

## PO PŘIPOMÍNKÁCH

			ČÍSLO SOUPRAVY:
REVIZE Č.	DATUM	ZMĚNA	



**SUDOP BRNO**

SUDOP BRNO, spol. s r.o.  
Kounicova 26  
611 36 Brno

OBJEDNAVATEL:	SŽDC, s.o., Dlážďená 1003/7, 110 00 Praha 1 Stavební správa východ (organizační jednotka)		tel. : +420 972 625 804 E-mail: sudop@sudop-brno.cz
PROFESNÍ SKUPINA:	21 SDĚLOVACÍ TECHNIKA	VEDOUcí PROF. SKUPINY Ing. Josef Naništa	ŘEDITEL Ing. Jiří Molák
ODPOVĚDNÝ PROJ. ZAKÁZKY Ing. Jiří Pelc	ODPOVĚDNÝ PROJ. PS, SO Ing. Jindřich Kintr	NAVRHL, VYPRACOVAL Ing. Jindřich Kintr	KONTROLOVAL Ing. Josef Naništa
KRAJ: Vysočina	POVĚŘENÝ OÚ: Velké Meziříčí, Velká Bíteš		STUPEŇ: DÚR
Rekonstrukce traťového úseku Vlkov u Tišnova (mimo)–Křižanov (mimo)  Odolnost a zabezpečení stavby před vlivy trakčních a energetických vedení			ZAK. ČÍSLO 17030-01-0917
			ARCH. ČÍSLO 2017230016
			MĚŘÍTKO
			POČET FORMÁTŮ
			DATUM: 09/2017
Technická zpráva			ČÁST DOKUM. B.4.3
			PŘÍLOHA 1

# Studie vlivů vedení VVN 220kV linky V203 na sdělovací a zabezpečovací zařízení SŽDC

## Část sdělovací

### OBSAH:

<b>TECHNICKÁ ZPRÁVA .....</b>	<b>2</b>
1. ÚVOD .....	2
2. VLIVY VEDENÍ ZVLÁŠTĚ VYSOKÉHO NAPĚTÍ NA SDĚLOVACÍ KABELY .....	2
3. MEZE NEBEZPEČNÝCH VLIVŮ DLE ČSN 33 2160 .....	2
4. VÝPOČET NEBEZPEČNÝCH VLIVŮ .....	3
4.1. Výpočet indukovaného napětí při jednofázovém zkratu vvn vedení .....	3
4.2. Použité hodnoty.....	4
5. POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU SDĚLOVACÍ KABELIZACE SŽDC .....	4
5.1. Železniční trať č. 250 Brno - Havlíčkův Brod, od žst Vlkov u Tišnova po žst Křižanov (žst. Křižanov není předmětem stavby) v žkm cca 51,3 .....	4
6. VYPOČTENÉ HODNOTY A NÁVRH OPATŘENÍ.....	5
6.1. Železniční trať č. 250 Brno - Havlíčkův Brod, od žst Vlkov u Tišnova po žst Křižanov (žst. Křižanov není předmětem stavby) v žkm cca 51,3 .....	5
6.2. Obecné zásady pro provádění kabelizací s ochranným pancířem. ....	5
<b>PŘÍLOHA.....</b>	<b>6</b>

# TECHNICKÁ ZPRÁVA

## 1. Úvod

Úkolem této dokumentace je posouzení velikosti nebezpečných vlivů vedení velmi vysokého napětí (dále jen vvn) 220kV linky V203 dle ČSN 33 2160 na stávající sdělovací vedení v majetku společnosti SŽDC, s. o.

Jedná se o třífázové vvn vedení délky asi 136 km. Vedení je umístěno na stožárech typu „PORTÁL“. Pro uzemnění slouží dvě zemníci lana typu SSC 70 St IV.

Podkladem pro zpracování výpočtů nebezpečných vlivů vedení na sdělovací kabely byly:

1. Situace trasy vedení vvn linky V203.
2. Informace o projektovaných zkratových proudech vedení vvn linky V203.
3. Údaje o typech a ukončení stávajících sdělovacích kabelů společnosti SŽDC, s. o.

