

F.2.5

INVESTOR:	Magistrát města Brna Odbor investiční Kounicova 67, 601 67 Brno	B R N O
-----------	--	------------------------

ZHOTOVITEL DOKUMENTACE:	SPOLEČNOST	"TT BYSTRC - KAMECHY"	ČLEN SPOLEČNOSTI
VEDOUcí SPOLEČNOSTI		ČLEN SPOLEČNOSTI	
			
PK OSSENDORF s.r.o. Tomešova 503/1, 602 00 Brno www.pk-ossendorf.cz tel.: +420 543 516 526 info@pk-ossendorf.cz	METROPROJEKT Praha a.s. Argentinská 1621/36, 170 00 Praha 7 www.metroprojekt.cz tel.: +420 296 154 105 info@metroprojekt.cz	AMBERG Engineering Brno a.s. Ptašinského 10, 602 00 Brno www.amberg.cz tel.: +420 541 432 611 amberg@amberg.cz	
HLAVNÍ INŽENÝR PROJEKTU:	ING. PETR VYSKOČIL		Č.ZAKÁZKY: 2018 120.1
HLAVNÍ KOORDINÁTOR PROJEKTU:	ING. VLASTISLAV NOVÁK, Ph.D.		

VEDOUcí PROJEKTANT	ING. JIŘÍ PELC		 SUDOP BRNO, spol. s r.o. Kounicova 26 611 36 Brno
ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT	ING. JIŘÍ PELC		
VYPRACOVAL	ING. JAN FLODR		
KONTROLOVAL	JIŘÍ PODHRADSKÝ		
KRAJ: JIHO-MORAVSKÝ	KAT. ÚZ.: BRNO-BYSTRC, ŽEBĚTÍN	DATUM	04/2022
STAVBA	PRODLOUŽENÍ TRAMVAJOVÉ TRATI BYSTRC - KAMECHY	FORMÁT	A4
		MĚŘÍTKO	-
		ÚČEL	DUR
		ČÍS.ZAKÁZKY	2018 120.1
ČÁST PD	ENERGETICKÉ VÝPOČTY	ČÍS. SOUPRAVY	ČÍS. PŘÍLOHY F.2.5

Energetické výpočty

Tramvajová trať Bystrc - Kamechy

1. Úvod

Tyto energetické výpočty byly zpracovány s cílem posoudit napájení nové tramvajové trati Bystrc – Kamechy. V rámci výpočtů byly řešeny 3 nové úseky (173,174,175). V rámci této stavby se vybudují dvě nové měřírny, s názvem MR Ečerova a MR Říčanská. MR Říčanská se bude nacházet na p.č. 8268/1 k.ú. Bystrc. V základním stavu bude MR Ečerova napájet úsek 173 a MR Říčanská úseky 174 a 175.

2. Podklady

2.1.Údaje o trati – délky a stoupání jednotlivých napájecích úseků

Celková délka navržené trasy je 1 535 m.

Úsek	délka <i>km</i>	h <i>m</i>	p _s <i>‰</i>
173	0,617	22,1	35,8
174	0,420	6,4	15,2
175	0,498	14,4	28,9

2.2.Údaje o vozidlech

Tramvaj typ VarioLF2+VarioLF1:

- hmotnost 74 t
- čelní plocha 7,89 m²
- cestovní rychlost 24 km/h
- součinitel rotačních hmot 1,25
- rozjezdová rychlost 25 km/h
- koef. respektující účinnost 1,7
- celková účinnost vozidla 0,69
- proud pomocných pohonů 70A
- zatížení na jednu nápravu 7,085 t
- maximální proud 1300 A

2.3.Údaje o dopravě

Energetický výpočet je počítán na maximální tedy špičkový provoz s výhledem dopravy v horizontu 10 let a interval vozidel v jednotlivých úsecích tratě je 3 minuty.

