

INFEL	INFEL s.r.o. Slovanská alej 1993/28 326 00 Plzeň		Číslo objednávky	
			-	
			Číslo dokumentu	
			210039/1	
Objednatel	Jiří Veselý			
Název akce	VTL PLYNOVODNÍ PŘÍPOJKA PRO TEPLÁRNU TÁBOR			
Název svazku	Výpočet vlivů vvn a zvn			
Stupeň PD	-			
Pořadové číslo	Název	Počet A4		
		Text	Výkres	
A	Výpočet vlivů vvn a zvn	41	0	
	Celkem	41	0	
	Jméno	Podpis	Datum	Výtisk
Vypracoval	Ing. Zbyněk Janda, Ph.D.		09/2021	

## Obsah

<b>OBSAH</b>	<b>2</b>
<b>A.1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE</b>	<b>3</b>
<b>A.2 POPIS HODNOCENÉ SITUACE</b>	<b>3</b>
<b>A.3 POSTUP ŘEŠENÍ VÝPOČTOVÉ ANALÝZY</b>	<b>4</b>
A.3.1 PORUCHOVÝ STAV	4
A.3.2 PROVOZNÍ STAV	4
<b>A.4 ZÁKLADNÍ PŘEDPOKLADY A VSTUPNÍ ÚDAJE PRO VÝPOČET</b>	<b>5</b>
A.4.1 POUŽITÉ NORMY	6
<b>A.5 INDUKTIVNÍ VLIV – PORUCHOVÝ STAV VEDENÍ</b>	<b>7</b>
A.5.1 SOUBĚH POTRUBÍ P1 A VENKOVNÍHO VEDENÍ V204/207	7
A.5.2 SOUBĚH POTRUBÍ P1 A VENKOVNÍHO VEDENÍ V1356/1357	11
A.5.2.1 BEZ OCHRANNÝCH OPATŘENÍ	13
A.5.2.2 S OCHRANNÝMI OPATŘENÍMI	15
A.5.3 SOUBĚH POTRUBÍ P1 A VENKOVNÍHO VEDENÍ V1381/1382	18
A.5.3.1 BEZ OCHRANNÝCH OPATŘENÍ	21
A.5.3.2 S OCHRANNÝMI OPATŘENÍMI	24
A.5.4 SOUBĚH POTRUBÍ P1 A OSTATNÍCH VENKOVNÍCH VEDENÍ	26
<b>A.6 INDUKTIVNÍ VLIV – PROVOZNÍ STAV VEDENÍ</b>	<b>27</b>
A.6.1 SOUBĚH POTRUBÍ P1 A VENKOVNÍHO VEDENÍ V1381/1382	27
A.6.2 SOUBĚH POTRUBÍ P1 A OSTATNÍCH VENKOVNÍCH VEDENÍ	29
<b>A.7 KAPACITNÍ VLIV</b>	<b>30</b>
<b>A.8 GALVANICKÝ VLIV</b>	<b>31</b>
A.8.1 VÝPOČET GALVANICKÉHO VLIVU TEPLÁRNY TÁBOR NA PROJEKTOVANÉ POTRUBÍ	31
<b>A.9 SOUHRN VÝSLEDKŮ</b>	<b>34</b>
A.9.1 SOUHRN VÝSLEDKŮ ANALÝZY NEBEZPEČNÝCH INDUKTIVNÍCH VLIVŮ	34
A.9.2 SOUHRN VÝSLEDKŮ ANALÝZY KOROZNÍCH VLIVŮ	34
A.9.3 SOUHRN VÝSLEDKŮ ANALÝZY KAPACITNÍCH VLIVŮ	34
A.9.4 SOUHRN VÝSLEDKŮ ANALÝZY GALVANICKÝCH VLIVŮ	35
<b>A.10 NÁVRH OCHRANNÝCH OPATŘENÍ</b>	<b>35</b>
A.10.1 OCHRANNÁ OPATŘENÍ PŘED NEBEZPEČNÝMI A KOROZNÍMI VLIVY	35
A.10.2 OCHRANNÁ OPATŘENÍ PŘI MONTÁŽI POTRUBÍ	38
A.10.3 SEZNAM HLAVNÍHO MATERIÁLU	40
<b>A.11 ZÁVĚR</b>	<b>41</b>

## A.1 Identifikační údaje

Název stavby: VTL PLYNOVODNÍ PŘÍPOJKA PRO TEPLÁRNU TÁBOR

Hlavní projektant: Jiří Veselý  
Krasetín ev. č. 18  
382 03 Holubov

Zpracovatel dokumentace Výpočet vlivů vvn a zvn:

INFEL, s.r.o.

Slovanská alej 28, 326 00 Plzeň

IČ: 09350632

DIČ: CZ09350632

E: zbynek.janda@iohv.cz, M: 731 348 595

Autorizace: Ing. Zbyněk Janda, Ph.D., autorizovaný inženýr v oboru technologická zařízení staveb, číslo autorizace: 0014379.

## A.2 Popis hodnocené situace

Předmětem zprávy je posouzení nežádoucích vlivů venkovních vedení vvn a zvn na VTL plynovod v rámci projektované stavby s názvem „VTL PLYNOVODNÍ PŘÍPOJKA PRO TEPLÁRNU TÁBOR“. Projekt řeší novou VTL plynovodní přípojku pro Teplárnu Tábor v délce 1276 m.

Projektované potrubí se nachází v oblasti nebezpečných vlivů venkovních vedení 110 kV a 220 kV.

Analyzovanými nežádoucími vlivy stávajících venkovních vedení vvn na posuzovaný VTL plynovod jsou vlivy induktivní, galvanický a kapacitní. Induktivní vliv byl posuzován pro poruchový i provozní stav stávajících elektrických vedení. Byly tak vyhodnoceny nežádoucí účinky ovlivňujících vedení na projektovaný VTL plynovod z hlediska bezpečnosti a koroze.

Součástí zprávy je případný návrh opatření pro eliminaci hodnot elektrického potenciálu mimo normativně přípustnou mez.

Dispoziční uspořádání posuzovaného VTL plynovodu a elektrických vedení je zřejmé z Celkové situace.

Výkres: Celková situace, č.v.: INF-210039/1.

### A.3 Postup řešení výpočtové analýzy

Pro potřeby výpočtové analýzy byla uvažována vedení vvn a zvn jejichž oblast induktivního vlivu zasahuje do trasy předmětného plynovodu. Byly analyzovány napěťové poměry (ideální podélné napětí, potenciál potrubí) na ovlivněném izolovaném plynovodu při poruchových a provozních stavech venkovních vedení.

#### A.3.1 Poruchový stav

Pro zjednodušení výpočtu a přitom respektování maximální výpočtové rezervy byl uvažován maximální příslušný zkratový proud, který byl možný v daném úseku vedení, a současně byla uvažována jeho maximální konstantní hodnota podél trasy.

Ve všech výpočetních úsecích byly respektovány geometrické parametry stožárů a byla stanovena míra omezení elektromagnetického pole vlivem zemních lan.

Vlastní rozbor vlivu jednofázového zemního zkratu na příslušném elektrickém vedení byl proveden v souladu s ČSN 33 2165 a ČSN 33 2160. Výsledky byly vyhodnoceny dle ČSN 33 2165.

#### A.3.2 Provozní stav

Induktivní účinky byly zjišťovány za předpokladu nesouměrné soustavy provozních proudů. Hodnoty provozních proudů jedné fáze byly uvažovány 500 A. Proudů tekoucí zbylými fázemi a zemními lany byly stanoveny s ohledem na maximální dovolenou míru nesouměrnosti v nesouměrné soustavě provozních proudů, tj. za dodržení podmínky, že velikost proudu zemním lanem může dosahovat maximálně hodnoty 5 % provozního proudu.

Ve všech výpočetních úsecích byly respektovány geometrické parametry stožárů a byla stanovena míra omezení elektromagnetického pole vlivem zemních lan.

Rozbor vlivu provozních proudů venkovního vedení na korozi v zemi uložených plynovodů byl proveden v souladu s ČSN 33 2165 a vyhodnocení výsledků s ČSN EN ISO 18086.

## A.4 Základní předpoklady a vstupní údaje pro výpočet

Pro výpočet nežádoucích vlivů vvn a zvn byly uvažovány níže uvedené parametry projektovaných a stávajících plynovodů a stávajících elektrických vedení.

**Tab. 1: Parametry plynovodů**

Trasa potrubí	DN	Materiál izolace	Tloušťka izolace [mm]	Vodivost izolace [ $\mu\text{S}/\text{m}^2$ ]	Poznámka
<b>P1<sub>1</sub></b>	100	asfaltová normální	5,0	1550	Stávající r. 1970
<b>P1<sub>2</sub></b>	100	PE třívrstvá - N	2,5	30	<b>Nový</b> Délka: 1276 m

Pro zajištění dostatečné výpočetní rezervy byla pro výpočet zvolena průměrná hodnota vodivosti izolace  $G_i = 30 \mu\text{S}/\text{m}^2$ .

**Tab. 2: Parametry elektrických vedení**

Trasa vedení	Od	Do	$U_n$ [kV]	Doba trvání zkratu $t_k$ [s]	Redukční činitel ZL $r$ [-]
<b>V1356</b>	TR Tábor	TR Náchod	110	1,0	0,601
<b>V1333</b>	TR Tábor	TR Bechyně	110	1,0	0,601
<b>V1382</b>	TR Tábor	TR Planá n. L.	110	1,0	0,601
<b>V207</b>	TR Tábor	TR Sokolnice	220	0,3	0,453

**Tab. 3: Ostatní vstupní údaje pro výpočet**

Zdánlivá rezistivita půdy $\rho_z$ [ $\Omega\text{m}$ ] (dle ČSN 33 2165)	100
Oblast nebezpečného vlivu [m]	3000
Činitel pravděpodobnosti $w$ [-]	0,7
Výsledný redukční činitel $r$ [-]	0,601 0,453

**Zdánlivá rezistivita půdy**

Hodnota zdánlivé rezistivity půdy byla určena dle ČSN 33 2160. Hodnota rezistivity 100  $\Omega\text{m}$  zajišťují dostatečnou výpočetní rezervu.

**Redukční činitel zemnicího lana vedení typu Soudek  $r_{ZL}$** 

Hodnota redukčního koeficientu zemnicího lana vedení 110 kV typu Soudek byla určena dle obrázku 7, ČSN 33 2160, Změna 2. Pro rezistivitu půdy  $\rho=100 \Omega\text{m}$  je  $r_{ZL}=0,601$ .

**Redukční činitel zemnicího lana vedení typu Portál  $r_{ZL}$** 

Hodnota redukčního koeficientu zemnicího lana vedení 220 kV typu Portál byla určena dle obrázku 7, ČSN 33 2160, Změna 2. Pro rezistivitu půdy  $\rho=100 \Omega\text{m}$  je  $r_{ZL}=0,453$ .

**Redukční činitel souběžných kabelů, kolejí a potrubí**

Nebyl využit.

**Výsledný redukční činitel**

Celkový redukční činitel je počítán dle ČSN 33 2160. V daném případě odpovídá redukčnímu koeficientu zemnicích lan.

**Zkratový proud**

Pro účely výpočtu indukovaných napětí se uplatňuje trojnásobná netočivá složka zkratového proudu 3I<sub>0</sub>.

Hodnoty zkratových proudů byly určeny na základě podkladů poskytnutých společnostmi EG.D, a.s. a ČEPS, a.s.

**Podklady**

- situace elektrických vedení
- elektrické parametry elektrických vedení
- situace ovlivněného zařízení vč. technických parametrů.

