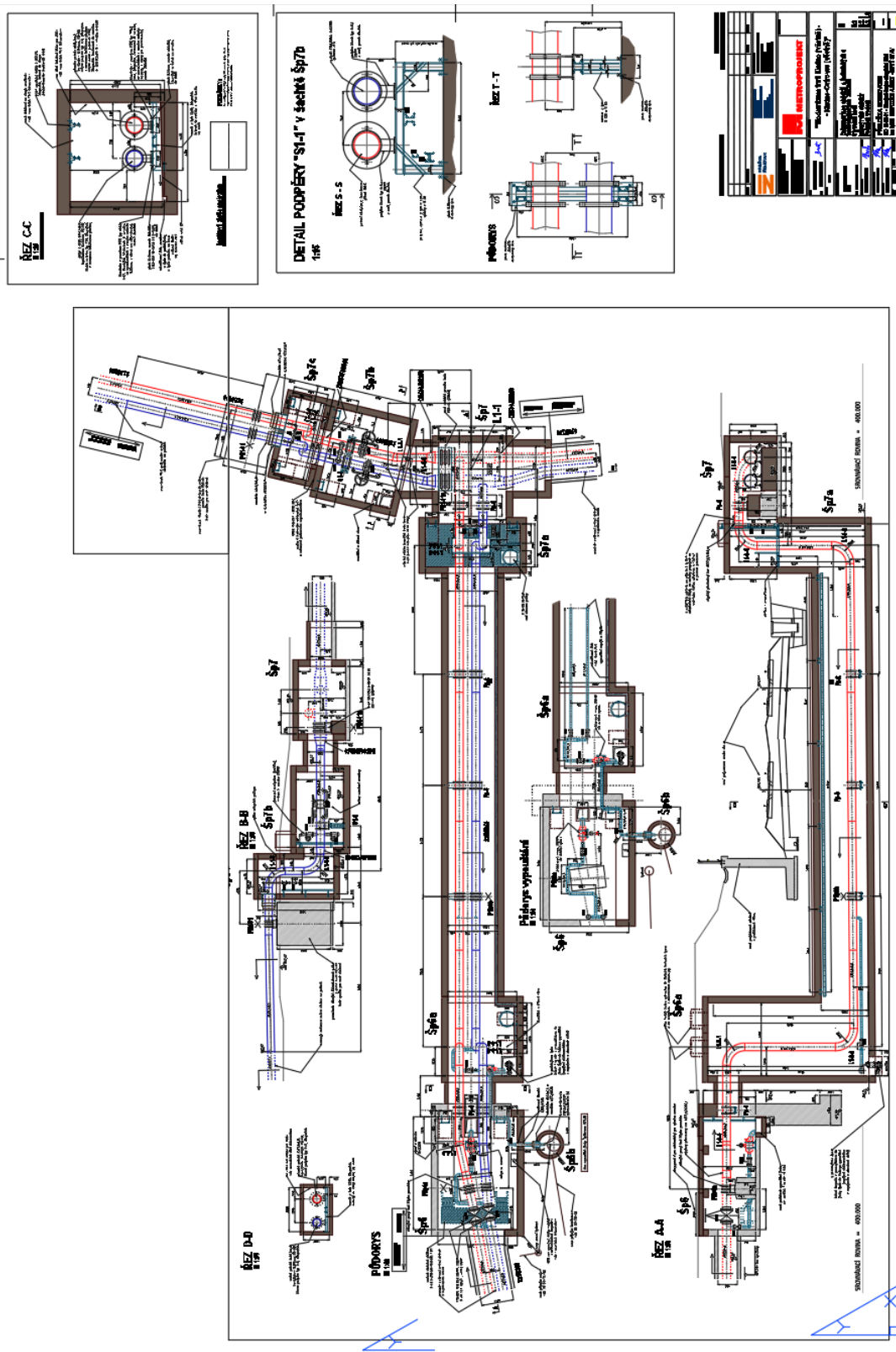
- 1) PBp6b umístit do vzdálenosti 7 m od L1-0-2 směrem k L1-0-3
- 2) Napojení vypouštěcího potrubí posunout co nejbliž k PBp6b
- 3) Pp-2 umístit vzdálenosti 6 m od L1-0-3 směrem k L1-0-2
- 4) Mezi PBp6b a Pp-2 umístit v přibližně stejných intervalech dva Pp

Kanál Kladno-Ostrovec - km 3,472 až km 3,693 - úseky 0.031B.13, H0.031B.14 a H0.031B.15