2.4 Údaje o trolejovém a kolejnicovém vedení

Trolejový drát	Cu 120 mm ²
Trolejové vedení	řetězovkové kompenzované
Typ použitých kolejnic	NP 3
Typ napájecích a zpětných kabelů	AYY 2x500mm ²
Výstupní napětí měničny	DC 660V
Max. napětí měničny naprázdno	DC 720V

3. Výpočet

3.1. Základní použité vzorce

Měrný jízdní odpor:

$$p_0 = 3,65 + \frac{14,5}{\frac{m}{P_n}} + 0,45 \cdot v + \frac{44 \cdot S \cdot v^2}{m} \cdot 10^{-4} \left(\frac{N}{kN} \right)$$

Rozjezdové a brzděné ztráty:

$$z = 1,072 \cdot 10^{-2} \cdot \xi \cdot v_r^2 \cdot \varepsilon \cdot N \left(\frac{Wh}{t} \right)$$

Měrná spotřeba na konání trakční práce:

$$w_0 = \left[2,72 \cdot (p_0 \pm p_s) + \frac{z}{l} \right] \cdot \frac{1}{\eta_c} \left(\frac{Wh}{t \cdot km} \right)$$

Efektivní proud:

$$I_{ef} = l \cdot n' \cdot \left(c_e \cdot \frac{m}{600} \cdot w + \frac{I_p}{v_c} \right) (A)$$

Maximální proud:

$$I_{max} = \left(I_{ef-1 \text{ v\u017bz}} + (I_m - I_{ef-1 \text{ v\u017bz}}) \cdot 0,82^{\frac{n-1}{N}} \right) \cdot n (A)$$

Výkon:

$$P = I_a \cdot U \cdot 10^{-6} (MW)$$

3.2. Výsledky

Na základě výše uvedených předpokladů byl proveden výpočet a výsledky jsou uvedené zde:

číslo úseku	délka km	p _s ‰	p ₀ N/kN	z Wh/t	w ₀ Wh/(tkm)	I _{ef} A	C _e	I _a A	P MW
119	0,680	26,5	7,0	14,24	162	761	1,25	609	0,20
120	0,839	32,2	7,0	28,48	204	1093	1,18	927	0,61
173	0,650	38,5	7,0	14,24	211	875	1,18	741	0,49
174	0,350	20,0	7,0	0,00	107	271	1,25	217	0,07
175	0,400	43,6	7,0	28,48	303	721	1,13	638	0,42

celkový výkon: 1,79

3.3 Rozdělení výkonu

Výkon pro základní stav

Všechny měnírny jsou v provozu. Úseky jsou napájeny následovně:

Úsek	měnírna
119	Páteřní a Ečerova
120	Páteřní a Ečerova
173	Ečerova a Říčanská
174	Ečerova a Říčanská
175	Říčanská

Předpokládané výkony:

MR Ečerova	0,69 MW
MR Říčanská	0,70 MW

Výkon při výpadku MR Páteřní

Úsek	měnírna
119	Ečerova
120	Ečerova
173	Ečerova a Říčanská
174	Ečerova a Říčanská
175	Říčanská

Předpokládané výkony:

MR Ečerova	1,10 MW
MR Říčanská	0,70 MW

Výkon při výpadku TM Ečerova

Úsek	měnírna
119	Páteřní
120	Páteřní
173	Říčanská
174	Říčanská
175	Říčanská

Předpokládané výkony:

MR Říčanská	0,98 MW
-------------	---------

Výkon při výpadku MR Říčanská

Úsek	mězírna
119	Páteční a Ečerova
120	Páteční a Ečerova
173	Ečerova
174	Ečerova
175	Ečerova

Předpokládané výkony:

MR Ečerova 1,4 MW

3.4 Zkratové poměry

Zkratové poměry

Úsek 173

Minimální zkratový proud $I_{k,min.} = \frac{0,8 U_0}{R_{max}}$

$$R_{max} = 0,061 \Omega$$

$$I_{k, min.} = 9442 A$$

$$1,1 I_{max} \leq I_{nast} \leq 0,9 I_{k min}$$

$$1430 A \leq I_{nast} \leq 8498 A$$

Úsek 174

Minimální zkratový proud $I_{k,min.} = \frac{0,8 U_0}{R_{max}}$

$$R_{max} = 0,027 \Omega$$

$$I_{k, min.} = 21333 A$$

$$1,1 I_{max} \leq I_{nast} \leq 0,9 I_{k min}$$

$$1430 A \leq I_{nast} \leq 19200 A$$

Úsek 175

Minimální zkratový proud $I_{k,min.} = \frac{0,8 U_0}{R_{max}}$

$$R_{\max} = 0,077 \, \Omega$$

$$I_{k, \min.} = 6857 \, A$$

$$1,1 I_{\max} \leq I_{\text{nast}} \leq 0,9 I_{k \min}$$

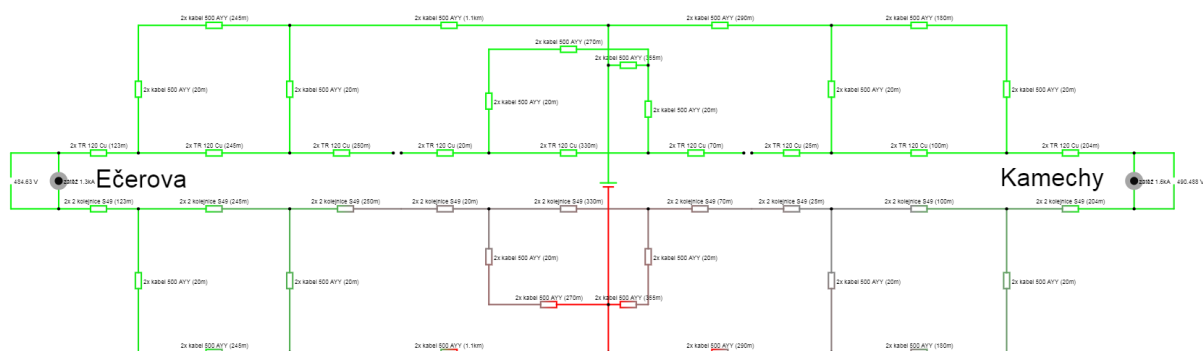
$$1650 \, A \leq I_{\text{nast}} \leq 6171 \, A$$

4. Trakční vedení

Úbytky napětí

Úbytky napětí jsou vypočítány pro nejnepříznivější stavy tj. při výpadku jedné z měníren. Následující schémata zobrazují úbytky napětí při napájení všech 3 nových úseků pouze jednou z měníren MR Ečerova nebo MR Říčanská. Zároveň je uvažován stav, kdy je v úsecích nejvíce tramvajů, při časovém intervalu 3 minuty. Dále jsou ve smyčce uvažovány 3 stojící tramvaje. Všechny ostatní možnosti vycházejí lépe.

Schéma napájení



Celkové schéma při výpadku MR Ečerova

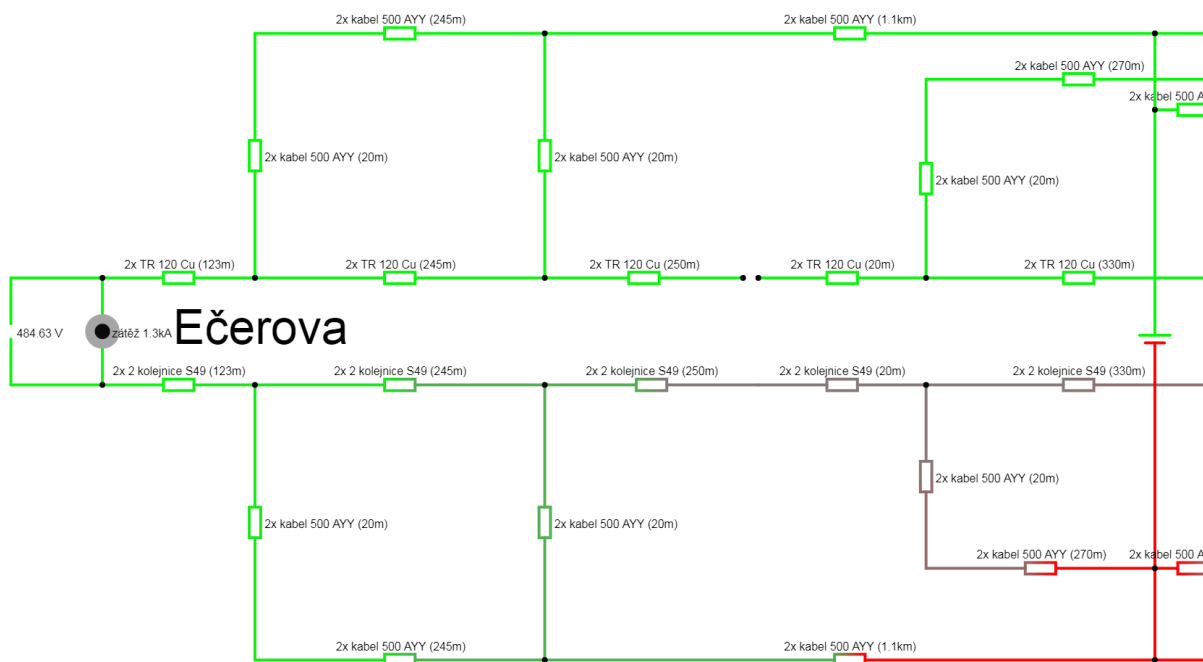


Schéma při výpadku MR Ečerova (část 1)