## 2. Vlivy vedení zvláště vysokého napětí na sdělovací kabely

Vedení vvn (třífázový systém) vytváří ve svém okolí elektrická a elektromagnetická pole. Tato pole indukují v souběžných a křížujících vedeních napětí a proudy, které se mohou projevit jako nebezpečné a mohou ohrozit bezpečnost osob nebo činnost zařízení. Případně mají rovněž rušivé vlivy, které mohou zhoršit kvalitu přenosu hovorů nebo dat.

V tomto konkrétním případě budeme pozorovat vliv venkovního vedení vvn na stávající podzemní a sdělovací vedení.

V tomto konkrétním případě budou stávající vedení ohrožována zejména nebezpečnými indukčními vlivy při zkratovém stavu. Všechna ostatní ovlivnění jsou oproti těmto zanedbatelná, to znamená, že pokud nebudou překročeny dovolené meze těchto vlivů, pak nebudou překročeny ani ostatní mezní hodnoty.

Zkratovým stavem vedení se rozumí stav, kdy se vedení např. přetrhne a spadne na zem. Takový stav trvá krátce - několik desetin sekundy, než automatické ochrany v rozvodně toto vedení odpojí. Pro ovlivněné sdělovací kabely není tento stav ani tak nebezpečný z hlediska úrazu elektrickým proudem, jako spíše z hlediska možného průrazu (zničení) připojených zařízení. Z dlouhodobého hlediska je důležitý provozní stav, protože ten se projevuje rušením, dá se však předpokládat, že vedení, které vyhoví zkratovému stavu, vyhovuje i z hlediska rušivých vlivů.

## 3. Meze nebezpečných vlivů dle ČSN 33 2160

Hodnota podélného indukovaného napětí nesmí překročit u kabelových vedení v žádném případě zkušební napětí pro zkoušku elektrické pevnosti obvodové izolace kabelu a napětí, které by ohrozilo funkci připojených zařízení. Přesahuje-li indukované podélné napětí v kabelovém vedení mez podle tabulky 1 uvedené v této normě, je nutné takové kabely označit a pracovníky poučit o nebezpečí úrazu elektrickým proudem. Všechna připojená zařízení musí být chráněna před nebezpečným dotykem. To je však v praxi nemožné zařídit, proto musí být snížena hodnota indukovaného podélného napětí. Povolené hodnoty indukovaného

podélného napětí mezi oběma konci vedení se pohybují v závislosti na vypínacích časech v rozmezí 160 V až 300 V.

## 4. Výpočet nebezpečných vlivů

Obecný souběh sdělovacích kabelů s vedením vvn je třeba pro účely výpočtu rozdělit na kratší úseky, které je možné aproximovat úsečkami. Při této činnosti je třeba dodržet zásady stanovené v kap. 5 normy ČSN 33 2160. Schéma rozdělení výpočetních úseků je doloženo v jednotlivých případech ve výkresové části této dokumentace. Vlastní výpočet naindukovaného napětí pro jednotlivé úseky je doložen pomocí tabulek, které jsou přiloženy v příloze technické zprávy.

### 4.1. Výpočet indukovaného napětí při jednofázovém zkratu vvn vedení

Velikost nebezpečných indukčních vlivů pro jednofázový zkratový stav vvn vedení se vypočítá podle následujícího vztahu:

$$U_i = 3,14\omega I_z \sum_{j=1}^n r_v M l_j \cdot 10^{-4}$$

kde	$U_i$	indukované napětí (V)
	$\omega$	činitel současnosti (-)
	$I_z$	jednofázový zkratový proud tekoucí vedením (A)
	$r_v$	výsledný redukční činitel (-)
	$M$	činitel vzájemné indukčnosti mezi dvěma jednovodičovými okruhy se zpětným vedením zemí v j-tém výpočetním úseku souběhu pro $f = 50$ Hz (uH/km)
	$l_j$	délka j-tého výpočetního úseku souběhu (km)