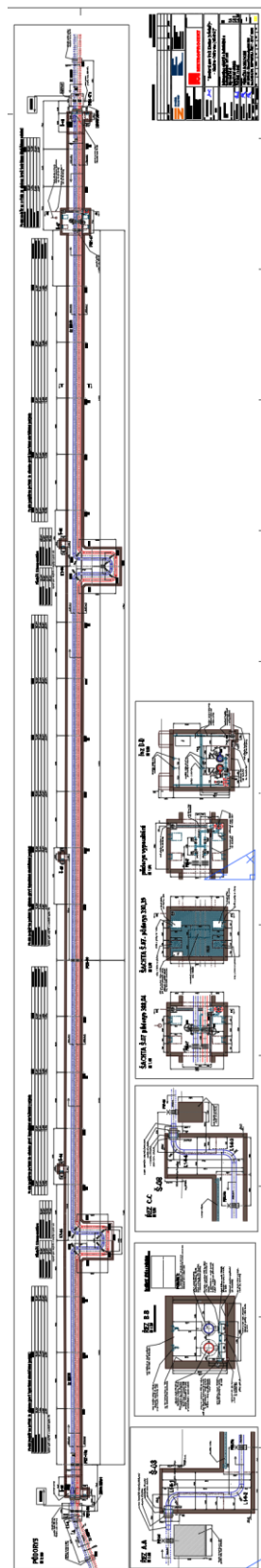
- 1) Ohyby na topné větvi horkovodu musí mít poloměr nejméně 2,5 D
- 2) Ohyby na vratné větvi horkovodu musí mít poloměr nejméně 2 D
- 3) Navržené vzdálenosti 9 m mezi kluznými podporami jsou vyhovující
- 4) Kluzné podpory S1-65, S1-66, S1-70, S1-72, S1-75, S1-77, S1-79, S1-83, S1-85 musí mít axiální vedení
- 5) Kluzné podpory S1-67, S1-68, S1-69, S1-80, S1-81, S1-82 nesmí mít axiální vedení
- 6) Ostatní kluzné podpory mohou, ale nemusí mít axiální vedení
- 7) Pro ohyby na topné větvi je nutné použít ocel St52 nebo ekvivalentní (viz tabulka vlastností oceli). Pro rovné úseky postačuje ocel St37.



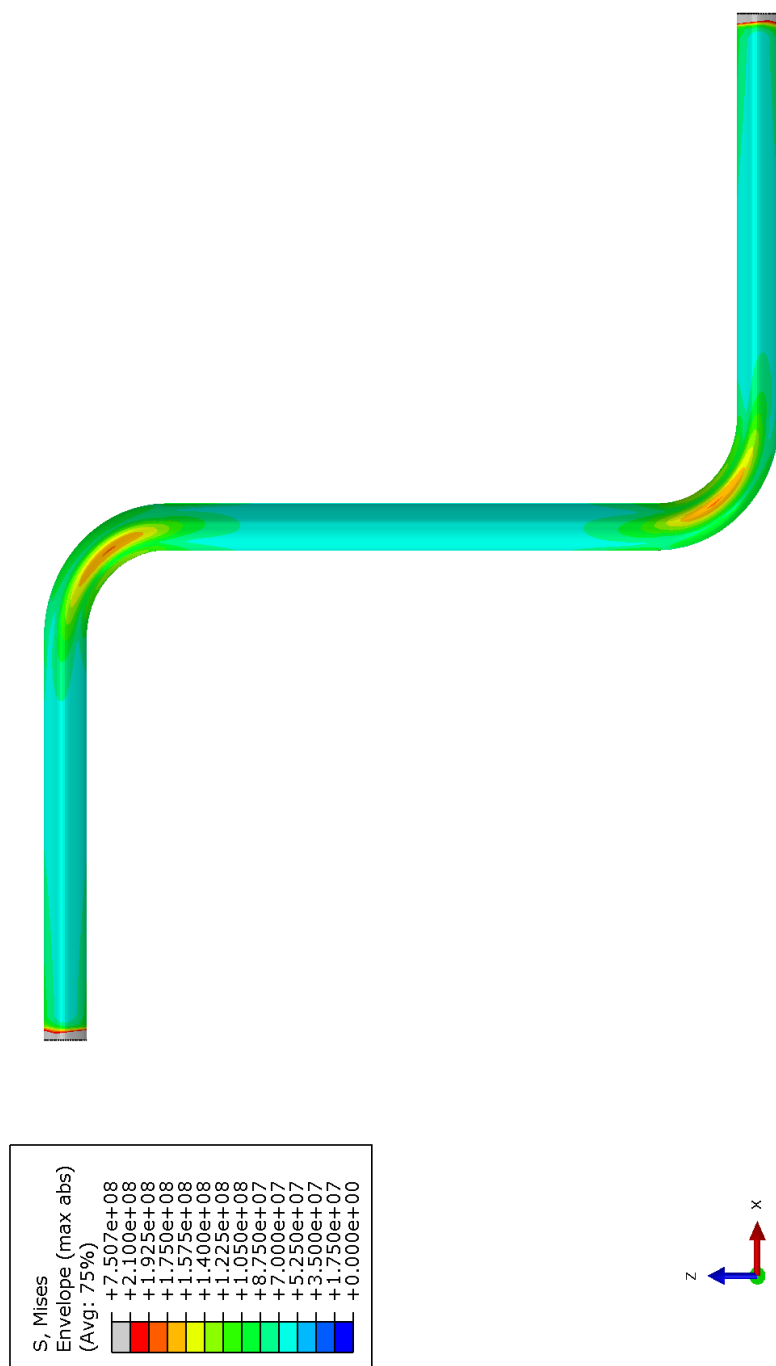
Obr. 1 – Průchozí kanál Klikorkova - km 3,169 - úsek H0.031B.19