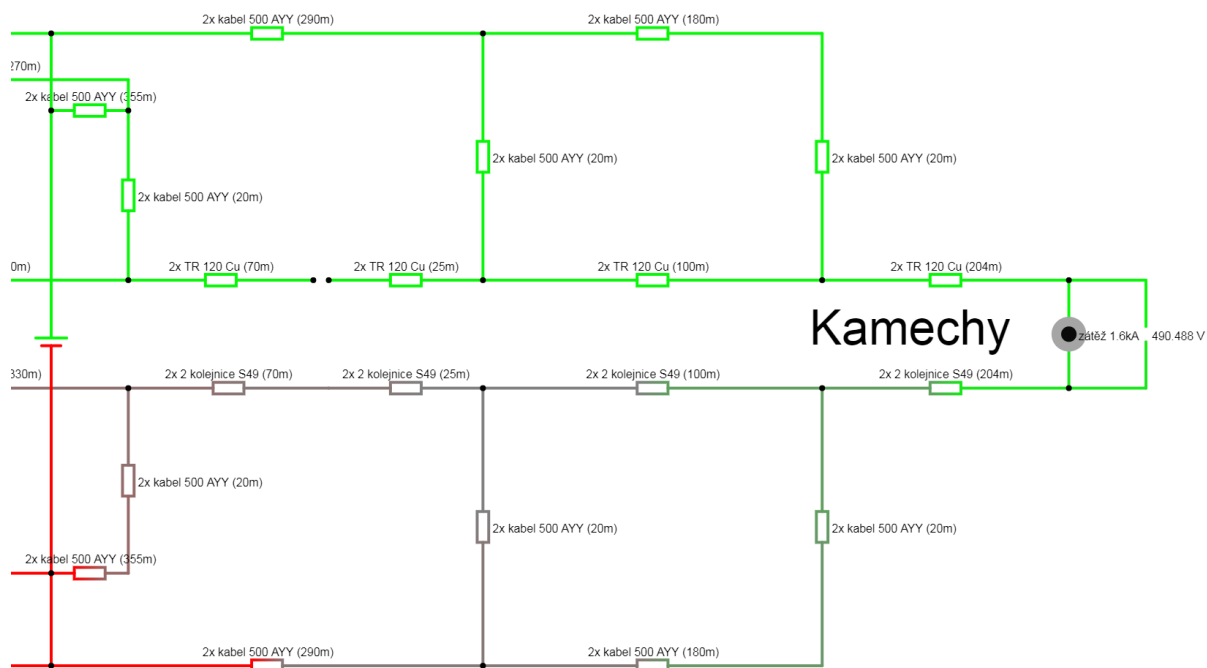
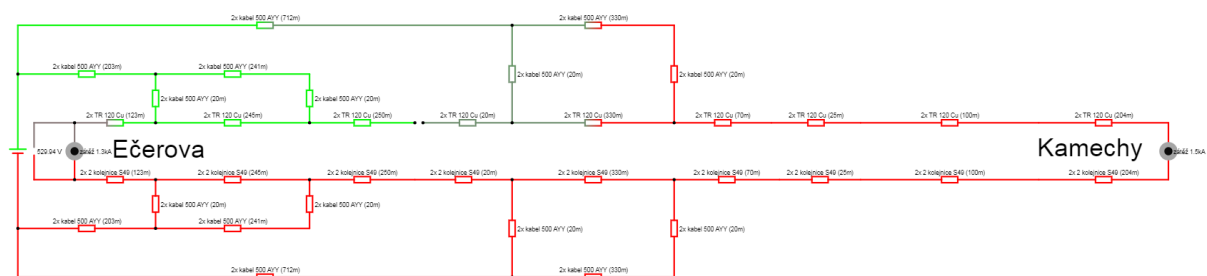