Výsledný redukční činitel se vypočítá podle vztahu:

$$r_v = r_e r_s r_k r_b r_t$$

kde	$r_e$	redukční činitel vvn vedení (-)
	$r_s$	redukční činitel pláště sdělovacího kabelu (-)
	$r_k$	redukční činitel kolejí (-)
	$r_b$	latentní redukční činitel (-)
	$r_t$	redukční činitel kompenzačních vodičů (-)

## 4.2. Použité hodnoty

Činitel současnosti zahrnuje vliv zatížení sítě, zapojení soustav, atd. Dle normy ČSN 33 2160 se připouští pro výpočet použít hodnotu  $\omega = 0,7$ .

Hodnotu činitele vzájemné indukčnosti  $M$  získáme výpočtem z příslušných vzorců nebo z obrázku č. 11 uvedeného v normě ČSN 33 2160. Činitel vzájemné indukčnosti závisí na vzájemné vzdálenosti souběhu ovlivňovaného sdělovacího vedení a ovlivňujícího trojfázového vedení a dále na zdánlivém měrném odporu půdy.

Hodnoty vypočteného průběhu jednofázového maximálního zkratového proudu a jeho trojnásobné netočivé složky byly poskytnuty správcem sítě, společností ČEPS.

Redukční činitel vvn vedení je určen podle obrázku č. 7 v normě ČSN 33 2160. Jeho hodnota pro linku s napětím 220 kV (tvar stožáru "PORTÁL" se dvěma zemnicemi lany typu SSC 70 St IV) je roven asi  $r_e = 0,87$ .

Redukční činitel pláště sdělovacího kabelu je určen z katalogu kabelů v závislosti na provedení a profilu kabelu. V tomto případě jsou použity traťové kabely typu TCEPKPFLEZE s redukčním činitelem  $r_s = 0,25$ .

Redukční činitel kolejí dle tabulky 6 v normě ČSN 33 2160 je u elektrizované jednokolejné trati roven  $r_k = 0,7$ , u elektrizované dvoukolejné trati  $r_k = 0,5$ , u neelektrizované jednokolejné trati  $r_k = 0,92$  a u neelektrizované dvoukolejné trati  $r_k = 0,8$ .

Latentní redukční činitel a redukční činitel kompenzačních vodičů je v našem případě roven jedné.

Měrný odpor půdy byl změřen v terénu pomocí Venerovy metody. Jeho naměřené a zpracované hodnoty jsou doloženy ve výkresové části.

## 5. Popis stávajícího stavu sdělovací kabelizace SŽDC

Linka velmi vysokého napětí 220 kV č. V203 se křížuje s železniční tratí. Dotčený je tento úsek:

- Železniční trať č. 250 Brno - Havlíčkův Brod, od žst Vlkov u Tišnova po žst Křižanov (žst. Křižanov není předmětem stavby) v žkm cca 51,3

Projektant zjistil u servisních organizací SŽDC (ČD-Telematika a SŽDC Oblastní ředitelství, správa sdělovací a zabezpečovací techniky) informace o stávajících sdělovacích kabelizacích.

### 5.1. Železniční trať č. 250 Brno - Havlíčkův Brod, od žst Vlkov u Tišnova po žst Křižanov (žst. Křižanov není předmětem stavby) v žkm cca 51,3

Jedná se o dvoukolejnou elektrifikovanou železniční trať. Traťový úsek od žst Vlkov u Tišnova po žst Křižanov je elektrifikován střídavou trakcí.

Podél železniční trati v zájmovém úseku budou položeny dvě HDPE trubky (modrá s bílým pruhem do které bude zafouknut optický kabel o kapacitě 12 vláken a na požadavek ČD – Telematiky a.s. oranžová s bílým pruhem). V trase bude dále položen traťový kabel TCEPKPFLEZE 15XN0,8 na který se vztahují výpočty

nebezpečných vlivů. Ke křížení vedení vvn V203 a sdělovacího traťového kabelu dochází cca v žkm 51,3 na železniční trati č. 250 Brno – Havlíčkův Brod v úseku od žst. Vlkov u Tišnova po žst. Křižanov.