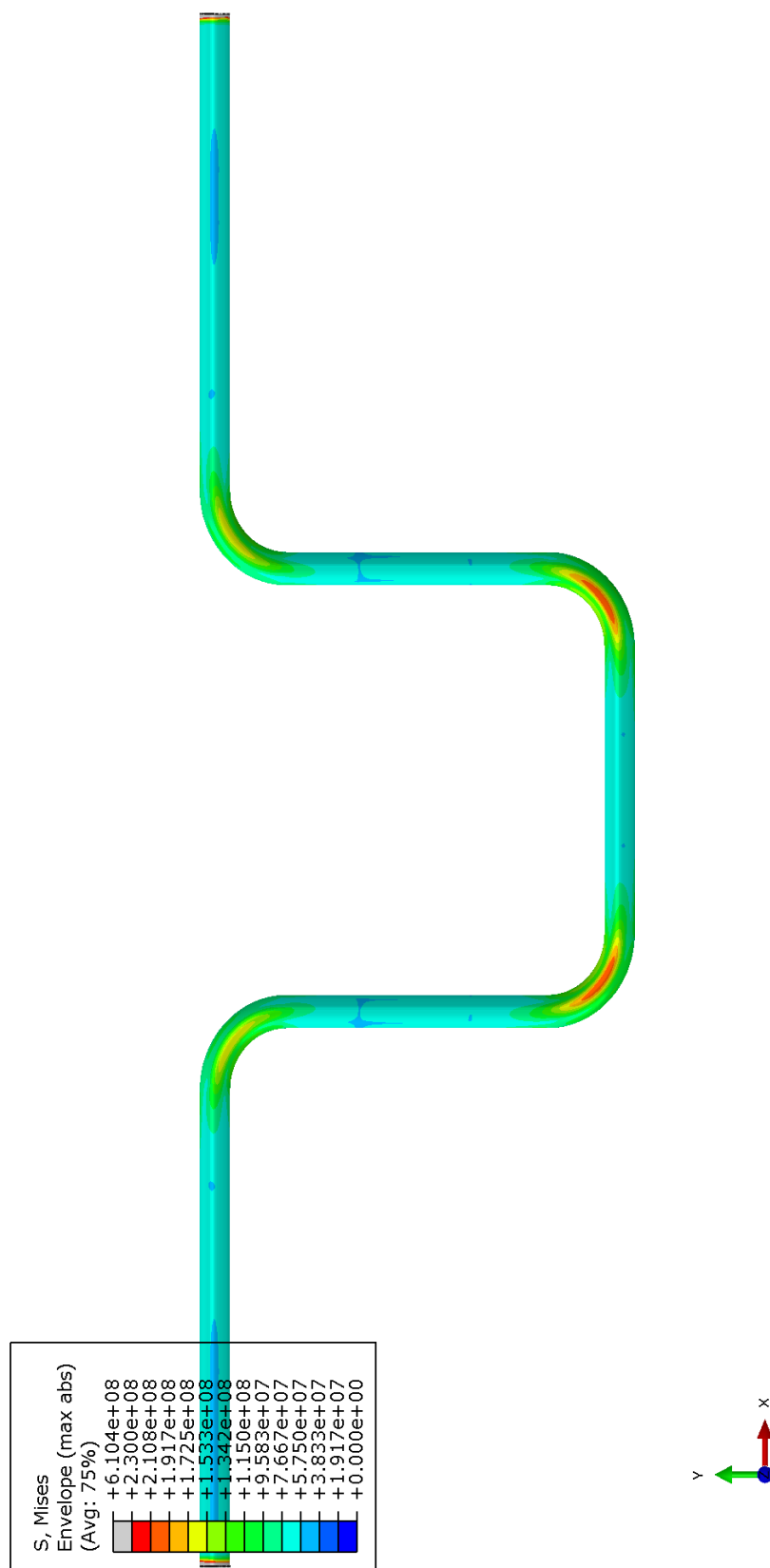
Obr. 2 - Průchozí kanál L.Ševčíka - km 2,966 - úseky H0.032.1 a H0.032.2



