



Spolufinancováno Evropskou unií  
Nástroj pro propojení Evropy



**IXPROJEKTA**

IXPROJEKTA s.r.o.  
Heršpická 813/5  
639 00 Brno - Štýřice

ODPOVĚDNÝ PROJ. PS, SO

Ing. Jiří Šipr

Bc. Marek Labudík

NAVRHL, VYPRACOVAL

Ing. Jiří Šipr

Bc. Marek Labudík

ČÍSLO SOUPRAVY:

Společnost pro ZP + PD "Modernizace ŽU Č. Třebová"

Společník 1 (vedoucí společník):



**SUDOP BRNO**

**SUDOP BRNO, spol. s r.o.**

**Kounicova 26**

**611 36 Brno**

**Generální ředitel: Ing. Kamil Chmela**

**tel.: +420 972 625 804**

**E-mail: sudop@sudop-brno.cz**

Společník 2:



**SUDOP  
PRAHA**

**SUDOP PRAHA a.s.**

**Olšanská 1a, 130 80 Praha 3**

**tel.: +420 267 094 111**

**fax: +420 224 230 316**

**E-mail: praha@sudop.cz**

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:	11 KOLEJE	VEDOUĆÍ PROF. SKUPINY Ing. Petr Rotschein	GENERÁLNÍ ŘEDITEL Ing. Kamil Chmela
ODPOVĚDNÝ PROJ. ZAKÁZKY Ing. Kamil Chmela Ing. Martin Mráz	ODPOVĚDNÝ PROJ. PS, SO  viz. uvnitř	NAVRHL, VYPRACOVAL  viz. uvnitř	KONTROLOVAL Ing. Jiří Šipr
KRAJ: Pardubický	POVĚŘENÝ OÚ: MÚ Česká Třebová		STUPEŇ: DÚR
Modernizace železničního uzlu Česká Třebová Železniční sdělovací zařízení B.1.2.1 Průzkumy			ZAK. ČÍSLO 16010-01-0417
			ARCH. ČÍSLO 2016110825
			MĚŘITKO
			POČET FORMÁTŮ 8xA4
			DATUM: 06/2018
Posouzení nebezpečných indukčních vlivů vedení vvn			ČÁST DOKUM. B.1.2.1.6
			PŘÍLOHA 1

## **Stavba: Modernizace železničního uzlu Česká Třebová**

### **Účel: Výpočet nebezpečných vlivů v ŽST Česká Třebová**

#### **OBSAH:**

1.	ÚVOD .....	2
2.	VLIVY VEDENÍ VELMI VYSOKÉHO NAPĚTÍ NA SDĚLOVACÍ KABELY .....	2
3.	MEZE NEBEZPEČNÝCH VLVŮ DLE ČSN 33 2160 .....	2
4.	VÝPOČET NEBEZPEČNÝCH VLVŮ .....	3
4.1.	<i>Výpočet indukovaného napětí při jednofázovém zkratu vvn vedení .....</i>	<i>3</i>
4.2.	<i>Výpočet nebezpečného galvanického vlivu při zaústění sdělovacího kabelu do elektrické stanice vvn, nebo zvn .....</i>	<i>3</i>
4.3.	<i>Výpočet nebezpečného galvanického vlivu při přiblížení sdělovacího vedení a zařízení k uzemnění .....</i>	<i>4</i>
4.4.	<i>Použité hodnoty .....</i>	<i>4</i>
5.	ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ A NÁVRH OCHRANNÝCH OPATŘENÍ .....	5
5.1.	<i>Indukční vlivy vedení vvn a trakce .....</i>	<i>5</i>
5.2.	<i>Vliv VVN linky 35 kV .....</i>	<i>5</i>
5.3.	<i>Vliv nově navrhované měřírny a rozvodny R110 kV .....</i>	<i>6</i>

# TECHNICKÁ ZPRÁVA

## 1. Úvod

Úkolem této dokumentace je posouzení velikosti nebezpečných vlivů vedení velmi vysokého napětí (dále jen vvn) 110kV dle ČSN 33 2160 na nově budované sdělovací vedení a nová rozvodna 110KV. V rámci stavby dojde k vybudování nové sdělovací místnosti a vybudování nové sdělovací kabeláže v blízkosti vedení vvn. Vedení je umístěno na příhradových stožárech typu „Soudek“.

## 2. Vlivy vedení velmi 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 posuzovat vliv venkovního vedení vvn příp. zvn na stávající podzemní a nadzemní sdělovací vedení.

Dle normy ČSN 33 2160 se na podzemní sdělovací vedení uplatňují při jednofázovém zkratu indukční a galvanické vlivy. Výpočet galvanického vlivu se provádí při zaústění sdělovacího kabelu do elektrické stanice vvn a dále při jeho přiblížení k uzemnění energetického objektu (elektrické stanice vvn, stožáru venkovního vedení vvn, rozvodny..). Podél trasy vvn vedení se tento vliv nepočítá.

