



Číslo změny:	Obsah změny:	Datum změny:
01	PO ZAPRACOVÁNÍ PŘIPOMÍNEK	11/2016
02	-	-
03	-	-

Objednatel:	Správa železniční dopravní cesty, státní organizace Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1
 <small>Správa železniční dopravní cesty</small>	Stavební správa západ Sokolovská 278, 190 00 Praha 9

Generální projektant:	SUDOP PRAHA a.s. Olšanská 1a, 130 80 Praha 3 tel.: +420 267 094 111 e-mail: praha@sudop.cz	Hlavní inženýr projektu: ING. MIROSLAV NEZKUSIL
		Garant profese: -

Středisko: <b>ELEKTROTECHNIKY, TRAKCE, SDĚLOVACÍ A ZABEZPEČOVACÍ TECHNIKY</b>			
Vedoucí střediska:	Odpovědný projektant SO, IO, PS:	Vypracoval:	Kontroloval:
ING. MARTIN RAIBR	ING. PETR STEINER	ING. PETR STEINER	-

Název akce:	Číslo smlouvy: <b>16 033 208</b>
<b>Zvýšení trakčního výkonu TNS Roztoky u Prahy</b>	Projektový stupeň: <b>PD</b>
Část: <b>VÝPOČET VLIVŮ VN NA SDĚLOVACÍ A ZABEZPEČOVACÍ VEDENÍ</b>	Datum: <b>11/2016</b>
	Číslo části: <b>B.2.7.2</b>

## Výpočet vlivů vn v úseku Roztoky u Prahy - Nelehozeves

Výpočet je proveden na základě metodiky normy ČSN 34 2040 s použitím některých ustanovení normy ČSN 33 2160

Níže uvedená zpráva řeší výpočet vlivu napájecího vedení „vn“ na sdělovací a zabezpečovací kabely v úseku Roztoky u Praha – Nelehozeves. Vn vedení se požaduje zavěsit převážně na trakční podpěry.

K tomu je nutné uvést, že tento úsek trati je dvojkolejný, elektrifikovaný ss trakcí 3 kV, čemuž odpovídá i konstrukce kabelů zab. zař. a sděl. zař. tj. jsou použité kabely bez redukčního činitele. Tímto není možné využít vlivu souběžných kabelů, respektive zvýšení účinnosti redukčního činitele kabelu vlivem souběžné přípoje kabelů, jak je možné aplikovat na tratích se střídavou trakcí, kde jsou použité kabely se zvýšeným redukčním činitelem pláště.

K výpočtu bylo přistoupeno stavebnicově, tj. byl sestaven model, kde

- některé vstupní hodnoty jsou definovány jako pevné (měrný odpor půdy, kmitočet....)
- na základě nich je vytvořena tabulka, která řeší nelineární vazby, tj. řeší v podstatě velikost indukovaného napětí v kabelu ve vazbě na vzdálenosti kabelu od vedení vn
- takto získaný údaj je upravován lineárně se chovajícími parametry, jako je
  - délka souběhu
  - redukční činitele pláště
  - redukční činitel kolejí
  - velikost zkratového popřípadě provozního proudu.

Vstupní hodnoty, na základě kterých byla sestavena tabulka řešící velikost indukovaného napětí ve vazbě na odstupu na vedení vn od kabelů sděl. a zab.:

délka úseku	1 km
měrný odpor půdy	100 Ohmm
zkratový proud	1 kA
red. činitel kabelu	1
red. činitel kolejí	1
výška zavěšení	6m
hloubka kynety sděl. vedení	0,5 m
kmitočet vn	50 Hz
<b>odstup od kab.</b>	<b>viz tabulka červeně zvýrazněné údaje</b>
<b>Výsledné napětí</b>	<b>viz tabulka modře zvýrazněné údaje</b>