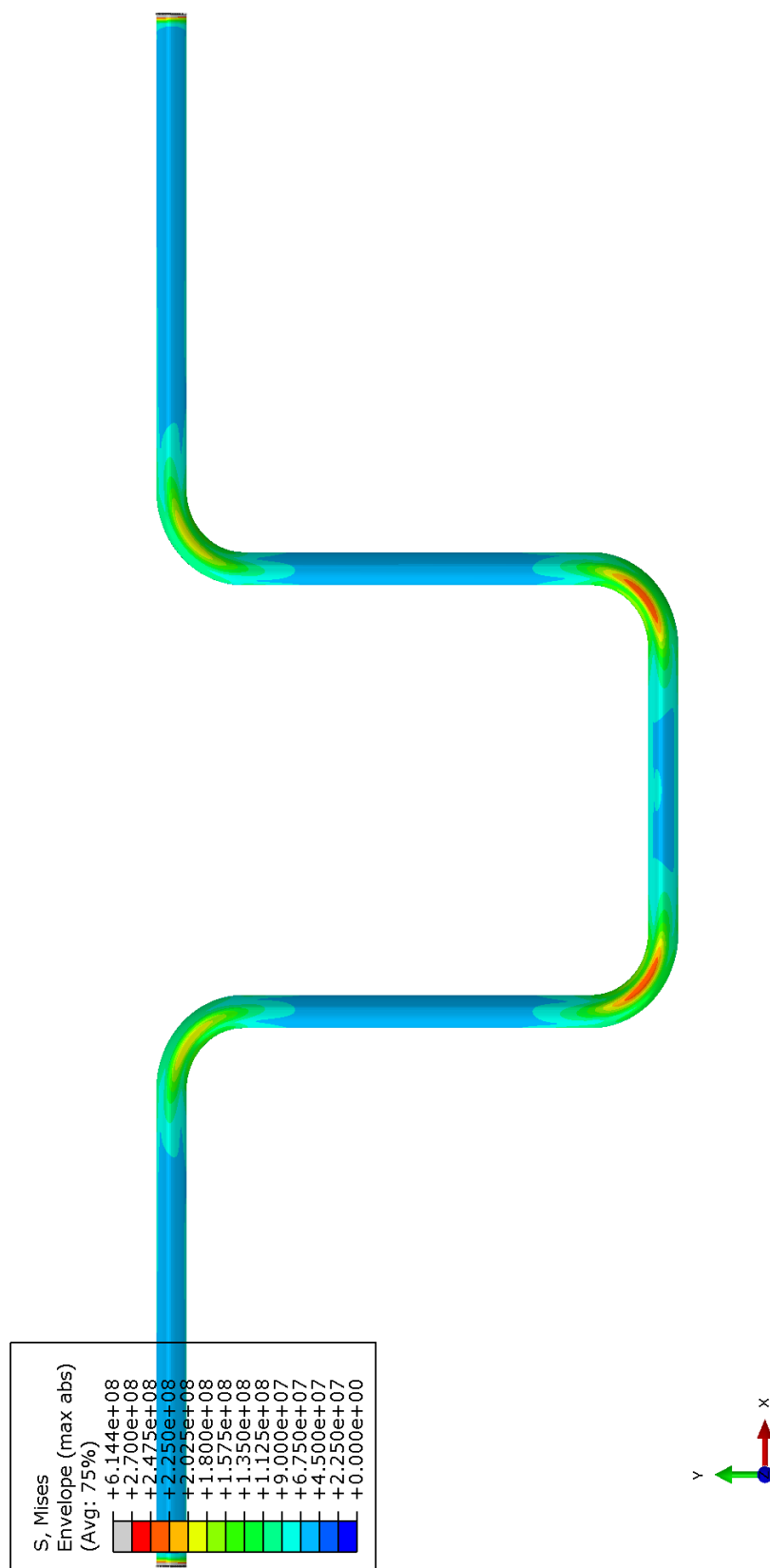
Obr. 3 - Kanál Kladno-Ostrovec - km 3,472 až km 3,693 - úseky
H0.031B.13, H0.031B.14 a H0.031B.15