Dle normy ČSN 33 2160 se na nadzemní sdělovací vedení bez kovových obalů uplatňují indukční vlivy při jednofázovém zkratu silového vedení a kapacitní vlivy při stavu provozním. Při výpočtu nebezpečného kapacitního vlivu se nepřihlíží k úsekům sdělovacího vedení, které jsou vzdáleny od dvojitého trojfázového vedení vvn 110 kV více než 300 m. Na nadzemní sdělovací vedení s kovovým uzemněným obalem se uplatňuje pouze indukční vliv při jednofázovém zkratu silového vedení.

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.

## 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:

$$r_v = r_e r_s$$

kde	$r_e$	celkový redukční činitel na straně trojfázového vedení (-)
	$r_s$	celkový redukční činitel na straně sdělovacího vedení (-)

### 4.2. Výpočet nebezpečného galvanického vlivu při zaústění sdělovacího kabelu do elektrické stanice vvn, nebo zvn

Nebezpečný galvanický vliv, kterým je namáhaná obvodová izolace sdělovacího kabelu zaústěného do elektrické stanice při jednofázovém zkratu trojfázového vedení s přímo uzemněným středním bodem, se určí ze vztahu:

$$U_g = I_z \cdot R_z \cdot w \cdot r_g$$

kde	$U_g$	napětí namáhající izolaci sdělovacího kabelu (V)
	$I_z$	část zkratového proudu tekoucí uzemněním el. stanice (A)

$R_z$	zemní rezistence uzemnění el. stanice ( $\Omega$ )
$r_g$	redukční činitel kabelového pláště při galvanickém vlivu (-)
$w$	činitel současnosti (0,7)

#### 4.3. Výpočet nebezpečného galvanického vlivu při přiblížení sdělovacího vedení a zařízení k uzemnění

Nebezpečný galvanický vliv se vypočte ze vztahu:

$$U = \frac{2I_z \cdot Z_k \cdot r_g \cdot r_z \cdot w \cdot a}{\pi \cdot r}$$

kde	$I_z$	část zkratového proudu tekoucí uzemněním el. stanice (A)
	$r_z$	redukční činitel zemnicích lan (-)
	$r_g$	redukční činitel kabelového pláště při galvanickém vlivu (-)
	$w$	činitel současnosti (0,7)
	$a$	ekvivalentní poloměr zemnicí soustavy ( $\Omega$ )
	$r$	vzdálenost kabelu od středu zemnicí soustavy (m)
	$Z_k$	impedance zemnicí sítě (-)

#### 4.4. Použité hodnoty

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

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 zástupci projektanta vvn vedení.

Redukční činitel vvn vedení je určen podle obrázku č. 7 v normě ČSN 33 2160. Jeho hodnota pro linku s napětím 110 kV (tvar stožáru "Soudek" se zemnicím lanem typu AlFe 185) je roven podle zemního odporu půdy v oblasti linky  $re = 0,565 - 0,661$ .

Redukční činitel pláště sdělovacího kabelu je určen z katalogu výrobce kabelů v závislosti na provedení a profilu kabelu. V tomto případě jsou použity převážně kabely typu TCEPKPFLE s redukčním činitelem v rozmezí  $rs = 0,65 - 1,0$  v závislosti na průměru duše a traťové kabely typu TCEPKPFLEZE s redukčním činitelem dle profilu kabelu v rozmezí  $rs = 0,10 - 0,35$ . Pro kabely typu TCEKE se redukční činitel pohybuje v rozmezí  $rs = 0,95 - 1,0$  a u kabelu typu TCEKEZE nebo TCEKEZY se redukční činitel

pohybuje v rozmezí  $r_s=0,32 - 0,11$  v závislosti na průměru duše. U koaxiálních kabelů se hodnoty redukčního činitele pohybují v rozmezí  $r_s=0,1 - 0,3$  v závislosti podélném napětí. Jedná se pouze o informativní hodnoty redukčního činitele, přesné hodnoty je nutno určit podle katalogu daného výrobce.

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  $r_k=0,8$ . Je uvažován pouze tam, kde se sdělovací vedení nachází v blízkosti železniční trati.

Latentní redukční činitel a redukční činitel kompenzačních vodičů je v našem případě roven jedné. Pouze v místech, kde je vedeno v jedné trase v souběhu více kabelů s pancířem (TCEPKPFLEZE) je uvažován pro jeden souběžný kabel činitel kompenzačních vodičů 0,7 a pro tři kabely 0,5. Případně je použit v případě, kdy v rámci ochranných opatření je navrhováno položení kompenzačního vodiče.

Měrný odpor půdy byl změřen v terénu pomocí Venerovy metody nebo byl odhadován z tabulky v normě.