Metallický kabel TCEKPFLEZE má hliníkový ochranný pancíř a ukončení je provedeno s ohledem na blízkost střídavé trakce a tedy možnost naindukování napětí. Z těchto důvodů jsou pro ukončení kabelů použité prvky s elektrickou pevností min 4kV.

## **6. Vypočtené hodnoty a návrh opatření**

### **6.1. Železniční trať č. 250 Brno - Havlíčkův Brod, od žst Vlkov u Tišnova po žst Křižanov (žst. Křižanov není předmětem stavby) v žkm cca 51,3**

Provedené výpočty dokazují, že nový traťový kabel TCEKPFLEZE 15XN0,8 s ochranným Al pancířem v dotčeném úseku vyhovuje a nepřekračuje povolené meze pro křížení s linkou vvn 220kV č. V203. Vzhledem ke skutečnosti, že stávající železniční trať je elektrifikovaná střídavou trakční soustavou, ve vhodném provedení jsou i místní kabely a použité prvky pro ukončení kabelů. V tomto úseku není potřeba provádět žádná ochranná opatření.

### **6.2. Obecné zásady pro provádění kabelizací s ochranným pancířem.**

Při spojování kabelu musí být použity kabelové spojky, které umožňují propojování Al drátů ochranného pancíře. Pancíř musí být ve všech spojkách vodivě propojen a na obou koncích uzemněn ve spojení na hodnotu 10 ohmů, v případě zaústění do technologického objektu má být hodnota uzemnění až 2 ohmy. Průběžně má být pancíř kabelu po cca 2km přizemňován na hodnotu 15 ohmů. Pancíře všech souběžných kabelů musí být vodivě propojeny. Pokud nebude možné dosáhnout těchto hodnot, zhorší se redukční činitel kabelu.

Ukončování kabelů bude provedeno na zářezových svorkovnicích. Vzhledem k ochraně připojených zařízení před nečekaným přepětím je vhodné všechny ukončené páry ochránit bleskojistkami.

Z provozních důvodů musí být některé okruhy osazeny translátory dle provozních zvyklostí u SŽDC.

## PŘÍLOHA

### TABULKA JEDNOTLIVÝCH MĚŘENÝCH ÚSEKŮ

Legenda k tabulce:

$a$	vzájemná vzdálenost obou okruhů (m)
$I_j$	délka j-tého výpočetního úseku souběhu (km)

### TABULKA MĚŘENÍ REZISTIVITY PŮDY

Legenda k tabulce:

$\rho$	rezistivita půdy ( $\Omega\text{m}$ )
$R_H$	odpor pomocného zemniče ( $\Omega\text{m}$ )
$M$	činitel vzájemné indukčnosti mezi dvěma jednovodičovými okruhy se zpětným vedením zemí v j-tém výpočetním úseku souběhu pro $f = 50$ Hz ( $\mu\text{H/km}$ )
$\rho_{\text{měř}}$	průměrná rezistivita měřená ( $\Omega\text{m}$ )
$\rho_{\text{max}}$	maximální rezistivita pro výpočet uzemnění ( $\Omega\text{m}$ )

### TABULKA VYPOČTENÉHO INDUKOVANÉHO NAPĚTÍ JEDNOTLIVÝCH ÚSEKŮ

Legenda k tabulce:

$a$	vzájemná vzdálenost obou okruhů (m)
$R_z$	měrný odpor půdy ( $\Omega\text{m}$ )
$M$	činitel vzájemné indukčnosti mezi dvěma jednovodičovými okruhy se zpětným vedením zemí v j-tém výpočetním úseku souběhu pro $f = 50$ Hz ( $\mu\text{H/km}$ )
$I_z$	jednofázový zkratový proud tekoucí vedením (A)
$l_j$	délka j-tého výpočetního úseku souběhu (km)
$r_e$	redukční činitel vvn vedení (-)
$r_s$	edukční činitel pláště sdělovacího kabelu (-)
$r_k$	redukční činitel kolejí (-)
$U_i$	indukované napětí (V)