**A.4.1 Použité normy**

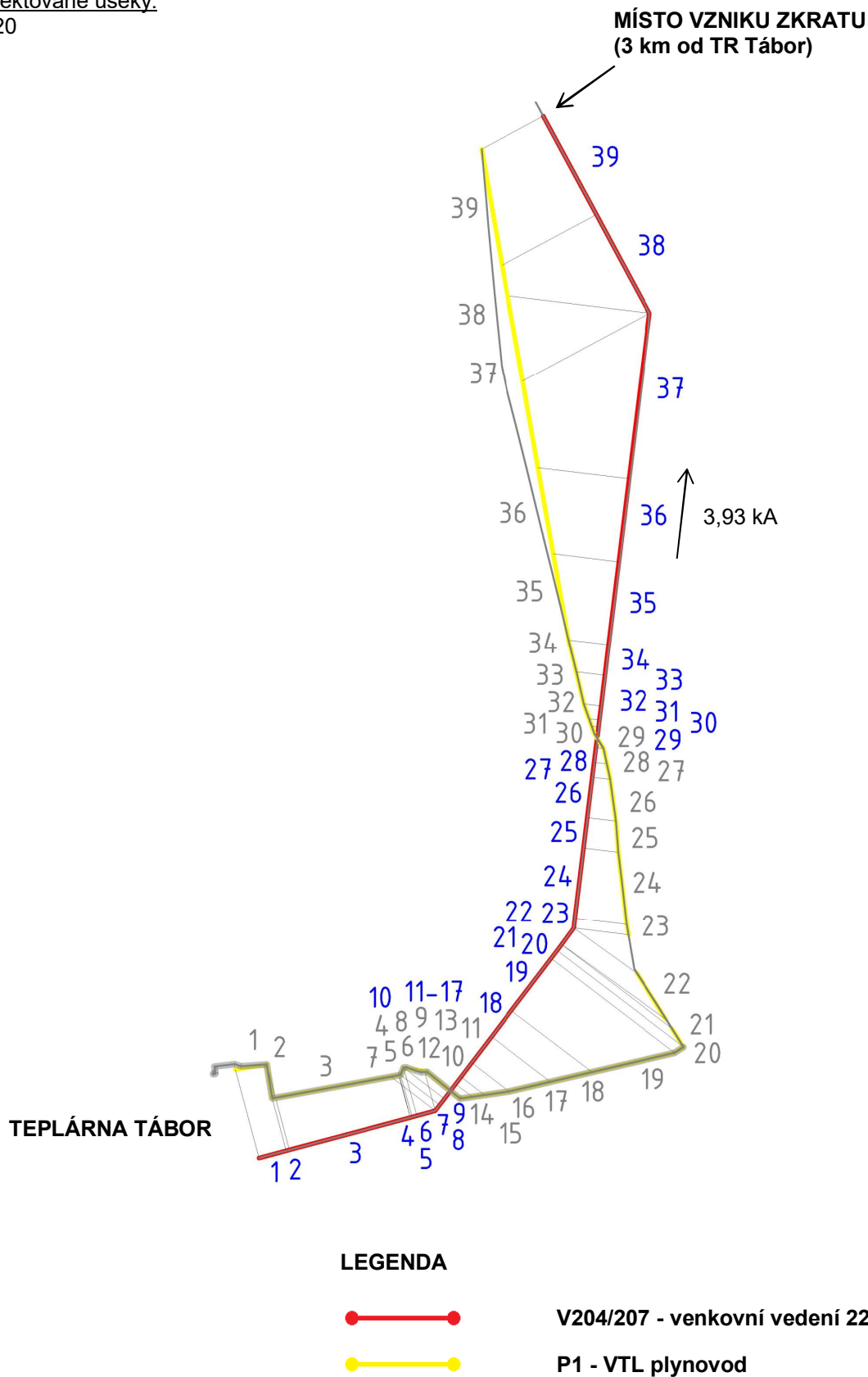
ČSN 33 2165	Elektrotechnické předpisy. Zásady pro ochranu ocelových izolovaných potrubí uložených v zemi před nebezpečnými vlivy venkovních trojfázových vedení a stanic vvn a zvn
ČSN 33 2160	Elektrotechnické předpisy. Předpisy pro ochranu sdělovacích vedení a zařízení před nebezpečnými vlivy trojfázových vedení vn, vvn a zvn
ČSN EN 50443	Účinky elektromagnetické interference na potrubí způsobené AC vysokonapětovými elektrickými trakčními soustavami a/nebo AC vysokonapětovými napájecími soustavami
ČSN EN ISO 18086	Koroze kovů a slitin – Stanovení koroze střídavými proudy – Kritéria ochrany (nahrazuje normu ČSN EN 15280)

## A.5 Induktivní vliv – poruchový stav vedení

### A.5.1 Souběh potrubí P1 a venkovního vedení V204/207

Projektované úseky:

1 - 20



**V207**

Typ stožárů: Portál

Typ zemnicích lan: ZL/KZL1: 119-AL1/42-ST1A, ZL/KZL2: SSC 70 ST III (DIN 48 201/3)

**PRUBEH ZK. PROUDU NA - V207**

lv = 168.92 [km]			
Rv [Ohm]	Xv [Ohm]	Rv0 [Ohm]	Xv0 [Ohm]
10.730	72.450	70.818	217.350
OD UZLU	ZK.PROUD	OD UZLU	OD UZLU
SOK2	CELKEM	SOK2	TAB2
[km]	Ik1 [kA]	3I0 [kA]	3I0 [kA]
0.00	21.26	20.63	0.65
1.00	19.30	18.64	0.68
156.00	4.20	0.91	3.29
157.00	4.24	0.90	3.35
158.00	4.29	0.89	3.40
159.00	4.33	0.88	3.46
160.00	4.38	0.87	3.52
161.00	4.43	0.85	3.58
162.00	4.49	0.84	3.65
163.00	4.54	0.83	3.72
164.00	4.60	0.82	3.78
165.00	4.66	0.81	3.86
166.00	4.72	0.80	3.93
167.00	4.78	0.78	4.01
168.00	4.85	0.77	4.09
168.92	4.92	0.76	4.17



Výpočetní úsek	Respektováno
1 - 39	Zemní lano vlastního vedení 220 kV.

### Vyhodnocení výsledků: V204 207 - P1

#### Vstupní data:

Počet úseků N [-]: 39

Průměr potrubí D [m]: 0,1

Tloušťka izolace potrubí DELTA [m]: 0,0025

Průměrná vodivost izolace Gp [ $\mu\text{S}/\text{m}^2$ ]: 30

Napětí na vedení U [kV]: 220

Koeficient w [-]: 0,7

Doba trvání zkratu t [s]: 0,3

#### Výstupní data:

Úsek	a [m]	l [km]	Ik [kA]	r [-]	Ro [ohm.m]	Ui [V]
1	214,95	0,0753	3,93	0,453	100	9,738
2	170,57	0,0081	3,93	-0,453	100	-1,18
3	117,43	0,3077	3,93	0,453	100	53,161
4	105,04	0,0044	3,93	0,453	100	0,796
5	112,53	0,0118	3,93	0,453	100	2,076
6	109,16	0,0457	3,93	0,453	100	8,141
7	126,13	0,0171	3,93	0,453	100	2,865
8	120,94	0,0188	3,93	0,453	100	3,208
9	98,091	0,026	3,93	0,453	100	4,837
10	27,269	0,0017	3,93	-0,453	100	-0,481
11	29,484	0,0004	3,93	-0,453	100	-0,111
12	41,562	0,0004	3,93	-0,453	100	-0,1
13	60,182	0,0008	3,93	-0,453	100	-0,178
14	41,055	0,0213	3,93	0,453	100	5,358
15	61,374	0,0213	3,93	0,453	100	4,709
16	92,298	0,0426	3,93	0,453	100	8,117
17	145,24	0,0783	3,93	0,453	100	12,314
18	209,84	0,0783	3,93	0,453	100	10,258
19	306,84	0,1567	3,93	0,453	100	16,44
20	375,95	0,024	3,93	0,453	100	2,197
21	355,4	0,0184	3,93	0,453	100	1,751
22	246,89	0,0485	3,93	0,453	100	5,805
23	128,44	0,0239	3,93	0,453	100	3,972
24	104,49	0,17	3,93	0,453	100	30,832
25	76,871	0,0734	3,93	0,453	100	14,987
26	56,667	0,0973	3,93	0,453	100	22,097
27	37,929	0,0357	3,93	0,453	100	9,195
28	26,619	0,0357	3,93	0,453	100	10,16
29	16,911	0,0328	3,93	0,453	100	10,477
30	15,926	0,0168	3,93	0,453	100	5,444
31	22,881	0,0168	3,93	0,453	100	4,976
32	34,672	0,0335	3,93	0,453	100	8,858
33	56,195	0,0744	3,93	0,453	100	16,944
34	83,319	0,0744	3,93	0,453	100	14,744
35	127,51	0,2002	3,93	0,453	100	33,381

36	188,7	0,2002	3,93	0,453	100	27,728
37	280,61	0,4004	3,93	0,453	100	44,418
38	300,07	0,2679	3,93	0,453	100	28,506
39	211,75	0,2679	3,93	0,453	100	34,927

Maximální přípustné napětí proti zemi dle ČSN EN 50443 je 1000 V.

Výsledné indukované napětí je  $U_{iv} = 471,37$  V.

Největší hodnota potenciálu je  $U_p = 224,7$  V ve stykovém bodě 28.

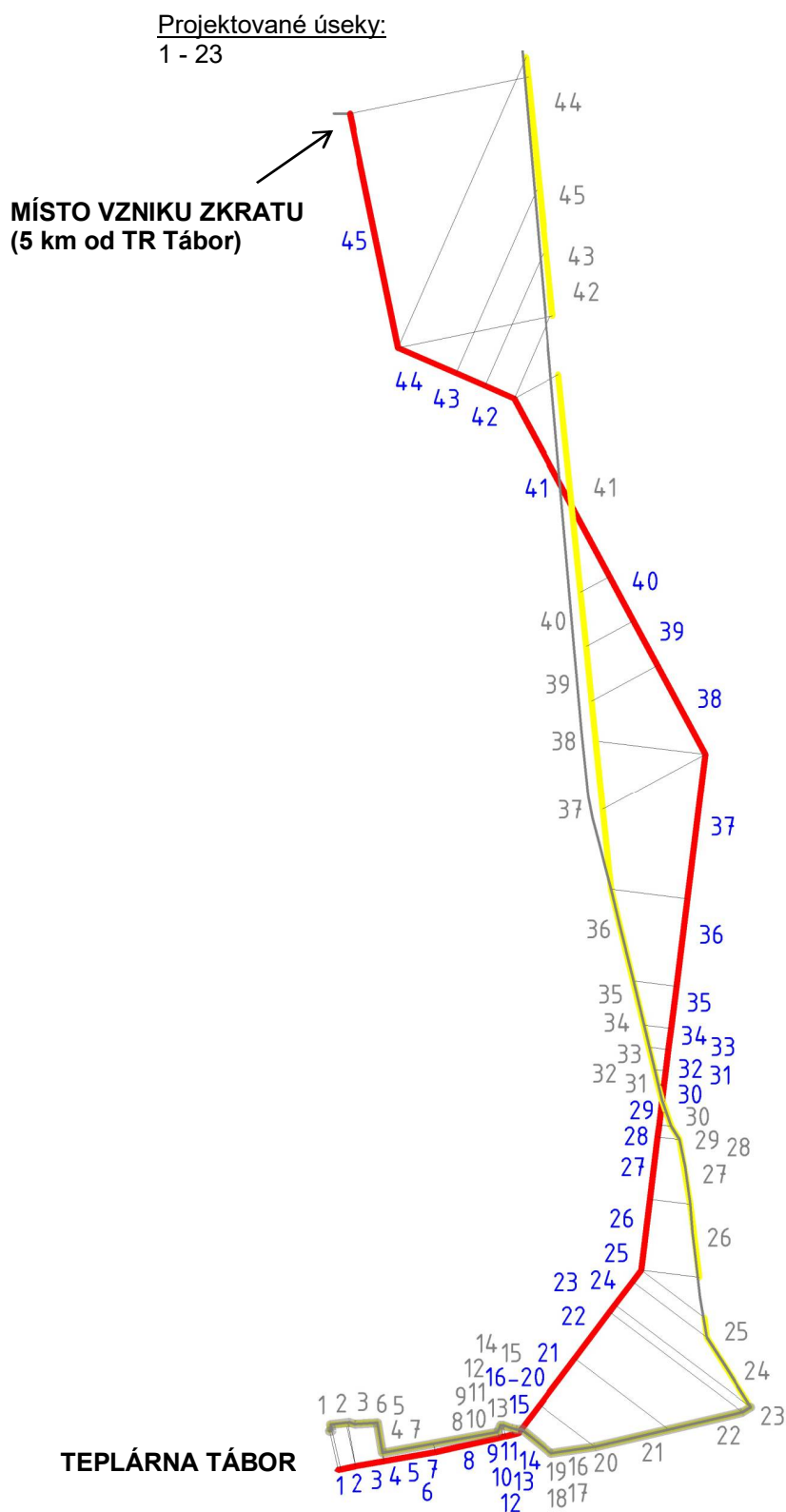
Celková náhradní délka souběhu je  $L_c = 3,029$  km.