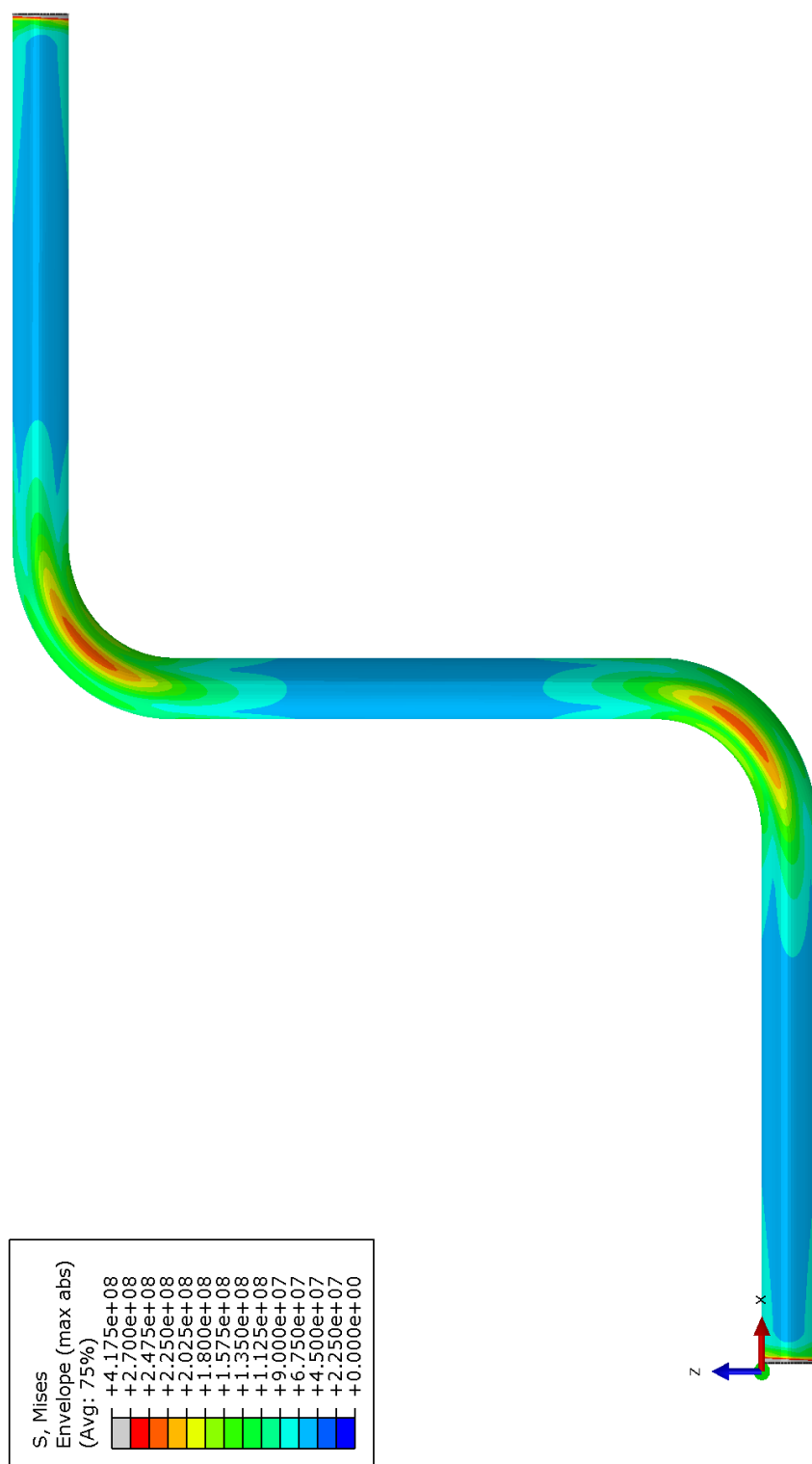
Obr. 4 – Napětí [Pa] Von Mises - Obyby L1-8-1 a L1-8-2



Obr. 5 – Napětí [Pa] Von Mises - Obyby LK4-1 a LK4-4



Obr. 6 – Napětí [Pa] Von Mises - Obyby LK5-1 a LK5-4



Obr. 7 – Napětí [Pa] Von Mises - Obyby L1-8-3 a L1-8-4

Dne 17. srpna 2020

Za firmu FESA s.r.o.:



.....
Mgr. Ing. Zdeněk Janda