**TABULKA JEDNOTLIVÝCH MĚŘENÝCH ÚSEKŮ**

Trat' č.	Úsek	Číslo	$a_1$ [m]	$a_2$ [m]	$a$ [m]	$l_j$ [km]
250	1	1	1139,12	902,88	1021	0,294
		2	897,63	449,12	673,375	0,302
		3	447,39	28,51	237,95	0,303
		4	28,49	0,00	14,245	0,019
		5	0,00	295,30	147,65	0,204
		6	205,77	425,77	315,77	0,325
		7	425,65	588,63	507,14	0,263



**TABULKA MĚŘENÍ REZISTIVITY PŮDY**

**Měření rezistivity půdy**

Datum: 29.4.2016	Provedl: Kintr, Španěl
Číslo trati: 250	Úsek: žkm 50,8-51,7
Počasí na počátku měření: 13°, polojasno, vlhká půda	
Měřicí přístroj: Metra PU 193	

Trať	Místo	$\rho$ [ $\Omega$ m]	Změna počasí	Poznámka	Vzdálenost [km]
250	1	323,0	13°, polojasno, vlhká půda	-	0,0
	2	195,0	13°, polojasno, vlhká půda	R <sub>H</sub>	0,1
	3	346,0	13°, polojasno, vlhká půda	-	0,2
	4	141,0	13°, polojasno, vlhká půda	-	0,3
	5	147,0	13°, polojasno, vlhká půda	-	0,4
	6	311,0	13°, polojasno, vlhká půda	-	0,5
	7	318,0	13°, polojasno, vlhká půda	-	0,6
	8	228,0	13°, polojasno, vlhká půda	-	0,7
	9	264,0	13°, polojasno, vlhká půda	-	0,8
	10	240,0	13°, polojasno, vlhká půda	-	0,9

$\rho_{\text{měř}}$ [ $\Omega$ m]	251
$\rho_{\text{max}}$ [ $\Omega$ m]	349

**TABULKA VYPOČTENÉHO INDUKOVANÉHO NAPĚTÍ JEDNOTLIVÝCH ÚSEKŮ**

**Výpočet naindukovaného napětí z vedení vvn 220 kV linky č. V203 na traťovém kabelu typu TCEKPFLEZE na trati č. 250 v úseku Vlkov u Tišnova - Křižanov**

Úsek	a [m]	$R_z$ [ $\Omega$ m]	$M$ [ $\mu$ H.km <sup>-1</sup> ]	$I_z$ [A]	$I_j$ [kA]	$r_e$ [-]	$r_s$ [-]	$r_k$ [-]	$U_i$ [V]
1	1021	251	149,3	5350	0,296	0,87	0,25	0,50	5,65
2	673	251	213,7	5350	0,302	0,87	0,25	0,50	8,25
3	240	251	394,9	5350	0,303	0,87	0,25	0,50	15,30
4	25	251	830,4	5350	0,019	0,87	0,25	0,50	2,02
5	156	251	476,4	5350	0,204	0,87	0,25	0,50	12,43
6	316	251	344,8	5350	0,325	0,87	0,25	0,50	14,33
7	507	251	261,1	5350	0,263	0,87	0,25	0,50	8,78
<b>Naindukované napětí při jednofázovém zkratu:</b>									<b>66,76</b>

Dálkový kabel typu TCEKPFLEZE v tomto úseku **VYHOVUJE** mezním hodnotám indukovaného napětí z hlediska bezpečnosti práce dle normy ČSN 33 2160.

**Poznámky:** Iz - zkratový proud v místě 45,5 km od uzlu SOK2  
 $r_k$  - elektrifikovaná, dvojkoľejná trať ( $r_k=0,5$ )  
 $r_s$  - traťový kabel typu TCEKPFLEZE s hliníkovým pancířem ( $r_s=0,25$ )