

			ČÍSLO SOUPRAVY:
REVIZE Č.	DATUM	ZMĚNA	



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



**MORAVIA CONSULT Olomouc a.s.**

LEGIONÁŘSKÁ 8 , 772 00 Olomouc

tel.: +420 585 570 444

IDS: kjee9md

e-mail: moravia@moravia.cz

http://www.moravia.cz

OBJEDNAVATEL:	SŽDC, S.O., DLÁŽDĚNÁ 1003/7, 110 00 PRAHA 1 STAVEBNÍ SPRÁVA VÝCHOD (ORGANIZAČNÍ JEDNOTKA)		tel. : +420 972 625 804 E-mail: sudop@sudop-brno.cz		
PROFESNÍ SKUPINA:	23 TRAKČNÍ VEDENÍ	VEDOUCÍ PROF. SKUPINY ING. JIŘÍ PELC	GENERÁLNÍ ŘEDITEL ING. KAMIL CHMELA		
ODPOVĚDNÝ PROJ. ZAKÁZKY ING. KAMIL CHMELA		ODPOVĚDNÝ PROJ. PS, SO JIŘÍ PODHRADSKÝ	NAVRHL, VYPRACOVAL JIŘÍ PODHRADSKÝ	KONTROLOVAL  ING. JIŘÍ PELC	
KRAJ:	ZLÍNSKÝ	POVĚŘENÝ OÚ: OTROKOVICE, ZLÍN, VIZOVICE		STUPEŇ: DSP	
MODERNIZACE A ELEKTRIZACE TRATI OTROKOVICE - VIZOVICE				ZAK. ČÍSLO 18030-01-1219	ARCH. ČÍSLO
				MĚŘITKO	POČET FORMÁTŮ
				DATUM: 09/2019	
				ČÁST DOKUM. B.4.4	
ENERGETICKÉ VÝPOČTY					

# Energetické výpočty

---

*Modernizace a elektrizace trati Otrokovice - Vizovice*

## Obsah

1.	Úvod .....	2
1.1.	Stávající stav .....	2
1.2.	Navržené řešení.....	2
2.	Podklady .....	3
2.1.	Model infrastruktury .....	3
2.2.	Dopravní model .....	3
2.3.	Model napájení.....	5
2.3.1.	Napájecí stanice.....	5
2.3.2.	Trakční vedení .....	5
2.3.3.	Propojení a svody .....	5
3.	Výpočet.....	6
3.1.	Dimenzování trakčního vedení.....	6
3.1.1.	Minimální napětí v troleji při běžném stavu .....	6
3.1.2.	Minimální napětí v troleji při výpadku TT Otrokovice .....	7
3.1.3.	Proudová zatížitelnost vodičů .....	8
3.1.4.	Zkratové poměry při běžném stavu napájení dle SR 34 .....	8
3.1.5.	Zkratové poměry při výpadku TT Otrokovice .....	9
4.	Závěr .....	10

## 1. Úvod

Nové trakční vedení v řešeném úseku bude navazovat na stávající trakční vedení v Otrokovicích, kde bude i nová střídavá napájecí stanice, která se realizuje v rámci akce *Změna trakční soustavy na AC 25 kV, 50 Hz v úseku Nedakonice – Říkovice*.

Cílem těchto energetických výpočtů je posoudit navržený průřez vodičů trakčního vedení. Dimenzování napájecí stanice Otrokovice a Říkovice bylo posouzeno v rámci akce *Změna trakční soustavy na AC 25 kV, 50 Hz v úseku Nedakonice – Říkovice*.