## **5. Zhodnocení výsledků a návrh ochranných opatření**

### **5.1. Indukční vlivy vedení vvn a trakce**

Veškerá nově budovaná kabelizace bude na přání investora v provedení TCEPKPFLEZE z důvodu předpokládané změny stávající stejnosměrné trakce v budoucnu na střídavou. Kabely delší jak 300m tak budou v provedení s ochranným hliníkovým pancířem propojovaným a uzemňovaným dle ČSN. Z praktických zkušeností vyplývá, že indukční vlivy trakce jsou na drážní kabelizaci vždy větší než indukční vlivy vvn. Jestliže je kabelizace navržena tak, aby odolávala vlivům střídavé trakce je současně odolná i nebezpečným indukčním vlivům vvn.

### **5.2. Vliv VVN linky 35 kV**

V rámci předmětné stavby bude mimo jiné vybudována nová technologická budova pro umístění nového sdělovacího a zabezpečovacího zařízení. Technologická budova je situována v místě bývalé jídelny a v těsné blízkosti, resp. přímo nad touto budovou je v současné době zavěšeno vedení vvn linky 35 kV. Tato střídavá linka zvláště vysokého napětí způsobuje ve svém okolí elektromagnetické pole, které za určitých podmínek může do blízkých souběžných sdělovacích vedení a na nově instalované zabezpečovací zařízení ve stavědlové ústředně technologické budovy naindukovat nebezpečné nebo rušivé napětí a proudy. Souběhy nových komunikačních kabelů, resp. blízkost zabezpečovacího zařízení nezbytného pro řízení provozu železniční stanice Česká Třebová v nových prostorách se stávajícím vedením vvn nepřesahují délku 25 metrů, přesto se v případě zkratu na vvn lince může, do samotných sdělovacích kabelů naindukovat napětí velké až 80 V. Toto napětí může velmi nepříznivě ovlivnit jak datový přenos na komunikačních kabelech a správnou funkci k nim připojených souvisejících zařízení, tak funkci samotného zabezpečovacího zařízení. Navíc, pokud by došlo ke zkratu vvn linky v těsné blízkosti nové technologické budovy nebo by přetrhnuté vvn lano dopadlo přímo na střechu, mohlo by se přes hromosvodovou soustavu nebo přes uzemnění budovy dostat nebezpečné napětí na uzemněné pláště komunikačních a zabezpečovacích kabelů a samotné kabelové

stojany. Z výše uvedených důvodů byla v rámci stavby navržena přeložka této vvn linky do zemní trasy mimo samotnou technologickou budovu.

### **5.3. Vliv nově navrhované měnirny a rozvodny R110 kV**

V rámci stavby bude dále pro potřeby železničního provozu v ŽST Česká Třebová vybudována nová měnirna a rozvodna R110KV. V těsné blízkosti rozvodny je v navržen nový kabelovod. V kabelovodu bude mimo jiné uložena i celá řada sdělovacích a zabezpečovacích kabelů zajišťující telekomunikační a datový provoz, resp. provoz samotného zabezpečovacího zařízení v ŽST Česká Třebová. Při případném zaústění sdělovacích kabelů do nové rozvodny se na metalických sdělovacích kabelech může uplatňovat galvanický vliv. Z tohoto důvodu byl proveden výpočet nebezpečných galvanických vlivů při zaústění sděl. kabelů do rozvodny, přičemž pro kabely kratší než 400 m nebo kabely bez kovového pláště budou namáhány napětím až 1220 V. S rostoucí délkou kabelů se bude napětí namáhající izolaci zmenšovat. Pro telekomunikační kabely s kovovým pláštěm delším než 2 km bude napětí namáhající izolaci sděl. kabelu velké 368 V.

Jelikož je samotný kabelovod veden do 10 m od rozvodny byly dále posuzovány i nebezpečné galvanické vlivy při přiblížení sděl. vedení k uzemnění rozvodny. Kabely kratší, než 400 m budou namáhány napětím při galvanickém vlivu 395 V. Sděl. kabely dlouhé 1 km budou namáhány napětím cca 290 V. Kabely delší než 2 km budou namáhány napětím cca 117 V.

Z výše uvedeného je patrné, že telekomunikační kabely kratší než 1 km (tj. kabely které jsou u rozvodny vedeny v kabelovodu), které se přibližují k rozvodně musí být chráněny před galvanickými vlivy. Ochrana před galvanickými vlivy může být provedena v rámci výstavby kabelovodu na principu Faradayovy klece. Kabelovod v dotčené délce bude obalen železobetonovou konstrukcí, které bude následně uzemněna. Na všech dotčených metalických kabelech nebezpečnými vlivy budou uzemněny kovové pláště na hodnotu max 5  $\Omega$ . Konkrétní řešení ochranných opatření proti nebezpečným galvanickým vlivům bude navrženo v dalším stupni dokumentace.