Výsledné indukované napětí  $IU_{ivl} < 2000$  V.

Největší hodnota potenciálu  $U_p < 1000$  V.

NENÍ nutné provádět zvláštní ochranu potrubí.

## A.5.2 Souběh potrubí P1 a venkovního vedení V1356/1357



## LEGENDA



V1356/1357 - venkovní vedení 110 kV

P1 - VTL plynovod

Výpočet číslo: EG.D\_V1356 Tábor - Náchod

Strana: 2

Vedení: V1356 Tábor - Náchod

Druh vodičů: 240\_AIFe

24.08.2021

Počáteční uzel A: TAB\_W1

Druh zemního lana: AIFe

Koncový uzel B: NAX\_W11

Uspořádání vedení: A240\_D\_AIFe

**Průběh jednofázového zkratového proudu a jeho trojnásobných nulových složek podél vedení 110kV:**

l [km]	Ic [kA]	Ia [kA]	Ib [kA]	3I0c [kA]	3I0a [kA]	3I0b [kA]
zleva	Celkem	TAB_W1	NAX_W11	Celkem	TAB_W1	NAX_W11
0.00	8.69	8.43	0.38	8.65	7.74	0.92
0.68	8.19	7.85	0.45	8.20	7.08	1.12
1.36	7.80	7.38	0.52	7.80	6.51	1.30
2.04	7.46	6.96	0.59	7.46	6.00	1.47
2.72	7.16	6.60	0.66	7.17	5.54	1.63
3.40	6.91	6.27	0.72	6.91	5.14	1.78
4.08	6.68	5.98	0.78	6.68	4.76	1.93
4.76	6.47	5.72	0.84	6.48	4.43	2.07
5.44	6.30	5.48	0.90	6.30	4.12	2.20
6.12	6.14	5.27	0.95	6.14	3.83	2.34
6.80	6.03	5.08	1.01	6.01	3.57	2.47

**A.5.2.1 Bez ochranných opatření**

Výpočetní úsek	Respektováno
1 - 45	Zemnicí lano vlastního vedení 110 kV

**Vyhodnocení výsledků: V1356 - P1****Vstupní data:**

Počet úseků N [-]: 45

Průměr potrubí D [m]: 0,1

Tloušťka izolace potrubí DELTA [m]: 0,0025

Průměrná vodivost izolace Gp [uS/m2]: 30

Napětí na vedení U [kV]: 110

Koeficient w [-]: 0,7

Doba trvání zkratu t [s]: 1

**Výstupní data:**

Úsek	a [m]	l [km]	Ik [kA]	r [-]	Ro [ohm.m]	Ui [V]
1	115,68	0,0066	4,43	0,601	100	1,716
2	119,77	0,0401	4,43	0,601	100	10,274
3	110,31	0,0793	4,43	0,601	100	21,035
4	34,375	0,0002	4,43	-0,601	100	-0,079
5	54,258	0,0002	4,43	-0,601	100	-0,069
6	84,756	0,0004	4,43	-0,601	100	-0,118
7	25,124	0,1388	4,43	0,601	100	59,996
8	22,125	0,1742	4,43	0,601	100	77,838
9	25,862	0,0111	4,43	0,601	100	4,761
10	32,71	0,0069	4,43	0,601	100	2,774
11	26,23	0,0201	4,43	0,601	100	8,589
12	17,521	0,0117	4,43	0,601	100	5,541
13	14,656	0,0035	4,43	0,601	100	1,73
14	19,532	0,0044	4,43	0,601	100	2,029
15	12,308	0,0094	4,43	0,601	100	4,834
16	76,655	0,002	4,43	-0,601	100	-0,611
17	39,381	0,001	4,43	-0,601	100	-0,381
18	21,642	0,0005	4,43	-0,601	100	-0,225
19	13,05	0,0005	4,43	-0,601	100	-0,254
20	143,46	0,0846	4,43	0,601	100	20,011
21	250,3	0,1559	4,43	0,601	100	27,685
22	380,56	0,1559	4,43	0,601	100	21,157
23	450,2	0,0239	4,43	0,601	100	2,862
24	351,71	0,0774	4,43	0,601	100	11,097
25	230,27	0,0382	4,43	0,601	100	7,113
26	133,33	0,1904	4,43	0,601	100	46,552
27	84,497	0,1685	4,43	0,601	100	49,673
28	46,565	0,0327	4,43	0,601	100	11,833
29	25,975	0,0335	4,43	0,601	100	14,352
30	14,201	0,0335	4,43	0,601	100	16,677
31	14,582	0,0391	4,43	0,601	100	19,345
32	25,761	0,0391	4,43	0,601	100	16,789
33	42,944	0,0568	4,43	0,601	100	21,076
34	64	0,0568	4,43	0,601	100	18,512
35	96,002	0,1137	4,43	0,601	100	31,905

36	161,6	0,2359	4,43	0,601	100	52,767
37	250,72	0,3907	4,43	0,601	100	69,315
38	255,88	0,2702	4,43	0,601	100	47,371
39	172,26	0,1351	4,43	0,601	100	29,295
40	116,61	0,1351	4,43	0,601	100	35,011
41	112,08	0,5403	4,43	0,601	100	142,37
42	327,73	0,0843	4,43	0,601	100	12,673
43	476,56	0,0843	4,43	0,601	100	9,652
44	699,84	0,1687	4,43	0,601	100	13,67
45	453,17	0,6385	4,43	0,601	100	76,078

Maximální přípustné napětí proti zemi dle ČSN EN 50443 je 430 V.

Výsledné indukované napětí je  $U_{iv} = 1024,2$  V.

Největší hodnota potenciálu je  $U_p = 475,64$  V ve stykovém bodě 35.

Celková náhradní délka souběhu je  $L_c = 4,494$  km.

Výsledné indukované napětí  $IU_{ivl} > 860$  V.

NUTNO provést výpočet potenciálu potrubí.

Největší hodnota potenciálu  $U_p > 430$  V.

NUTNO provést zvláštní ochranu potrubí.

### **Výpočet potenciálu potrubí:**

Stykový bod (-)	Potenciál potrubí $U_{pmax}$ (V)	Vyhovující (ANO/NE)
1	448,685	NE
2	448,895	NE
3	450,161	NE
4	452,586	NE
5	452,592	NE
6	452,598	NE
7	452,610	NE
8	456,491	NE
9	460,570	NE
10	460,799	NE
11	460,940	NE
12	461,344	NE
13	461,573	NE
14	461,641	NE
15	461,725	NE
16	461,904	NE
17	461,942	NE
18	461,961	NE
19	461,970	NE
20	461,980	NE
21	463,531	NE
22	466,170	NE
23	468,595	NE

Stykový bod (-)	Potenciál potrubí $U_{pmax}$ (V)	Vyhovující (ANO/NE)
24	468,952	NE
25	470,077	NE
26	470,612	NE
27	472,971	NE
28	474,552	NE
29	474,795	NE
30	475,016	NE
31	475,202	NE
32	475,373	NE
33	475,496	NE
34	475,606	NE
35	475,644	NE
36	475,538	NE
37	474,706	NE
38	471,923	NE
39	469,089	NE
40	467,368	NE
41	465,381	NE
42	454,447	NE
43	452,337	NE
44	450,175	NE
45	445,758	NE
46	427,578	ANO

Hodnoty potenciálů potrubí překračují v rozsahu mezi 1. až 45. stykovým bodem mez nebezpečného napětí. Je proto nutné provést ochranná opatření.

Pro snížení hodnot potenciálu potrubí v nevyhovujících úsecích doporučujeme aplikovat zemnicí pásek FeZn 4 x 30 mm v minimálním rozsahu dle níže uvedené tabulky. Zemnicí pásek se ukládá do výkopu v souběhu s chráněným potrubím. Propojení zemnicího pásu s potrubím bude provedeno v propojovacím objektu pásmového oddělovacího členu PO POČ, ve kterém bude osazen svodič střídavých proudů (SALTEK CP-40 K2).

**Tab. 4: Úseky pro uložení zemnicího pásu**

Výpočetní úsek (-)	Úsek plynovodu (km)	Délka zemnicího pásu (m)	SALTEK CP-40 K2 (ks)
8-23	-	910	2

Tento předpoklad je uvažován v následujícím výpočtu.

#### **A.5.2.2 S ochrannými opatřeními**

Výpočetní úsek	Respektováno
1 – 45	Zemnicí lano vlastního vedení 110 kV
8-23	Zemnicí pásek FeZn 4 x 30 mm



**Vyhodnocení výsledků: V1356 - P1****Vstupní data:**

Počet úseků N [-]: 45

Průměr potrubí D [m]: 0,1

Tloušťka izolace potrubí DELTA [m]: 0,0025

Průměrná vodivost izolace Gp [ $\mu\text{S}/\text{m}^2$ ]: 30

Napětí na vedení U [kV]: 110

Koeficient w [-]: 0,7

Doba trvání zkratu t [s]: 1

**Výstupní data:**

Úsek	a [m]	l [km]	Ik [kA]	r [-]	Ro [ohm.m]	Ui [V]
1	115,68	0,0066	4,43	0,601	100	1,716
2	119,77	0,0401	4,43	0,601	100	10,274
3	110,31	0,0793	4,43	0,601	100	21,035
4	34,375	0,0002	4,43	-0,601	100	-0,079
5	54,258	0,0002	4,43	-0,601	100	-0,069
6	84,756	0,0004	4,43	-0,601	100	-0,118
7	25,124	0,1388	4,43	0,601	100	59,996
8	22,125	0,1742	4,43	0,1803	100	23,351
9	25,862	0,0111	4,43	0,1803	100	1,428
10	32,71	0,0069	4,43	0,1803	100	0,832
11	26,23	0,0201	4,43	0,1803	100	2,577
12	17,521	0,0117	4,43	0,1803	100	1,662
13	14,656	0,0035	4,43	0,1803	100	0,519
14	19,532	0,0044	4,43	0,1803	100	0,609
15	12,308	0,0094	4,43	0,1803	100	1,45
16	76,655	0,002	4,43	-0,1803	100	-0,183
17	39,381	0,001	4,43	-0,1803	100	-0,114
18	21,642	0,0005	4,43	-0,1803	100	-0,067
19	13,05	0,0005	4,43	-0,1803	100	-0,076
20	143,46	0,0846	4,43	0,1803	100	6,003
21	250,3	0,1559	4,43	0,1803	100	8,306
22	380,56	0,1559	4,43	0,1803	100	6,347
23	450,2	0,0239	4,43	0,1803	100	0,859
24	351,71	0,0774	4,43	0,601	100	11,097
25	230,27	0,0382	4,43	0,601	100	7,113
26	133,33	0,1904	4,43	0,601	100	46,552
27	84,497	0,1685	4,43	0,601	100	49,673
28	46,565	0,0327	4,43	0,601	100	11,833
29	25,975	0,0335	4,43	0,601	100	14,352
30	14,201	0,0335	4,43	0,601	100	16,677
31	14,582	0,0391	4,43	0,601	100	19,345
32	25,761	0,0391	4,43	0,601	100	16,789
33	42,944	0,0568	4,43	0,601	100	21,076
34	64	0,0568	4,43	0,601	100	18,512
35	96,002	0,1137	4,43	0,601	100	31,905



36	161,6	0,2359	4,43	0,601	100	52,767
37	250,72	0,3907	4,43	0,601	100	69,315
38	255,88	0,2702	4,43	0,601	100	47,371
39	172,26	0,1351	4,43	0,601	100	29,295
40	116,61	0,1351	4,43	0,601	100	35,011
41	112,08	0,5403	4,43	0,601	100	142,37
42	327,73	0,0843	4,43	0,601	100	12,673
43	476,56	0,0843	4,43	0,601	100	9,652
44	699,84	0,1687	4,43	0,601	100	13,67
45	453,17	0,6385	4,43	0,601	100	76,078

Maximální přípustné napětí proti zemi dle ČSN EN 50443 je 430 V.