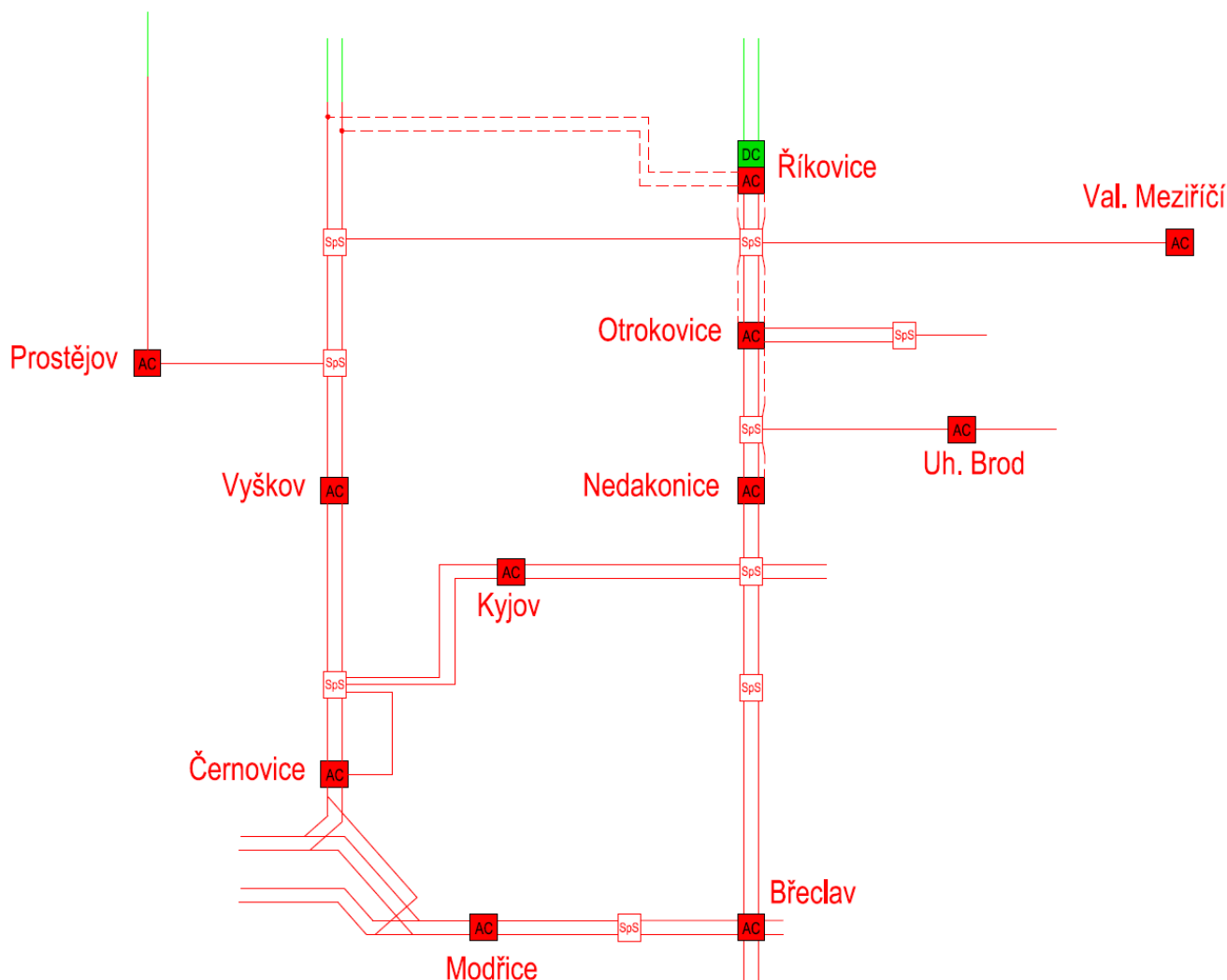
### 1.1. Stávající stav

Řešený úsek je v současné době jednokolejný a bez trakčního vedení.

### 1.2. Navržené řešení

V projektu je navrženo zdvoukolejnění trati Otrokovice – Zlín a elektrizace až do Vizovic. Trakční vedení bude o sestavě 100Cu + 70Bz. Každá kolej bude napájena samostatně až do Zlína, kde bude spínací stanice.

Cílový stav v širším kontextu by mohl vypadat například takto:



Napájení trati Otrokovice – Vizovice je uvažováno z TNS Otrokovice pomocí dvou napáječů. V případě výpadku TNS Otrokovice bude napájení zajištěno z TNS Říkovice.