Schéma při výpadku MR Ečerova (část 2)



Celkové schéma při výpadku MR Říčanská

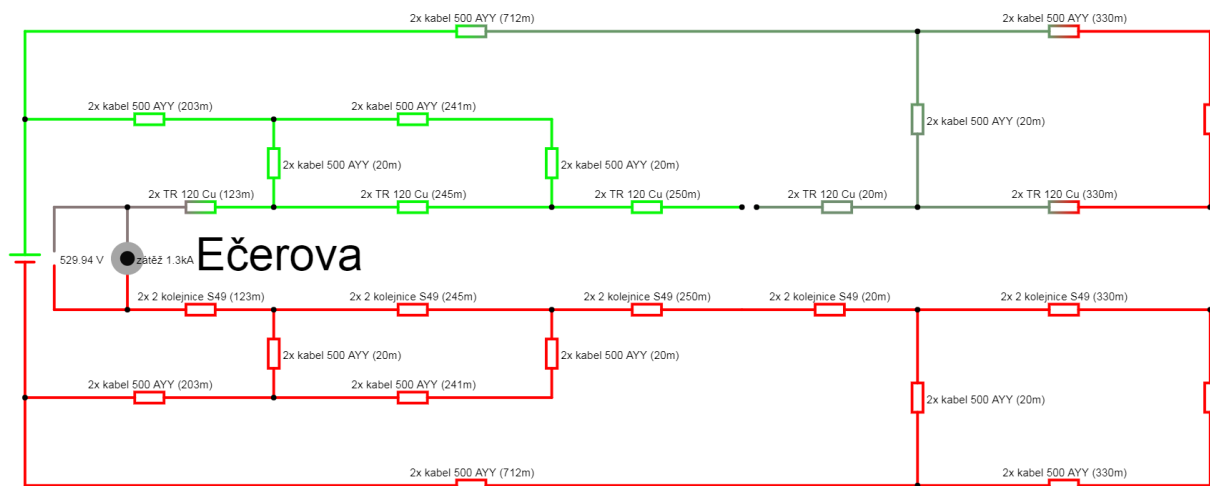


Schéma při výpadku MR Říčanská (část 1)

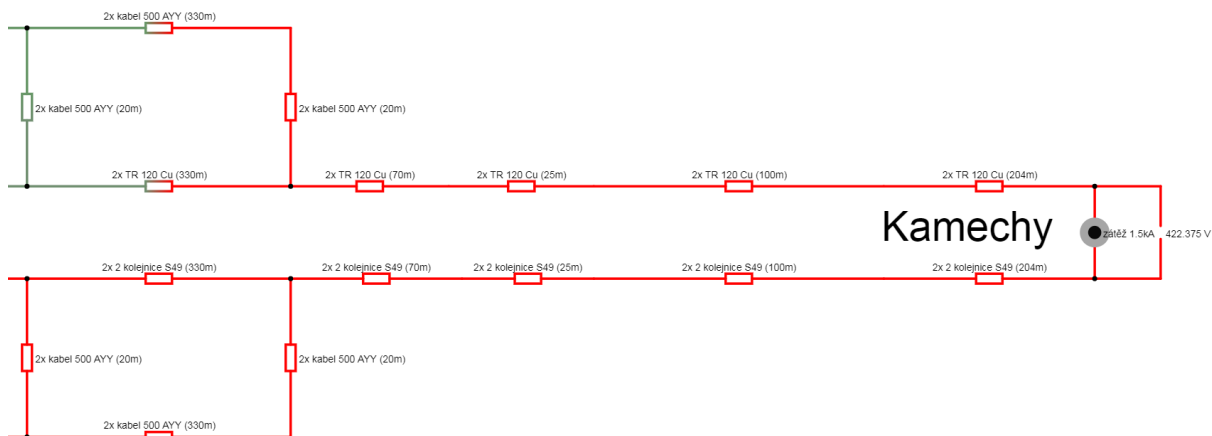


Schéma při výpadku MR Říčanská (část 2)

5. Dimenzování trakčního vedení

Navržené trakční vedení vyhoví při navržených transformátorech 1650 kVA (2250A).

Zkontroloval:

Jiří Podhradský

Vypracoval:

Ing. Jan Flodr