Výsledné indukované napětí je  $U_{iv} = 899,38$  V.

Největší hodnota potenciálu je  $U_p = 418,76$  V ve stykovém bodě 37.

Celková náhradní délka souběhu je  $L_c = 4,494$  km.

Výsledné indukované napětí  $|U_{iv}| > 860$  V.

NUTNO provést výpočet potenciálu potrubí.

Největší hodnota potenciálu  $U_p < 430$  V.

NENÍ nutné provádět zvláštní ochranu potrubí.

### **Výpočet potenciálu potrubí:**

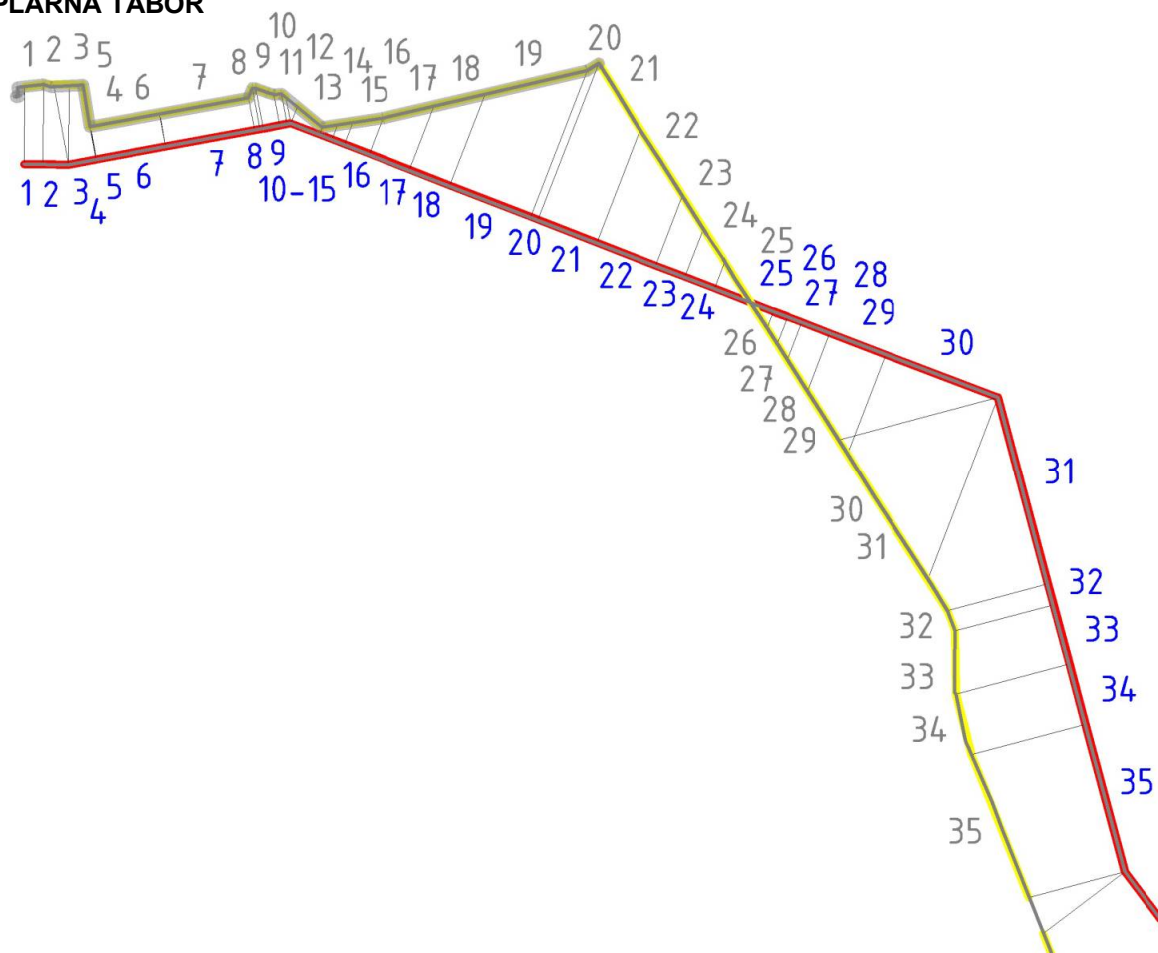
Stykový bod (-)	Potenciál potrubí $U_{pmax}$ (V)	Vyhovující (ANO/NE)
1	388,489	ANO
2	388,672	ANO
3	389,765	ANO
4	391,847	ANO
5	391,853	ANO
6	391,858	ANO
7	391,868	ANO
8	395,145	ANO
9	398,796	ANO
10	399,020	ANO
11	399,160	ANO
12	399,564	ANO
13	399,798	ANO
14	399,867	ANO
15	399,955	ANO
16	400,141	ANO
17	400,181	ANO
18	400,201	ANO
19	400,211	ANO
20	400,220	ANO
21	401,887	ANO
22	404,917	ANO
23	407,916	ANO

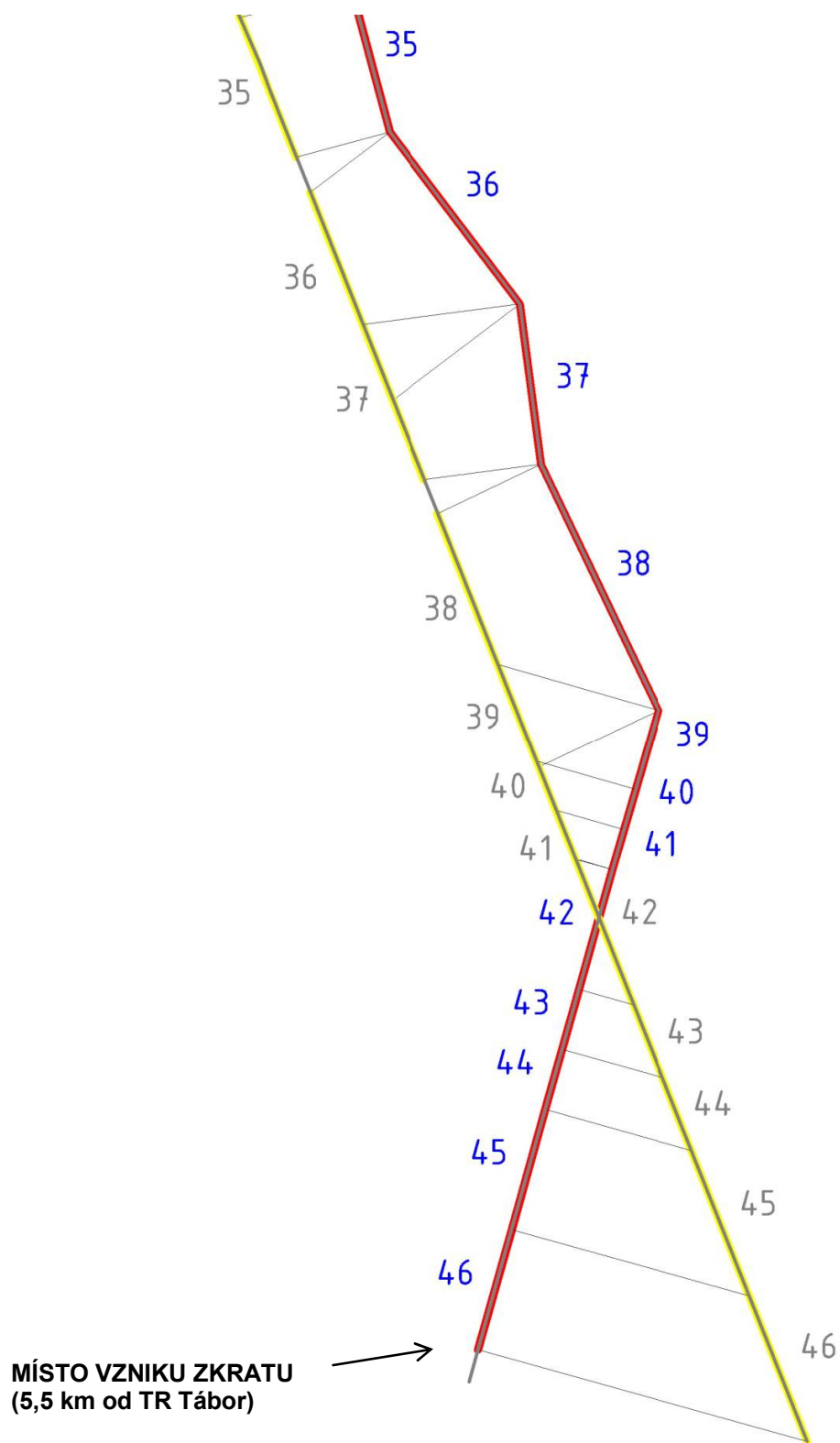
Stykový bod (-)	Potenciál potrubí $U_{pmax}$ (V)	Vyhovující (ANO/NE)
24	408,374	ANO
25	409,832	ANO
26	410,532	ANO
27	413,700	ANO
28	415,989	ANO
29	416,369	ANO
30	416,729	ANO
31	417,054	ANO
32	417,386	ANO
33	417,671	ANO
34	418,015	ANO
35	418,285	ANO
36	418,642	ANO
37	418,759	ANO
38	417,513	ANO
39	415,717	ANO
40	414,508	ANO
41	413,028	ANO
42	404,072	ANO
43	402,263	ANO
44	400,402	ANO
45	396,580	ANO
46	380,587	ANO

Navržená ochranná opatření jsou dostatečná.

**A.5.3 Souběh potrubí P1 a venkovního vedení V1381/1382**Projektované úseky:

1 - 20

**TEPLÁRNA TÁBOR****LEGENDA****V1381/1382 - venkovní vedení 110 kV****P1 - VTL plynovod**



## LEGENDA



V1381/1382 - venkovní vedení 110 kV



P1 - VTL plynovod

Výpočet číslo: EG.D\_V1382\_zkr

Strana: 2

Vedení: V1382 Tábor - planá n. L.