## **2. Podklady**

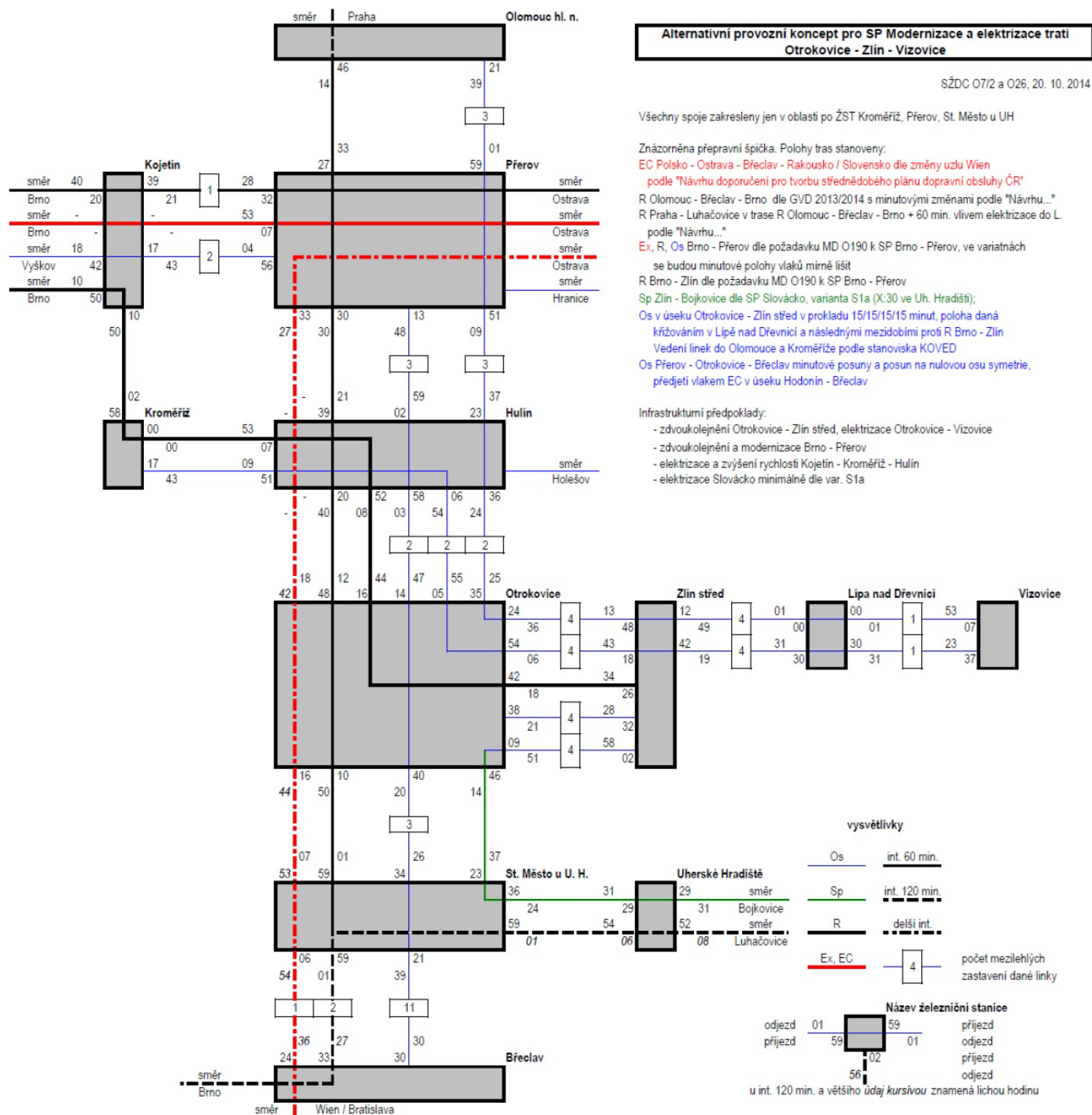
Zpracování energetických výpočtů bylo provedeno pomocí softwaru simulujícího železniční dopravu OpenTrack a OpenPowerNet.

### **2.1. Model infrastruktury**

Do programu byla zadána niveleta koleje dle návrhu, dále byl zadán systém zabezpečovacího zařízení včetně polohy návěstí, nástupištní hrany, výhybky atd. Pro posouzení výlukových stavů bylo nutné v modelu uvažovat i s úsekem Nedakonice – Říkovice, který vychází z energetických výpočtů zpracovaných v rámci akce *Změna trakční soustavy na AC 25 kV, 50 Hz v úseku Nedakonice – Říkovice*.