**Vliv vn v délce souběhu 1 km ,  
parametr odstup od vedení (sloupec "vz" - červeně silně),  
výsledné napětí (sloupec "U dílčí" silně modře)**

poř.č.	<b>vz</b> <b>[m]</b>	výš.rozd. [m]	odstup od vn [m]	x	M	U dílčí/A	<b>U dílčí</b> <b>[V]</b>
1	<b>1</b>		6,58	0,013067	1003,458	0,315086	<b>315,1</b>
2	<b>2</b>		6,80	0,013513	996,5507	0,312917	<b>312,9</b>
3	<b>3</b>		7,16	0,014225	986,081	0,309629	<b>309,6</b>
4	<b>4</b>		7,63	0,015165	973,8564	0,305791	<b>305,8</b>
5	<b>5</b>		8,20	0,016294	959,6148	0,301319	<b>301,3</b>
6	<b>6</b>		8,85	0,017577	944,8697	0,296689	<b>296,7</b>
7	<b>7</b>		9,55	0,018981	929,7047	0,291927	<b>291,9</b>
8	<b>8</b>		10,31	0,020481	914,7653	0,287236	<b>287,2</b>
9	<b>9</b>		11,10	0,022059	900,8813	0,282877	<b>282,9</b>
10	<b>10</b>		11,93	0,023698	886,4548	0,278347	<b>278,3</b>
11	<b>11</b>		12,78	0,025387	872,2108	0,273874	<b>273,9</b>
12	<b>12</b>		13,65	0,027117	859,7586	0,269964	<b>270,0</b>
13	<b>13</b>		14,53	0,02888	847,0676	0,265979	<b>266,0</b>
14	<b>14</b>		15,44	0,03067	834,9825	0,262185	<b>262,2</b>
15	<b>15</b>		16,35	0,032483	824,1047	0,258769	<b>258,8</b>
16	<b>16</b>		17,27	0,034315	813,1112	0,255317	<b>255,3</b>
17	<b>17</b>		18,20	0,036163	802,9503	0,252126	<b>252,1</b>
18	<b>18</b>		19,14	0,038026	793,265	0,249085	<b>249,1</b>
19	<b>19</b>		20,08	0,039901	783,5173	0,246024	<b>246,0</b>
20	<b>20</b>		21,03	0,041785	774,7869	0,243283	<b>243,3</b>
31	<b>30</b>		30,70	0,060992	700,8249	0,220059	<b>220,1</b>
32	<b>50</b>		50,42	0,100184	604,0753	0,18968	<b>189,7</b>
33	<b>80</b>		80,26	0,159481	515,056	0,161728	<b>161,7</b>
34	<b>100</b>		100,21	0,199116	472,6793	0,148421	<b>148,4</b>
35	<b>200</b>		200,11	0,397604	344,1693	0,108069	<b>108,1</b>
36	<b>400</b>		400,05	0,794893	223,501	0,070179	<b>70,2</b>
37	<b>700</b>		700,03	1,390939	137,4103	0,043147	<b>43,1</b>
38	<b>1000</b>		1000,02	1,987012	90,93123	0,028552	<b>28,6</b>
39	<b>2000</b>		2000,01	3,973961	28,65308	0,008997	<b>9,0</b>
40	<b>4000</b>		4000,01	7,947891	6,304219	0,00198	<b>2,0</b>
41	<b>7000</b>		7000,00	13,9088	3,869707	0,001215	<b>1,2</b>

### Příklad:

Zkratový proud 300A

Délka souběhu 15 km

Potom na základě předchozí tabulky vychází při odstupu 5 m trasy vedení

vn od vedení kabelového 5m velikost indukovaného napětí 301,3V

Při zkratovém proudu 300A se sníží výsledné indukované napětí 3,3x tj. na 90,4V

Při délce souběhu 15 km se zvýší indukované napětí 15x tj. na 1359V

V případě dvojkolejné, dobře elektricky spojené trati platí redukční činitel 0,5 tj. 678V

TJ. výsledné napětí je **678 V**.

**Z výše uvedeného je patrné, že co nejvíce ovlivňuje indukční vliv je zkratový proud a délka úseku souběhu.**

Dle normy ČSN 34 2040 je hraniční hodnota pro kabely

- zab.zař při mimořádném stavu 250V a při zkratovém stavu 650V.
- pro sdělovací kabely s použitím translátorů platí při mimořádném stavu a zkratu 60% zkušební napětí pro obvodovou izolaci (kdy zkušební napětí translátorů musí být větší, než zkušební napětí obvodové izolace) a v případě bez translátorů platí následující tabulka, kde parametrem je doba odpojení.

doba odpojení [s]	Mez nebezpečného napětí [V]
0,3	300
0,4	260
0,5	230
0,6	210
0,7	190
0,8	180
0,9	170
1	160

Z toho důvodu je možné konstatovat, že v případě tohoto zkušebního případu by úsek nevyšel tj povolené meze by byly překročeny.