Druh vodičů: 240\_AIFe

26.08.2021

Počáteční uzel A: TAB\_W1

Druh zemního lana: AIFe

Koncový uzel B: PLA\_W11

Uspořádání vedení: A240\_D\_AIFe

**Průběh jednofázového zkratového proudu a jeho trojnásobných nulových složek podél vedení 110kV:**

l [km] zleva	Ic [kA] Celkem	Ia [kA] TAB_W1	Ib [kA] PLA_W11	3I0c [kA] Celkem	3I0a [kA] TAB_W1	3I0b [kA] PLA_W11
0.00	8.69	7.17	1.54	8.66	7.43	1.23
0.80	8.25	6.57	1.70	8.25	6.68	1.57
1.60	7.92	6.08	1.85	7.92	6.03	1.89
2.41	7.65	5.66	2.01	7.65	5.46	2.20
3.21	7.44	5.30	2.16	7.44	4.95	2.50
4.01	7.27	4.97	2.32	7.27	4.48	2.79
4.81	7.14	4.69	2.48	7.14	4.06	3.09
5.61	7.05	4.43	2.65	7.05	3.67	3.39
6.42	6.99	4.20	2.82	6.99	3.31	3.70
7.22	6.97	3.99	3.01	6.97	2.96	4.03
8.02	6.99	3.80	3.22	6.98	2.63	4.37

**A.5.3.1 Bez ochranných opatření**

Výpočetní úsek	Respektováno
1 - 46	Zemnicí lano vlastního vedení 110 kV

**Vyhodnocení výsledků: V1381 1382 - P1****Vstupní data:**

Počet úseků N [-]: 46

Průměr potrubí D [m]: 0,1

Tloušťka izolace potrubí DELTA [m]: 0,0025

Průměrná vodivost izolace Gp [uS/m2]: 30

Napětí na vedení U [kV]: 110

Koeficient w [-]: 0,7

Doba trvání zkratu t [s]: 1

**Výstupní data:**

Úsek	a [m]	l [km]	Ik [kA]	r [-]	Ro [ohm.m]	Ui [V]
1	152,36	0,036	4,06	0,601	100	7,589
2	154,54	0,0497	4,06	0,601	100	10,408
3	152,12	0,055	4,06	0,601	100	11,603
4	85,552	0,0009	4,06	-0,601	100	-0,242
5	126,44	0,0009	4,06	-0,601	100	-0,206
6	64,981	0,1381	4,06	0,601	100	41,033
7	64,424	0,174	4,06	0,601	100	51,855
8	72,165	0,0104	4,06	0,601	100	2,978
9	79,969	0,0069	4,06	0,601	100	1,903
10	70,555	0,0326	4,06	0,601	100	9,41
11	60,733	0,0141	4,06	0,601	100	4,288
12	55,739	0,0073	4,06	0,601	100	2,285
13	26,888	0,059	4,06	0,601	100	22,952
14	24,724	0,0259	4,06	0,601	100	10,304
15	38,442	0,0259	4,06	0,601	100	9,107
16	59,968	0,0518	4,06	0,601	100	15,82
17	102,92	0,0839	4,06	0,601	100	20,984
18	160	0,0839	4,06	0,601	100	17,282
19	245,82	0,1678	4,06	0,601	100	27,596
20	313,34	0,0152	4,06	0,601	100	2,156
21	278,87	0,122	4,06	0,601	100	18,62
22	189,41	0,122	4,06	0,601	100	23,115
23	122,39	0,061	4,06	0,601	100	14,191
24	77,886	0,061	4,06	0,601	100	16,989
25	45,936	0,122	4,06	0,601	100	40,632
26	46,755	0,029	4,06	0,601	100	9,605
27	67,863	0,029	4,06	0,601	100	8,487
28	99,867	0,0581	4,06	0,601	100	14,709
29	164,14	0,1162	4,06	0,601	100	23,643
30	292,95	0,2324	4,06	0,601	100	34,409
31	260,35	0,3735	4,06	0,601	100	59,404
32	198,85	0,0421	4,06	0,601	100	7,778
33	211,53	0,1185	4,06	0,601	100	21,186
34	226,93	0,1203	4,06	0,601	100	20,698
35	209,83	0,2951	4,06	0,601	100	52,989

36	257,16	0,4267	4,06	0,601	100	68,36
37	273,87	0,3198	4,06	0,601	100	49,349
38	244,86	0,5397	4,06	0,601	100	88,959
39	268,05	0,1646	4,06	0,601	100	25,73
40	172,56	0,0823	4,06	0,601	100	16,341
41	109,04	0,0823	4,06	0,601	100	20,103
42	94,532	0,2467	4,06	0,601	100	63,83
43	159,08	0,1233	4,06	0,601	100	25,468
44	252,92	0,1233	4,06	0,601	100	19,946
45	393,82	0,2467	4,06	0,601	100	29,938
46	581,74	0,2467	4,06	0,601	100	21,849

Maximální přípustné napětí proti zemi dle ČSN EN 50443 je 430 V.

Výsledné indukované napětí je  $U_{iv} = 1065,4$  V.

Největší hodnota potenciálu je  $U_p = 482,1$  V ve stykovém bodě 32.

Celková náhradní délka souběhu je  $L_c = 5,544$  km.

Výsledné indukované napětí  $IU_{ivl} > 860$  V.

NUTNO provést výpočet potenciálu potrubí.

Největší hodnota potenciálu  $U_p > 430$  V.

NUTNO provést zvláštní ochranu potrubí.

**Výpočet potenciálu potrubí:**

Stykový bod (-)	Potenciál potrubí $U_{pmax}$ (V)	Vyhovující (ANO/NE)
1	449,035	NE
2	450,180	NE
3	451,732	NE
4	453,414	NE
5	453,441	NE
6	453,468	NE
7	457,467	NE
8	461,993	NE
9	462,245	NE
10	462,412	NE
11	463,186	NE
12	463,515	NE
13	463,684	NE
14	464,999	NE
15	465,549	NE
16	466,082	NE
17	467,107	NE
18	468,670	NE
19	470,136	NE
20	472,849	NE
21	473,082	NE
22	474,882	NE
23	476,537	NE
24	477,296	NE

Stykový bod (-)	Potenciál potrubí $U_{pmax}$ (V)	Vyhovující (ANO/NE)
25	477,997	NE
26	479,175	NE
27	479,409	NE
28	479,626	NE
29	480,018	NE
30	480,669	NE
31	481,589	NE
32	482,095	NE
33	482,073	NE
34	481,911	NE
35	481,602	NE
36	480,220	NE
37	476,751	NE
38	473,099	NE
39	464,831	NE
40	461,774	NE
41	460,146	NE
42	458,427	NE
43	452,630	NE
44	449,393	NE
45	445,991	NE
46	438,849	NE
47	431,387	NE

Hodnoty potenciálů potrubí překračují v rozsahu mezi 1. až 47. stykovým bodem mez nebezpečného napětí. Je proto nutné provést ochranná opatření.

Pro snížení hodnot potenciálu potrubí v nevyhovujících úsecích doporučujeme aplikovat zemnicí pásek FeZn 4 x 30 mm v minimálním rozsahu dle níže uvedené tabulky. Zemnicí pásek se ukládá do výkopu v souběhu s chráněným potrubím. Propojení zemnicího pásu s potrubím bude provedeno v propojovacím objektu pásmového oddělovacího členu PO POČ, ve kterém bude osazen svodič střídavých proudů (SALTEK CP-40 K2).

**Tab. 5: Úseky pro uložení zemnicího pásu**

Výpočetní úsek (-)	Úsek plynovodu (km)	Délka zemnicího pásu (m)	SALTEK CP-40 K2 (ks)
7-20	-	910	2

Tento předpoklad je uvažován v následujícím výpočtu.



**A.5.3.2 S ochrannými opatřeními**

Výpočetní úsek	Respektováno
1 – 45	Zemnicí lano vlastního vedení 110 kV
7-20	Zemnicí páspek FeZn 4 x 30 mm

**Vyhodnocení výsledků: V1381 1382 - P1****Vstupní data:**

Počet úseků N [-]: 46

Průměr potrubí D [m]: 0,1

Tloušťka izolace potrubí DELTA [m]: 0,0025

Průměrná vodivost izolace Gp [ $\mu\text{S}/\text{m}^2$ ]: 30

Napětí na vedení U [kV]: 110

Koeficient w [-]: 0,7

Doba trvání zkratu t [s]: 1

**Výstupní data:**

Úsek	a [m]	l [km]	Ik [kA]	r [-]	Ro [ohm.m]	Ui [V]
1	152,36	0,036	4,06	0,601	100	7,589
2	154,54	0,0497	4,06	0,601	100	10,408
3	152,12	0,055	4,06	0,601	100	11,603
4	85,552	0,0009	4,06	-0,601	100	-0,242
5	126,44	0,0009	4,06	-0,601	100	-0,206
6	64,981	0,1381	4,06	0,601	100	41,033
7	64,424	0,174	4,06	0,1803	100	15,556
8	72,165	0,0104	4,06	0,1803	100	0,893
9	79,969	0,0069	4,06	0,1803	100	0,571
10	70,555	0,0326	4,06	0,1803	100	2,823
11	60,733	0,0141	4,06	0,1803	100	1,286
12	55,739	0,0073	4,06	0,1803	100	0,685
13	26,888	0,059	4,06	0,1803	100	6,886
14	24,724	0,0259	4,06	0,1803	100	3,091
15	38,442	0,0259	4,06	0,1803	100	2,732
16	59,968	0,0518	4,06	0,1803	100	4,746
17	102,92	0,0839	4,06	0,1803	100	6,295
18	160	0,0839	4,06	0,1803	100	5,185
19	245,82	0,1678	4,06	0,1803	100	8,279
20	313,34	0,0152	4,06	0,1803	100	0,647
21	278,87	0,122	4,06	0,601	100	18,62
22	189,41	0,122	4,06	0,601	100	23,115
23	122,39	0,061	4,06	0,601	100	14,191
24	77,886	0,061	4,06	0,601	100	16,989
25	45,936	0,122	4,06	0,601	100	40,632
26	46,755	0,029	4,06	0,601	100	9,605
27	67,863	0,029	4,06	0,601	100	8,487
28	99,867	0,0581	4,06	0,601	100	14,709
29	164,14	0,1162	4,06	0,601	100	23,643
30	292,95	0,2324	4,06	0,601	100	34,409
31	260,35	0,3735	4,06	0,601	100	59,404
32	198,85	0,0421	4,06	0,601	100	7,778
33	211,53	0,1185	4,06	0,601	100	21,186
34	226,93	0,1203	4,06	0,601	100	20,698
35	209,83	0,2951	4,06	0,601	100	52,989



36	257,16	0,4267	4,06	0,601	100	68,36
37	273,87	0,3198	4,06	0,601	100	49,349
38	244,86	0,5397	4,06	0,601	100	88,959
39	268,05	0,1646	4,06	0,601	100	25,73
40	172,56	0,0823	4,06	0,601	100	16,341
41	109,04	0,0823	4,06	0,601	100	20,103
42	94,532	0,2467	4,06	0,601	100	63,83
43	159,08	0,1233	4,06	0,601	100	25,468
44	252,92	0,1233	4,06	0,601	100	19,946
45	393,82	0,2467	4,06	0,601	100	29,938
46	581,74	0,2467	4,06	0,601	100	21,849

Maximální přípustné napětí proti zemi dle ČSN EN 50443 je 430 V.

Výsledné indukované napětí je  $U_{iv} = 926,19$  V.

Největší hodnota potenciálu je  $U_p = 421,37$  V ve stykovém bodě 35.

Celková náhradní délka souběhu je  $L_c = 5,544$  km.

Výsledné indukované napětí  $IU_{iv} > 860$  V.

NUTNO provést výpočet potenciálu potrubí.

Největší hodnota potenciálu  $U_p < 430$  V.

NENÍ nutné provádět zvláštní ochranu potrubí.