### **2.2. Dopravní model**

Dopravní model byl zvolen na základě stávajícího jízdního řádu, doplněného o změny, které s sebou přinese rekonstrukce a elektrizace do Vizovic. V rámci dopravního modelu se počítá i s rychlíky Brno – Zlín a Praha – Luhačovice.



V simulaci se počítá s lokomotivou Vectron s regulací výkonu dle TSI ENE. Výkon je počítán na základě trakční charakteristiky lokomotivy i s omezením vlivem adheze. Odpor vlaku byl uvažován typu S u nákladních vlaků NEx, T<sub>4</sub> u vlaků Pn a R<sub>k</sub> u rychlíku EC.

#### Typy vlaků:

typ	lokomotiva	hmotnost
EC	Vectron	400t
R	InterPanter	2x 3 vozy
R	Vectron	300t, 400t
Os	RegioPanter	3 vozy
Pn	Vectron	660t, 2400t
NEx	Vectron	1800t

## 2.3.Model napájení

### 2.3.1. Napájecí stanice

Model napájení tvoří napájecí stanice v Otrokovicích a Říkovících. Napájecí stanice jsou v modelu tvořeny jedním transformátorem 110/25kV se základním výstupním napětím 27,5kV.

#### Charakteristiky transformátoru byly určeny odborným odhadem:

napětí nakrátko	10,7%
ztráty nakrátko	230kW
proud naprázdno	0,06A
ztráty naprázdno	6,5kW

### 2.3.2. Trakční vedení

V projektu je navržena sestava trakčního vedení 100Cu + 70Bz. Všechny vodiče včetně kolejnic a Země byly do programu převedeny pomocí tzv. ekvivalentního poloměru, to je takový poloměr, který by měl kulovitý vodič o plném průřezu se stejnými elektrickými parametry.

#### Ekvivalentní poloměry:

trolej	4,4 mm
nosné lano	3,6 mm
kolej	38,5 mm
Země	465 000 mm

Souřadnice vodičů v modelu	x (m)	y (m)
trolej	0,0	5,6
nosné lano	0,0	6,6
pravá kolejnice	0,7175	0,0
levá kolejnice	-0,7175	0,0
Země	0,0	-465

### 2.3.3. Propojení a svody

V modelu byla dále přidána propojení pravé a levé kolejnice (izolovaný styk) v pravidelné vzdálenosti 1 km od sebe. Kolejová propojení mezi první a druhou kolejí jsou v modelu po 5 km.

Nosné lano je s trolejí v modelu propojeno pomocí měrné svodové vodivosti 1000 S/km. Měrná svodová vodivost je také mezi kolejnicí a Zemí a to 0,5 S/km.