V našem případě je zvolena soustava 22kV, která bude provozována s uzlem uzemněným přes odpor a velikost proudu bude omezena na 160 A. V tomto případě nemá cenu se zabývat zkratovým proudem, ale počítat přímo mimořádný stav, tj. počítat stav s max. hodnotou 160V. S ohledem na způsob napájení je nutné počítat s nejhorším případem, tj. přítomností tohoto mimořádného stavu v celém napájeném úseku (napájeno pouze z jedné strany) s tím, že délka ovlivňovaného úseku je definována vždy železničními stanicemi, tj. je daná délkou mezistaničních úseků. Tato konstrukce vychází z dnešní topologie sdělovacího a zabezpečovacího zařízení, kdy se počítá s propojením jednotlivých žst optickým kabelem a metalickými kabely se řeší pouze napojení zařízení mezi žst na spojovací a zabezpečovací uzly situované v jednotlivých žst. Výsledky jsou patrné z přiložené tabulky.

Indukované napětí pro odstup 5m				301	[V]
Rozmístění trafostanic	žkm	Vzdálenost od trafost.	Mimoř. Proud	Délka úseku mezi žst	Výsledné indukované napětí
		[km]	[kA]	[km]	[V]
TM Roztoky	420,33	0		1,61	
Žst Roztoky	421,94	1,61	0,16		<b>39</b>
Zast Žalov	425,62	5,29	0,16	8,71	
Zast. Libčice Letky	429,72	9,39	0,16		
Žst Libčice	430,65	10,32	0,16		<b>210</b>
Zast. Dolany	434,2	13,87	0,16	5,56	
Žst Kralupy	436,21	15,88	0,16		<b>134</b>
TTS	438,502	18,172	0,16	4,09	
Zast. Nelahozeves	440,3	19,97	0,16		<b>98</b>

Dle tohoto výpočtu vychází nejhorší úsek Roztoky – Libčice, kde vychází hodnota indukovaného napětí 210V. Tato hodnota je postačující jak pro kabely zab.zař, tak i pro kabely sdělovací s tím, že okruhy sdělovací musí být ukončeny sdělovacími translátory (předpokládá se použití sdělovacích translátorů zkoušených na 4kV). Přitom je nutné respektovat minimálně

- ochranu sdělovacích kabelů před indukčním vlivem dle ČSN 33 21 60 čl. 10.2.3
- ochranu osob pracujících na sdělovacích vedeních, nacházejících se v oblasti nebezpečného vlivu trojfázových vedení dle ČSN 33 21 60 čl. 10.3

Z výše uvedených článků vyjímáme:

Kovové obaly sdělovacích kabelů musí být ve všech koncových a mezilehlých objektech rozpojitelně uzemněné, zemní odpor uzemnění nesmí být větší než 5 Ohm. Vhodné je též rozpojitelně spojit pláště a pancíře kabelů a to ve všech místech, kde jsou kovové obaly uzemněny. Přednostně však platí ustanovení ohledně koroze (ČSN 33 2160 čl. 10.2.3.1.2).

Doporučuje se též použití ochrany bleskojistkami dle zásad stanovených v článku normy 10.2.2.1 zmíněné normy ČSN 33 2160 (závisí na požadovaných vlastnostech provozovaného okruhu).

Kovové konstrukce a skříně, na kterých jsou ukončeny kabely, musí být řádně uzemněny a opatřeny výstražnou tabulkou dle ČSN 34 3510.

Všechny osoby, které mohou s těmito kabely přijít do styku je nutné instruovat a vybavit ochrannými pomůckami dle ČSN 34 3100.

Veškeré doklady od kabelového vedení je třeba opatřit výstrahou „POZOR! NEBEZPEČÍ ÚRAZU INDUKOVANÝM NAPĚTÍM“ (pokud již není opatřena).

Poznámka:

V případě rekonstrukce či obnovy celé v trati je situace jednodušší, neboť je s ohledem na plánovaný přechod ss traktu na stř. trakci 25kV nezbytné použít kabelů s redukčním činitelem. Tudíž je v tomto případě možné uvažovat s řádově nižším indukovaným napětím od vedení vn a při ověření vlivu výpočtem je možné uvažovat s redukčním účinkem souběžně vedených kabelů.

Petr Steiner 5.12.2016