**Výpočet potenciálu potrubí:**

Stykový bod (-)	Potenciál potrubí $U_{pmax}$ (V)	Vyhovující (ANO/NE)
1	382,384	ANO
2	383,357	ANO
3	384,672	ANO
4	386,090	ANO
5	386,113	ANO
6	386,136	ANO
7	389,469	ANO
8	393,371	ANO
9	393,600	ANO
10	393,751	ANO
11	394,466	ANO
12	394,773	ANO
13	394,932	ANO
14	396,204	ANO
15	396,755	ANO
16	397,302	ANO
17	398,387	ANO
18	400,122	ANO
19	401,838	ANO
20	405,231	ANO
21	405,537	ANO
22	407,922	ANO
23	410,156	ANO
24	411,204	ANO

Stykový bod (-)	Potenciál potrubí $U_{pmax}$ (V)	Vyhovující (ANO/NE)
25	412,191	ANO
26	413,939	ANO
27	414,308	ANO
28	414,659	ANO
29	415,320	ANO
30	416,505	ANO
31	418,479	ANO
32	420,643	ANO
33	420,805	ANO
34	421,159	ANO
35	421,369	ANO
36	421,241	ANO
37	419,539	ANO
38	417,176	ANO
39	411,019	ANO
40	408,590	ANO
41	407,273	ANO
42	405,863	ANO
43	400,983	ANO
44	398,198	ANO
45	395,244	ANO
46	388,986	ANO
47	382,394	ANO

Navržená ochranná opatření jsou dostatečná.

**A.5.4 Souběh potrubí P1 a ostatních venkovních vedení**

Dostatečně ošetřeno předchozími výpočty.

## A.6 Induktivní vliv – provozní stav vedení

### A.6.1 Souběh potrubí P1 a venkovního vedení V1381/1382

Situace viz A.5.3.

Vedení V1381/1382 je v souběhu s potrubím P1 provozováno jako dvojité s jedním zemním lanem, ukotvené na stožárech typu Soudek. Je uvažována nesouměrná soustava fázových proudů, při které protéká zemním lanem proud o velikosti 5 % hodnoty fázového provozního proudu.

Výpočet je proveden za předpokladu nesouměrné soustavy fázových proudů o níže uvedených hodnotách.

$$\begin{aligned}\overline{I_1} &= 486 \angle 0^\circ \text{ A} & \overline{I_4} &= 486 \angle 0^\circ \text{ A} \\ \overline{I_2} &= 500 \angle -120^\circ \text{ A} & \overline{I_5} &= 500 \angle -120^\circ \text{ A} \\ \overline{I_3} &= 514 \angle 120^\circ \text{ A} & \overline{I_6} &= 514 \angle 120^\circ \text{ A} \\ \overline{I_{ZL}} &= 48,5 \angle -30^\circ \text{ A}\end{aligned}$$

V každém výpočetním úseku jsou uvažovány rozměrové parametry stožárů.

Fázové vodiče jsou označeny indexy 1 až 6, zemní lano indexem ZL.

**Tab. 6: Ostatní vstupní údaje pro výpočet**

Zdánlivá rezistivita půdy $\rho_z$ [ $\Omega\text{m}$ ] (dle ČSN 33 2165)	100
Oblast posuzovaného vlivu [m]	3000
Činitel pravděpodobnosti $w$ [-]	1,0
Výsledný redukční činitel $r$ [-]	0,601
Vodivost izolace potrubí [ $\mu\text{S}/\text{m}^2$ ]	30
Průměr potrubí $D$ [m]	0,100

	Díličí hodnoty potenciálů potrubí (V)							Výsledný potenciál
Stykový bod	Fáze 1 $\varphi = 0^\circ$	Fáze 2 $\varphi = -120^\circ$	Fáze 3 $\varphi = 120^\circ$	Fáze 4 $\varphi = 0^\circ$	Fáze 5 $\varphi = -120^\circ$	Fáze 6 $\varphi = 120^\circ$	ZL $\varphi = -30^\circ$	$U_{a.c.} \text{ (V)}$
1	76,579	78,658	80,600	76,393	78,418	80,442	7,549	0,564
2	76,774	78,859	80,805	76,588	78,618	80,647	7,569	0,567
3	77,039	79,131	81,084	76,852	78,889	80,925	7,595	0,569
4	77,326	79,425	81,386	77,138	79,183	81,227	7,623	0,570
5	77,330	79,430	81,391	77,143	79,188	81,231	7,623	0,570
6	77,335	79,435	81,396	77,148	79,193	81,236	7,624	0,571
7	78,017	80,135	82,114	77,830	79,893	81,954	7,691	0,576
8	78,789	80,927	82,927	78,604	80,689	82,770	7,768	0,581

	Dílčí hodnoty potenciálů potrubí (V)							Výsledný potenciál
Stykový bod	Fáze 1 $\varphi = 0^\circ$	Fáze 2 $\varphi = -120^\circ$	Fáze 3 $\varphi = 120^\circ$	Fáze 4 $\varphi = 0^\circ$	Fáze 5 $\varphi = -120^\circ$	Fáze 6 $\varphi = 120^\circ$	ZL $\varphi = -30^\circ$	$U_{a.c.} (V)$
9	78,832	80,971	82,972	78,648	80,734	82,816	7,772	0,581
10	78,860	81,001	83,002	78,676	80,763	82,846	7,775	0,581
11	78,993	81,136	83,141	78,809	80,900	82,986	7,788	0,583
12	79,049	81,194	83,200	78,866	80,958	83,046	7,793	0,583
13	79,078	81,223	83,231	78,895	80,988	83,076	7,796	0,583
14	79,302	81,454	83,468	79,121	81,221	83,315	7,819	0,583
15	79,396	81,550	83,567	79,217	81,319	83,416	7,828	0,584
16	79,487	81,644	83,663	79,309	81,415	83,513	7,837	<b>0,584</b>
17	79,663	81,824	83,849	79,487	81,598	83,702	7,855	0,584
18	79,930	82,098	84,133	79,760	81,880	83,990	7,882	0,583
19	80,181	82,356	84,398	80,016	82,145	84,261	7,907	0,583
20	80,645	82,832	84,891	80,493	82,636	84,764	7,954	0,582
21	80,685	82,873	84,933	80,534	82,679	84,807	7,958	0,583
22	80,994	83,188	85,260	80,851	83,007	85,142	7,989	0,583
23	81,277	83,478	85,560	81,143	83,309	85,451	8,018	0,582
24	81,407	83,612	85,698	81,278	83,449	85,594	8,031	0,582
25	81,527	83,734	85,826	81,404	83,579	85,726	8,044	0,582
26	81,729	83,941	86,041	81,615	83,798	85,951	8,064	0,579
27	81,769	83,982	86,084	81,657	83,842	85,995	8,069	0,580
28	81,807	84,021	86,124	81,696	83,883	86,037	8,073	0,579
29	81,874	84,090	86,197	81,768	83,957	86,113	8,080	0,578
30	81,987	84,206	86,318	81,886	84,081	86,240	8,092	0,575
31	82,146	84,369	86,491	82,057	84,260	86,424	8,109	0,569
32	82,236	84,462	86,594	82,163	84,374	86,541	8,120	0,559
33	82,233	84,459	86,591	82,161	84,373	86,540	8,120	0,558
34	82,206	84,432	86,565	82,139	84,351	86,518	8,118	0,555
35	82,155	84,379	86,513	82,091	84,303	86,469	8,113	0,552
36	81,921	84,140	86,271	81,864	84,073	86,234	8,092	0,545
37	81,332	83,536	85,656	81,281	83,477	85,624	8,035	0,533
38	80,711	82,899	85,005	80,661	82,842	84,973	7,974	0,525
39	79,302	81,454	83,524	79,249	81,392	83,489	7,835	0,511
40	78,781	80,920	82,976	78,725	80,854	82,938	7,784	0,507
41	78,504	80,635	82,684	78,446	80,567	82,644	7,756	0,504
42	78,211	80,335	82,375	78,151	80,263	82,334	7,727	0,502
43	77,222	79,321	81,335	77,158	79,243	81,288	7,630	0,495
44	76,670	78,754	80,754	76,605	78,675	80,706	7,575	0,490
45	76,090	78,158	80,143	76,025	78,079	80,095	7,518	0,487
46	74,872	76,907	78,860	74,806	76,828	78,812	7,397	0,478
47	73,599	75,600	77,520	73,534	75,521	77,472	7,272	0,470

Největší hodnota potenciálu potrubí v posuzovaném úseku je 0,584 V v 16. stykovém bodu.

### A.6.2 Souběh potrubí P1 a ostatních venkovních vedení

Současný vliv všech vedení – 4 x 110 kV a 1 x 220 kV:

Největší hodnota potenciálu posuzovaného úseku je 1,31 V.

Výsledné hodnoty potenciálů byly vyhodnoceny dle kritérií stanovených normou ČSN EN ISO 18086.

#### Vyhodnocení pravděpodobnosti koroze:

a) Je-li zapínací potenciál  $E_{on} < |-1.2|$  V CSE

Dovolený potenciál potrubí  $U_{pmax}=15$  V.

Tab. 7: Výsledky pravděpodobnosti koroze střídavými proudy – kritérium 1

Ovlivňující vedení	Ovlivněné potrubí	Stykový bod	Zjištěný potenciál potrubí (V)	Porovnání s dovoleným potenciálem $U_{pmax}$ (V)	Vyhovující (-)
4 x 110 kV 1 x 220 kV	P1	16	1,31	< 15	ANO

Ve všech analyzovaných případech jsou zjištěné potenciály potrubí, vlivem uvažovaných linek, dle uvedeného kritéria, v povolených mezích.

b) Je-li zapínací potenciál  $E_{on} > |-1.2|$  V CSE

Tab. 8: Výsledky pravděpodobnosti koroze střídavými proudy – kritérium 2

Ovlivňující vedení	Ovlivněné potrubí	Stykový bod	Potenciál potrubí – indukovaný $U_{a.c.}$ (V)	Zvolený zapínací potenciál $E_{on}$ (V)	Potenciálový koeficient $u$ (-)	Splnění kritéria $u < 3$
4 x 110 kV 1 x 220 kV	P1	16	1,31	-1,30	13,1	NE
				-1,60	3,28	NE

Jsou nutná ochranná opatření.

## A.7 Kapacitní vliv

Ekvivalentní šířky souběhů v místech projektované části plynovodu (P1) jsou menší než dovolené ekvivalentní šířky souběhů 150 m (pro vedení 110 kV) a 200 m (pro vedení 220 kV)

### V1356/1357, V1381/1382, V1333/1334 – 110 kV

- dochází ke vzájemnému křížení
- ekvivalentní šířky souběhu jsou menší než 150 m.

Při výstavbě potrubí budou vznikat v rekonstruované části plynovodu nebezpečné kapacitní vlivy způsobené elektrickým vedením 110 kV.

### V204/207 – 220 kV

- dochází ke vzájemnému křížení
- ekvivalentní šířky souběhu jsou menší než 250 m.

Při výstavbě potrubí budou vznikat v rekonstruované části plynovodu nebezpečné kapacitní vlivy způsobené elektrickým vedením 220 kV.

**Jsou nutná ochranná opatření.**

## A.8 Galvanický vliv

Projektovaný VTL plynovod se nachází v blízkosti zemních systémů elektrizační soustavy.