### 3. Výpočet

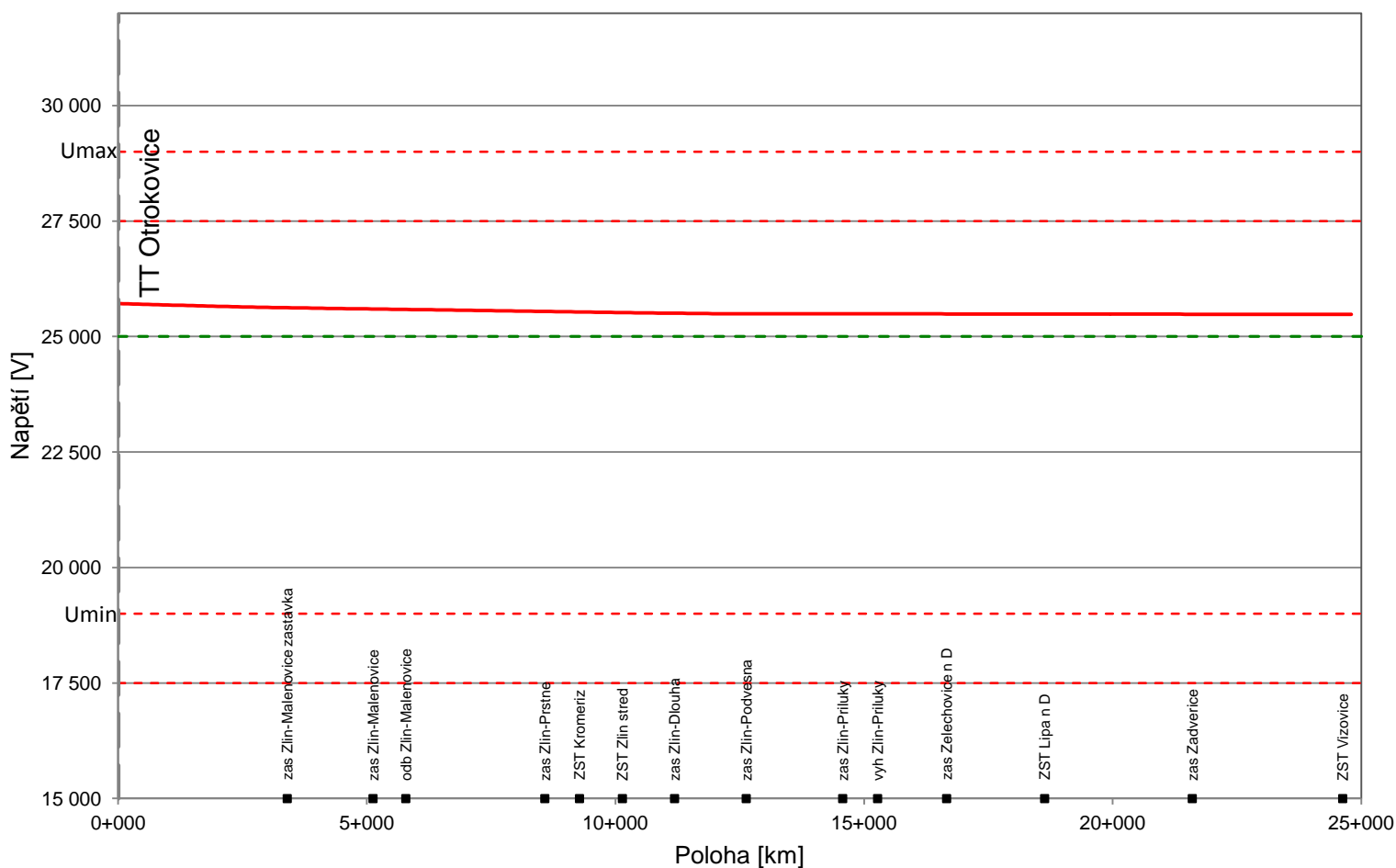
#### 3.1. Dimenzování trakčního vedení

Za pomoci softwaru byla simulována dopravní špička dle předpokládaného grafikonu a výsledky jsou popsány níže. Výsledné hodnoty uvažují i s dopravním zatížením na trati Nedakonice - Říkovice

##### 3.1.1. Minimální napětí v troleji při běžném stavu

Při základním stavu napájení neklesne napětí v troleji pod 25kV viz graf:

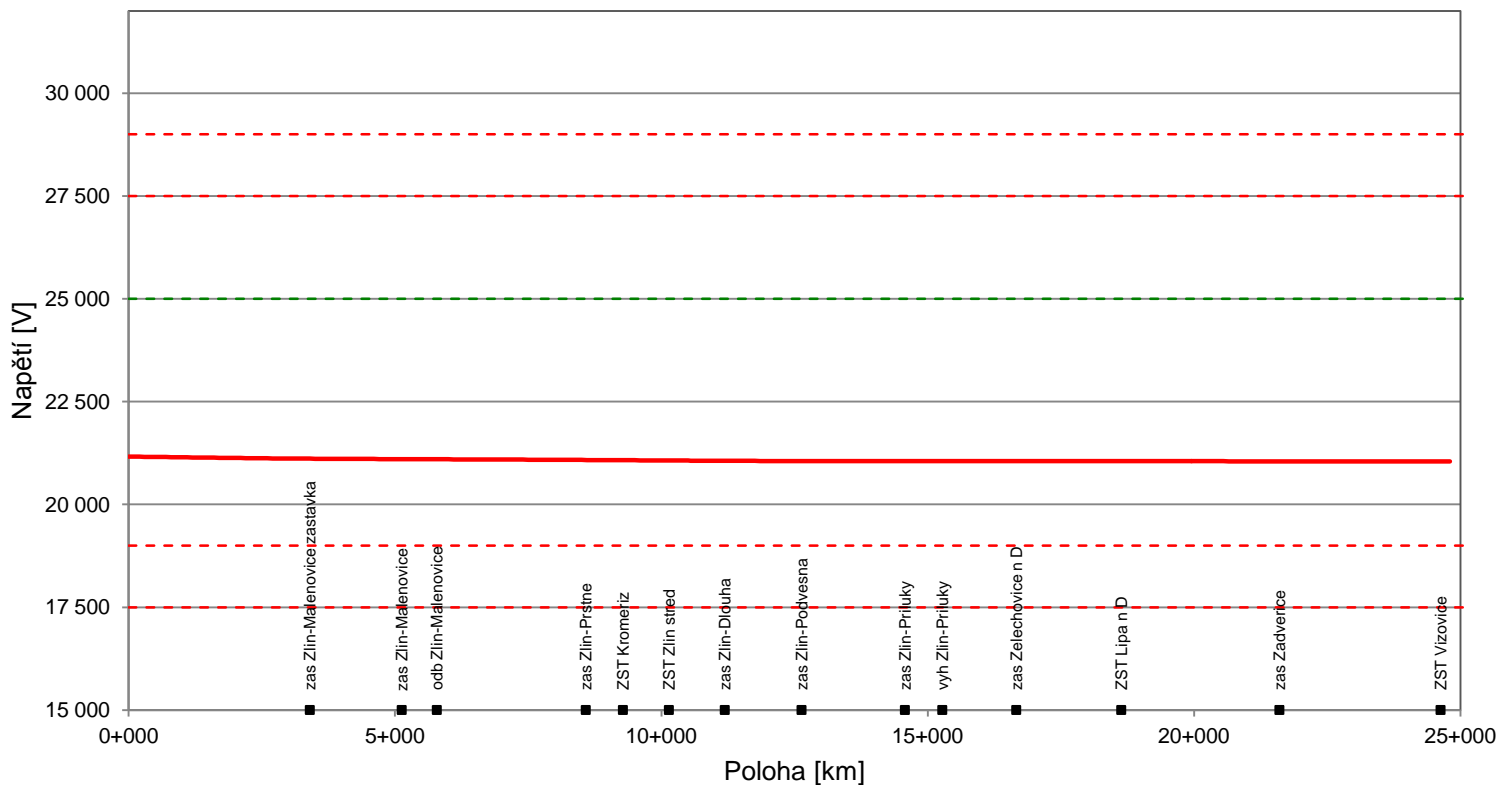
**Minimální napětí v troleji**



### 3.1.2. Minimální napětí v troleji při výpadku TT Otrokovice

Při výpadku TT Otrokovice a za předpokladu, že TT Říkovice napájí až po Nedakonice a to včetně trati Otrokovice – Vizovice, bude situace vypadat následovně:

**Minimální napětí v troleji**



Největší úbytek napětí při tomto stavu napájení je již v samotné napájecí stanici, kde je na výstupu pouze 22,9kV ( $\Delta U_{\text{TNS}} = 4,5\text{kV}$ ). Na konci napájeného úseku je pak napětí v troleji 21kV ( $\Delta U_{\text{TV}} = 1,9\text{kV}$ ). Tento stav je velmi mimořádný, protože při výpadku TT Otrokovice je navrženo, aby úsek Nedakonice – Otrokovice napájela TT Nedakonice. I v tomto mimořádném případě by ale byl provoz v řešené oblasti zachován. Pokud by navíc aktivní balancér stabilizoval výstupní napětí v TT Říkovice, tak by byly splněny i požadavky dle TSI ENE. Omezujícím faktorem by tak při tomto stavu bylo nastavení ochran v napájecí stanici.



### 3.1.3. Proudová zatížitelnost vodičů

Max. proudové zatížení sestavy 100Cu + 70Bz je 943A. Při uvažovaném středním napětí 23kV to znamená dostupný výkon 21,7MW pro každou napájenou stopu. Průřez vodičů je tedy více než dostačující.