### A.8.1 Výpočet galvanického vlivu Teplárny Tábor na projektované potrubí

#### Teplárna Tábor (TT):



Obr. 1: Teplárna Tábor (TT)

Rezistivita půdy v oblasti TT:

$$\rho_0 = 100 \, \Omega\text{m}$$

Plocha zemnicí sítě

Plocha zemnicí sítě TT:

$$S_{ZT} = 67049 \, \text{m}^2$$

Odpor zemnicí soustavy vedení

Odpor zemnicí soustavy vedení 110 kV

(tab. hodnota pro 1xAlFe 185,  $\rho = 100 \, \Omega\text{m}$ , celkem 4x)

$$R_{ZV1} = 0,927 \, \Omega$$

Odpor zemnicí soustavy vedení

Odpor zemnicí soustavy vedení 110 kV

(tab. hodnota pro 2xAlFe 185,  $\rho = 100 \, \Omega\text{m}$ , celkem 1x)

$$R_{ZV2} = 0,769 \, \Omega$$

Odpor uzemnění TT:

$$R_{ZO} = \frac{\rho_o}{4} \cdot \sqrt{\frac{\pi}{S_{ZO}}}$$

$$R_{ZO} = \frac{100}{4} \cdot \sqrt{\frac{\pi}{67049}} = 0,171 \, \Omega$$

Celkový odpor zemnicí soustavy:

$$R_{ZC} = \left( \frac{1}{R_{ZT}} + \frac{4}{R_{ZV1}} + \frac{1}{R_{ZV2}} \right)^{-1}$$

$$R_{ZC} = \left( \frac{1}{0,171} + \frac{4}{0,927} + \frac{1}{0,769} \right)^{-1} = 0,0873 \, \Omega$$

Ekvivalentní poloměr zemnicí soustavy:

$$a_{ekv} = 146,09 \, \text{m}$$

Největší jednofázový zkratový proud:

$$I_{k1f''} = 8,69 \, \text{kA}$$

Redukční činitel zemnicího lana:

$$r_v = 0,601.$$

Proud tekoucí do země v Teplárně Tábor při jednofázové poruše:

$$I_{ZT} = r_v \cdot I_z = 0,601 \cdot 8,69 = 5,223 \, \text{kA}.$$

**Vstupní údaje:**Parametry potrubí P1:

označení: P1 - VTL - projektovaný  
 průměr potrubí:  $D = 0,10 \, \text{m}$   
 průměrná konduktivita izolace:  $G_{prum} = 30 \, \mu\text{S/m}^2$

Nejmenší vzdálenost potrubí od okraje uzemňovací soustavy:

$$r_{min1} = 0 \, \text{m}$$

Nejkratší vzdálenost mezi středem ekv. uzemňovací soustavy a osou potrubí:

- výpočet dle ČSN 33 2160/Z2

$$b = a_{ekv} + r_{min1}$$

$$b = 146,09 + 0,00 = 146,09 \, \text{m}$$

**Výpočet:**

Potenciál okolní půdy:

$$U_z = I_{ZT} \cdot R_z \cdot \frac{2}{\pi} \cdot \arcsin \frac{a_{ekv}}{b}$$



$$U_z = 5223 \cdot 0,0873 \cdot \frac{2}{\pi} \cdot \arcsin \frac{146,09}{146,09}$$
$$U_z = 455,98 \text{ V}$$

Délková konstanta potrubí:

$$L_k = 14027 \text{ m}$$

Poměrná hodnota napětí:

$$L_k/a_{ekv} = 96 (100)$$

$$b/a_{ekv} = 1,0 (1,001)$$

$$u_p = 0,0283$$

Největší potenciál potrubí:

$$U_p = I_{zT} \cdot R_z \cdot u_p$$
$$U_p = 5223 \cdot 0,0873 \cdot 0,0283$$
$$U_p = 12,90 \text{ V}$$

Napětí proti zemi  $U_d$ , které vznikne na ocelovém izolovaném potrubí uloženém v zemi při jednofázovém zkratu v elektrárně Opatovice bude:

$$U_d = (U_z - U_p) \cdot w$$
$$U_d = (455,98 - 12,90) \cdot 0,7$$
$$U_d = 310,15 \text{ V}$$

$$U_d < 430 \text{ V}, U_d < U_{ddov}$$

Napětí  $U_d$  je menší než mez nebezpečného napětí 430 V. Nejsou nutná ochranná opatření.

#### **Vliv vedení:**

Vzdálenost potrubí od uzemnění nejbližšího stožáru je 13 m, tj. více než 10 m.

**Nejsou nutná ochranná opatření.**

## A.9 Souhrn výsledků

### A.9.1 Souhrn výsledků analýzy nebezpečných induktivních vlivů

Tab. 9: Souhrn výsledků pro poruchový stav vedení

Trasa potrubí	Elektrické vedení	Mez dovoleného napětí (V)	Největší zjištěný potenciál potrubí (V)	Vyhovující (-)	Opatření
P1	V204/207	1000	224,7	ANO	BEZ OPATŘENÍ -> <b>NEJSOU NUTNÁ OPATŘENÍ</b>
P1	V1356/1357	430	475,64	NE	BEZ OPATŘENÍ -> <b>NUTNÁ OPATŘENÍ</b>
			418,76	ANO	<b>S OPATŘENÍMI:</b> - zem. pásek FeZn 4 x 30 dl. 910 m - 2 x POČ
P1	V1381/1382	430	482,1	NE	BEZ OPATŘENÍ -> <b>NUTNÁ OPATŘENÍ</b>
			421,37	ANO	<b>S OPATŘENÍMI:</b> - zem. pásek FeZn 4 x 30 dl. 910 m - 2 x POČ
P1	ostatní vedení	430	< 482,1		NAVRHOVANÁ OPATŘENÍ JSOU DOSTATEČNÁ

Pozn.: POČ - pásmový oddělovací člen (CP-40 K2)

Jsou nutná ochranná opatření.

### A.9.2 Souhrn výsledků analýzy korozních vlivů

Tab. 10: Souhrn výsledků pro provozní stav vedení

Trasa potrubí	Elektrické vedení	Potenciál potrubí – indukovaný $U_{a.c.}$ (V)	Potřebný zapínací potenciál $E_{on}$ (V)	Opatření
P1	V1381/1382 + 3 x 110 kV + 1 x 220 kV	1,31	-	<b>DOPORUČENA OPATŘENÍ</b> - zem. pásek FeZn 4 x 30 - 2 x POČ

Jsou nutná ochranná opatření.

### A.9.3 Souhrn výsledků analýzy kapacitních vlivů

Jsou nutná ochranná opatření před nebezpečnými kapacitními vlivy.

## A.9.4 Souhrn výsledků analýzy galvanických vlivů

Tab. 11: Souhrn výsledků pro poruchový stav v Teplárně Tábor

Trasa potrubí	El. stanice	Napětí na potrubí proti zemi $U_d$ (V)	Mez dovoleného napětí (V)	Opatření
P1	Teplárna Tábor	310,15	430	BEZ OPATŘENÍ -> <b>NEJSOU NUTNÁ OPATŘENÍ</b>

Nejsou nutná ochranná opatření před nebezpečnými galvanickými vlivy.

## A.10 Návrh ochranných opatření

### A.10.1 Ochranná opatření před nebezpečnými a korozními vlivy

Jako ochrana potrubí před nebezpečnými a korozními vlivy vvn a zvn je doporučeno ve vybraných úsecích aplikovat dvojité zemnicí pásek a POČ (pásmový oddělovací člen).

Tab. 12: Souhrn ochranných opatření potrubí P1

Výpočetní úsek (-)	Doporučená minimální opatření
8-23 (viz A.5.2)	<b>Z1</b> - 2 x FeZn 4 x 30 mm, dl. 910 m
8 (viz A.5.2)	<b>PO-POČ 1</b> připojeno: - Pásmový oddělovací člen (POČ) - <b>Z1</b> – 2 x FeZn 4 x 30 mm, dl. 910 m - <b>P1</b> – potrubí VTL
23 (viz A.5.2)	<b>PO-POČ 2</b> připojeno: - Pásmový oddělovací člen (POČ) - <b>Z1</b> – 2 x FeZn 4 x 30 mm, dl. 910 m - <b>P1</b> – potrubí VTL

Pozn.: POČ - pásmový oddělovací člen (CP-40 K2)

### Zemnič Z1

Pro uzemnění POČ je doporučeno aplikovat podélný zemnič Z1.

Zemnič Z1 bude sestaven ze dvou paralelních zemnicích pásků typu FeZn 4 x 30 mm o délce jednoho pásku 910 m. Pásky budou uloženy souběžně o vzájemné vzdálenosti cca 20 cm a vzájemně budou propojeny každých 25 m těž zemnicím páskem FeZn 4x30 mm. Pro spojování pásků budou použity svorky páska-páska, typu V110 SR 2b. Místa spojů budou zaizolována samolepící izolační páskou Serviwrap R30A o šíři 50 mm, s min. 50 % překryvem.

Dle diagramu optimálního uložení zemního pásu bude zemnič uložen cca 0,7 – 1,0 m od stěny potrubí, a to na stranu blíže k ovlivňujícímu vedení. V případech, ve kterých nelze doporučenou vzdálenost dodržet, např. z důvodu stávajících inženýrských sítí, je dovoleno zemnič umístit blíže k potrubí. Zemnič však nesmí být od stěny potrubí blíže než 0,2 m a nesmí být uložen do pískového lože. Obsypovým materiálem zemniče bude prosátá zemina o min. vrstvě obsypu 0,1 m.

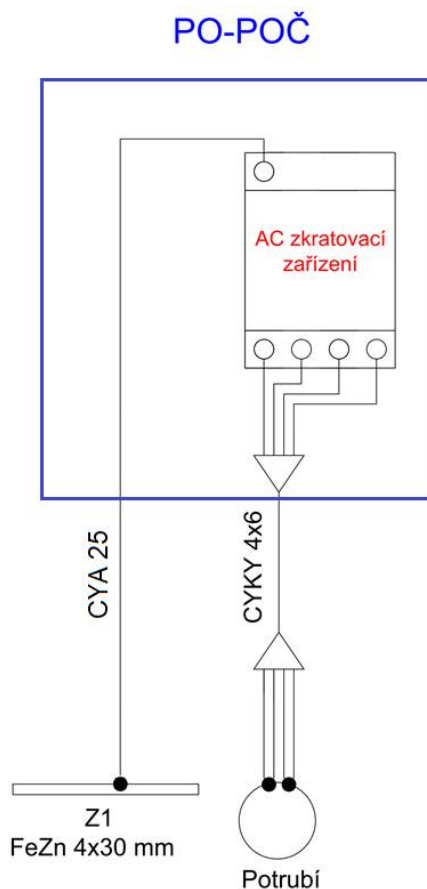
Zemní odpor zemniče bude řádně změřen a případně doplněn tak, aby výsledný zemní odpor byl menší než  $5 \Omega$ .

### Pásmový oddělovací člen

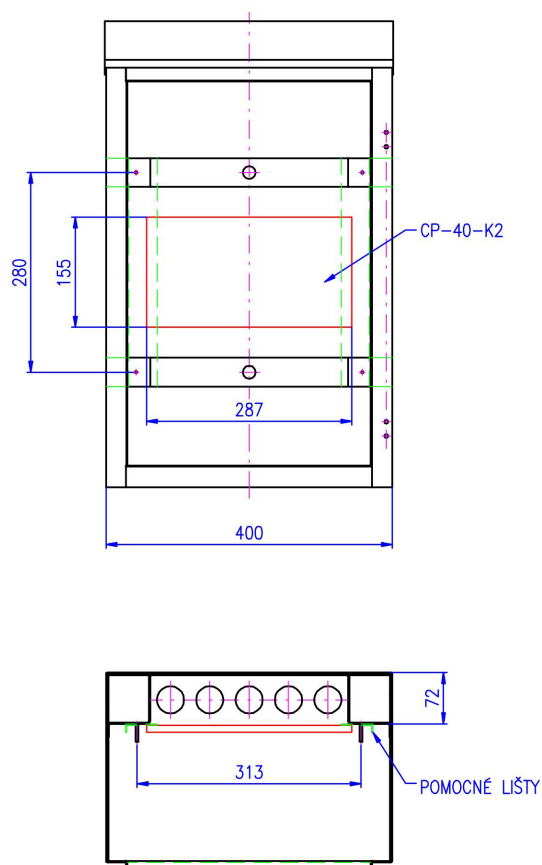
Ve stanovených místech trasy potrubí bude vybudován tzv. propojovací objekt pásmového oddělovacího členu PO-POČ. V objektu PO-POČ bude osazen svodič střídavých proudů, přes který bude propojeno potrubí a příslušný zemnič. Svodič střídavých proudů nebo-li AC zkratovací zařízení bude typu CP-40 K2.

### Propojovací objekt PO-POČ

Propojovací objekt bude v provedení dle samostatné dokumentace, řešící protikorozi katodickou ochranu. Pro instalaci POČ je doporučeno použít objekt typu K2 nebo K4.



Obr. 2: Zapojení AC zkratovacího zařízení



Obr. 3: Vybavení PO-POČ pomocnými lištami pro uchycení AC zkratovacího zařízení

### Napojení vodičů na potrubí

Jako propojovací kabely mezi PO-POČ a potrubím budou kabely typu CYKY 4 x 6 mm<sup>2</sup>.

Použité kabely typu CYKY 4 x 6 mm<sup>2</sup> budou na potrubí navařeny aluminotermicky v souladu s ČSN EN 12 732 příloha H (příp. dle obrazové přílohy ČSN 03 8376). Před navařováním musí být provedena kontrola tloušťky stěny ultrazvukem. Vlastní navaření musí být zbaveno strusky a ověřena jeho kvalita údery kladivem. Každá žíla kabelu bude samostatně přivařena jedním svářem. Pro svařování bude zpracován technologický postup. Místa navaření vodičů na potrubí budou řádně zaizolována vhodnou izolací (PE). Kvalita doizolování spoje bude prověřena zkouškou bezpóreznosti vysokým napětím, tj. jiskrovou zkouškou. Spoj kabel – potrubí bude geodeticky zaměřen. U kabelů bude provedena smyčka na zdrh proti mechanickému namáhání na trh.

Kabelové rozvody budou v bezspojkovém provedení.

### Napojení vodičů na zemnič

Jako propojovací kabely mezi PO-POČ a zemničem budou kabely typu CYA 25 mm<sup>2</sup>.

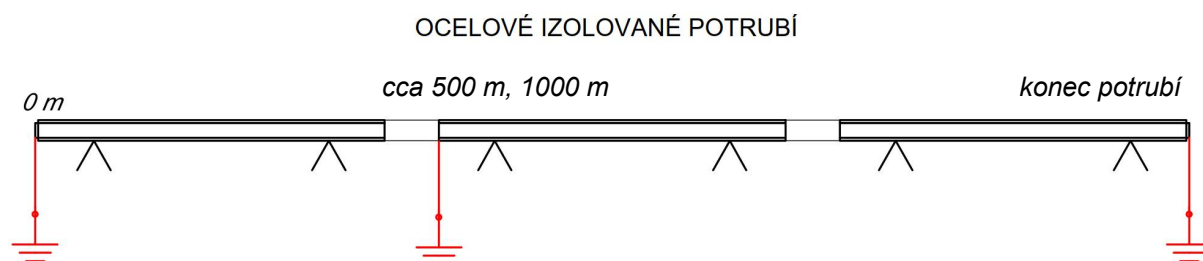
### Poznámka

Rozsah uvedených opatření je z hlediska provedených výpočtů minimální možný. Projektová dokumentace protikorozi katodické ochrany bude obsahovat ochrany minimálně v tomto rozsahu, tj. počet POČ a délka zemniče mohou být stejné nebo větší s ohledem na situaci PKO (rozmístění objektů PKO na trase).

## A.10.2 Ochranná opatření při montáži potrubí

### Potrubí na izolačních podpěrách

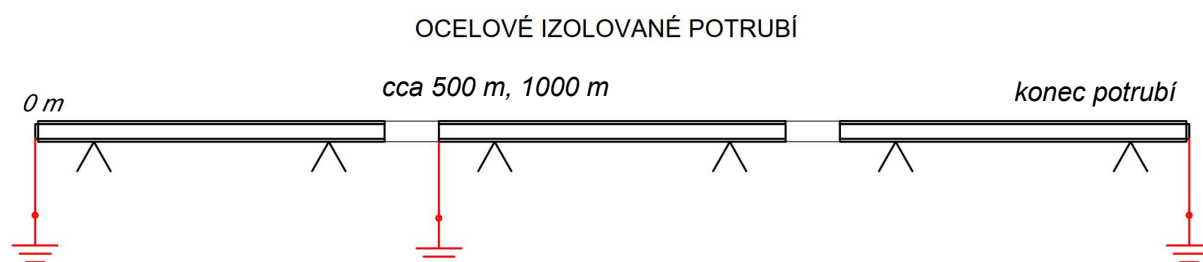
Za účelem odstranění nebezpečných induktivních a kapacitních vlivů a odstranění nepříznivých vlivů elektrického vedení na kvalitu svárů, bude potrubí ve fázi, kdy je uloženo na izolačních podpěrách, uzemněno na obou jeho koncích a každých cca 500 m.



Obr. 4: Ochrana potrubí při montáži - svařování

Pracovníci budou používat izolační ochranné pomůcky.

V době, kdy je potrubí uloženo na izolačních podpěrách, musí být potrubí trvale uzemněno na obou jeho koncích a každých cca 500 m.



Obr. 5: Ochrana potrubí při montáži – před uložení do výkopu

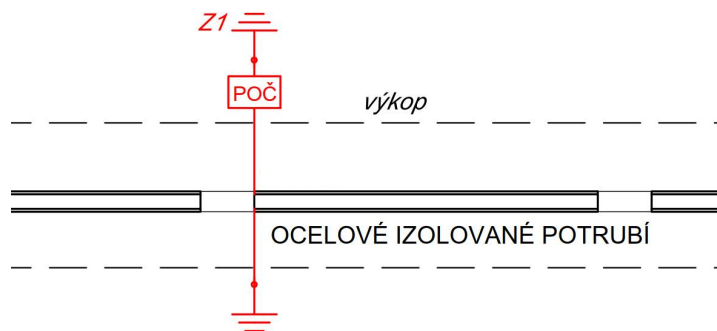
Uzemnění lze provést zemnicí tyčí o délce min. 1 m. Jako propojovací vedení mezi potrubím a zemnicí se doporučuje použít měděné izolované lano o průřezu 16 mm<sup>2</sup>. Pro uzemnění je též možno využít zemnicích pásků, které jsou navrženy jako trvalá ochrana proti korozním vlivům vvn. Při uzemňování potrubí bude nejdříve připojeno propojovací vedení k zemniči a teprve potom k potrubí.

### Uložení potrubí do výkopu

Potrubí je uloženo na izolačních podpěrách a je uzemněno ve výše uvedených bodech. V těchto bodech bude potrubí uzemněno i ve fázi ukládání potrubí z podpěr do výkopu. Je doporučeno, aby každý bod měl svůj vlastní zemnič.

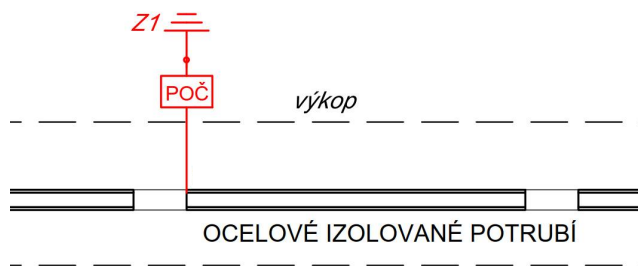
Z potrubí jsou již vyvedeny kabely pro trvalé propojení se zemnicím páskem přes ochranu POČ (pásmový oddělovací člen). V této fázi budou s využitím těchto kabelů provedena uzemnění potrubí přes POČ a dočasné zemnicí tyče nebo zemnicí pásky (zemnič Z1), které budou umístěny mimo výkop. Při uzemňování potrubí bude nejdříve připojeno propojovací vedení k zemniči (přes POČ) a teprve potom k potrubí.

Uvedená zapojení musí provádět osoba s kvalifikací osoba znalá dle vyhl. 50/78.



Obr. 6: Uložení do výkopu a propojení s POČ

Po uzemnění potrubí přes členy POČ, bude odstraněno původní uzemnění „propojovací lano-zemnicí tyč“.



Obr. 7: Odstranění původního uzemnění

**A.10.3 Seznam hlavního materiálu**

<b>Položka</b>	<b>Množství</b>	<b>Poznámka</b>
Zemnicí tyč, dl. min 1 m	4 ks	Uzemnění při montáži potrubí
Měděné izolované lano o průřezu 16 mm <sup>2</sup>	20 m	Propojovací vodič
AC zkratovací zařízení	2 ks	POČ 1 – POČ2 CP-40 K2 - fa Saltek, příp. PLP-Pro-40A - fa Leutron
Kabel CYKY 4 x 6 mm <sup>2</sup>	14 m	Propojení POČ - potrubí
Kabel CYA 25 mm <sup>2</sup>	14 m	Propojení POČ - zemnič
Zemnicí pásek FeZn 4 x 30 mm	1860 m	Zemnič - 2 x FeZn 4 x 30 mm, dl. 2 x 910 m - propoj každých 25 m
Svorka páska-páska V110 SR 2b	222 ks	Spojení pásku FeZn 4 x 30 mm
Páska Serviwrap R30A šíře 50 mm (1 role - 15 m)	37 rolí	Samolepící ochranná páska na ochranu spojů zemnicího pásku
Propojovací objekt PO POČ vč. svorkovnice	2 ks	PO-POČ 1 – PO-POČ 2
Výstražná fólie ELEKTRO š. 0,3 m	920 m	Výstraha nad kabely a zemniči

*Pozn.: Minimální požadovaný rozsah – konečný seznam materiálu bude uveden v projektové dokumentaci PKO*



## A.11 Závěr

Projekt s názvem „VTL PLYNOVODNÍ PŘÍPOJKA PRO TEPLÁRNU TÁBOR“ řeší nový VTL plynovod DN 100 o délce 1276 m. Předmětná stavba se nachází v oblasti nebezpečného vlivu venkovních vedení 110 kV a 220 kV.

Předmětem této zprávy je podrobná analýza nežádoucích účinků vedení 110 kV a 220 kV na projektovaný VTL plynovod DN 100. Řešeny a vyhodnoceny byly vlivy induktivní, kapacitní, galvanický a vliv na korozi potrubí střídavými proudy.

Pro analýzu vlivů vvn a zvn byly respektovány galvanicky navazující plynovody.

### Nebezpečné induktivní vlivy

Maximální hodnota elektrického potenciálu potrubí induktivním vlivem při poruchovém stavu vedení byla zjištěna 482,1 V (mez nebezpečného napětí 430 V). Tato hodnota překračuje mez nebezpečného napětí dle ČSN 33 2165. Byla proto navržena ochranná opatření v podobě položení dvojitého zemního pásu podél potrubí a jeho propojení s potrubím přes pásmový oddělovací člen ve 2 místech.

### Nebezpečné galvanické vlivy

Nejsou nutná ochranná opatření.

### Nebezpečné kapacitní vlivy - montáž potrubí

Při montáži potrubí byly prokázány nebezpečné induktivní a kapacitní vlivy. Za účelem odstranění uvedených negativních vlivů blízkých vedení 110 kV a 220 kV, budou provedena ochranná opatření, která jsou podrobně popsána v kapitole A.10.2.

### Koroze potrubí střídavými proudy

Provozní stav venkovních vedení při nesouměrné soustavě provozních proudů má za následek, dle uvedených výsledků, že největší potenciál projektovaného potrubí dosahuje hodnot až 1,31 V. Z provedené výpočetní analýzy dle ČSN EN ISO 18086 vyplývá zvýšená pravděpodobnost koroze potrubí střídavými proudy. Dostatečnou ochranou bude realizace ochranných opatření před nebezpečnými induktivními vlivy. Tím dojde ke svedení střídavých naindukovaných proudů z potrubí do země a předmětný plynovod bude tak dostatečně chráněn před korozí střídavými proudy.

**Po realizaci navržených ochranných opatření bude možné projektovaný VTL plynovod provozovat v souladu s ČSN 33 2165 a ČSN EN ISO 18086.**

V Plzni dne 07.09.2021

.....  
Ing. Zbyněk Janda, Ph.D.