### 3.1.4. Zkratové poměry při běžném stavu napájení dle SR 34

Výpočet zkratu a nastavení nadproudové ochrany v SpS Zlín pro napáječ ve směru na Vizovice:

$L_{Otr-Zlín} =$	10,60	km
$L_{Zlín-Viz} =$	12,20	km
$z_{21} =$	0,25 $\Omega$ /km	+ j 0,40 $\Omega$ /km
$z_1 =$	0,26 $\Omega$ /km	+ j 0,45 $\Omega$ /km
$Z_T =$		j 8,00 $\Omega$
$Z_{Otr-Zlín} =$	2,65 $\Omega$	+ j 4,24 $\Omega$
$Z_{Zlín-Viz} =$	3,17 $\Omega$	+ j 5,49 $\Omega$
$Z =$	5,82 $\Omega$	+ j 17,73 $\Omega$
$Z =$	18,66	$\Omega$
$I_z =$	<b>1302 A</b>	
$I_{nastav} =$	1002 A	
$I_{max.} =$	835 A	

Výpočet nastavení nadproudových ochran v TNS Otrokovice pro napáječe ve směru na Zlín:

$L_{Otr-Zlín} =$	10,60	km
$z_{21} =$	0,25 $\Omega$ /km	+ j 0,40 $\Omega$ /km
$Z_T =$		j 8,00 $\Omega$
$Z_{Otr-Zlín} =$	2,65 $\Omega$	+ j 4,24 $\Omega$
$Z =$	2,65 $\Omega$	+ j 12,24 $\Omega$
$Z =$	12,52	$\Omega$
$I_z =$	<b>1940 A</b>	
$I_{nastav} =$	1493 A	
$I_{max.} =$	1244 A	

Vypočtený maximální proud 835A v úseku Zlín – Vizovice a 1244A pro každou stopu v úseku Otrokovice – Zlín je dostatečný.

### 3.1.5. Zkratové poměry při výpadku TT Otrokovice

Při výpadku TT Otrokovice bude řešenou trať napájet TT Říkovice a to přes napáječe v TT Otrokovice, která bude při tomto stavu napájení sloužit jako spínací stanice. Nastavení nadproudové ochrany při tomto stavu napájení v SpS Zlín bude následující:

$L_{\text{Řík-Otr}} =$	19,00	km
$L_{\text{Otr-Zlín}} =$	10,60	km
$L_{\text{Zlín-Viz}} =$	12,20	km
$z_2 =$	0,14 $\Omega/\text{km}$	+ j 0,26 $\Omega/\text{km}$
$z_{21} =$	0,25 $\Omega/\text{km}$	+ j 0,40 $\Omega/\text{km}$
$z_1 =$	0,26 $\Omega/\text{km}$	+ j 0,45 $\Omega/\text{km}$
$Z_T =$		j 8,00 $\Omega$
$Z_{\text{Řík-Otr}} =$	2,66 $\Omega$	+ j 4,94 $\Omega$
$Z_{\text{Otr-Zlín}} =$	2,65 $\Omega$	+ j 4,24 $\Omega$
$Z_{\text{Zlín-Viz}} =$	3,17 $\Omega$	+ j 5,49 $\Omega$
$Z =$	8,48 $\Omega$	+ j 22,67 $\Omega$
$Z =$	24,20	$\Omega$
$I_z =$	<b>1004 A</b>	
$I_{\text{nastav}} =$	772 A	
$I_{\text{max.}} =$	644 A	

Nastavení ochran v TT Otrokovice (ve funkci SpS):

$L_{\text{Řík-Otr}} =$	19,00	km
$L_{\text{Otr-Zlín}} =$	10,60	km
$z_2 =$	0,14 $\Omega/\text{km}$	+ j 0,26 $\Omega/\text{km}$
$z_{21} =$	0,25 $\Omega/\text{km}$	+ j 0,40 $\Omega/\text{km}$
$Z_T =$		j 8,00 $\Omega$
$Z_{\text{Řík-Otr}} =$	2,66 $\Omega$	+ j 4,94 $\Omega$
$Z_{\text{Otr-Zlín}} =$	2,65 $\Omega$	+ j 4,24 $\Omega$
$Z =$	5,31 $\Omega$	+ j 17,18 $\Omega$
$Z =$	17,98	$\Omega$
$I_z =$	<b>1351 A</b>	
$I_{\text{nastav}} =$	1040 A	
$I_{\text{max.}} =$	866 A	

Vypočtené maximální proudy vyhoví plánovanému provozu.

#### **4. Závěr**

Z výsledků vyplývá, že navržená sestava trakčního vedení vyhoví.

Vypracoval:

Jiří Podhradský