



EURÓPSKA ÚNIA

Európske štrukturálne a investičné fondy
OP Integrovaná infraštruktúra 2014 – 2020










MINISTERSTVO

DOPRAVY A VÝSTAVBY
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

B05

SÚRADNICOVÝ SYSTÉM: S-JTSK v realizácii JTSK

VÝŠKOVÝ SYSTÉM: Bpv

NÁZOV STAVBY		Modernizácia električkových tratí RUŽINOVSKÁ RADIÁLA		
OBJEDNÁVATEĽ	 BRATISLAVA	Hlavné mesto Slovenskej republiky Bratislava Primaciálne nám. 1, 814 99 Bratislava		
PROJEKTANT		DOPRAVOPROJEKT, a.s. Kominárska 141/2,4 832 03 Bratislava		
	HLAVNÝ INŽINIER PROJEKTU	Ing. Nikola Grančič	PODPIS 	
	ČÍSLO ZÁKAZKY	8632-01		
PROJEKTANT OBJEKTU		Elektroline a.s., K Ládví 1805/20, 184 00 Praha 8		
	ZODPOVEDNÝ PROJEKTANT	Ing. Gabriela Kotúčová	PODPIS 	
	VYPRACOVAL	Ing. Kateřina Švehlová	PODPIS 	
	KONTROLOVAL	Ing. Jakub Kern	PODPIS 	
	IDENTIFIKAČNÉ ČÍSLO PRÍLOHY	MET-RR-DSP-C-B050-00000-001-X		
KRAJ: BRATISLAVSKÝ	OKRES: Bratislava I, Bratislava II, Bratislava III	DÁTUM	05.2023	
KATASTRÁLNE ÚZEMIE: Staré Mesto, Nové Mesto, Nivy, Ružinov		FORMÁT		
NÁZOV OBJEKTU	ENERGETICKÉ VÝPOČTY		MIERKA	
			STUPEŇ PD	DSP
			Č. ZÁKAZKY	8632-01
NÁZOV PRÍLOHY	TECHNICKÁ SPRÁVA		Č. SÚPRAVY	Č. PRÍLOHY
				001

Obsah

1	Identifikačné údaje	2
1.1	Stavba	2
1.2	Stavebník, investor a spracovateľ DSP	2
1.3	Časť dokumentácie	2
2	Zadávacie podmienky energetického výpočtu.....	3
2.1	Podklady a predpisy	3
2.2	Dopravné a technické podklady pre výpočet.....	3
2.3	Údaje o vozidlách	3
3	Základné požiadavky energetického výpočtu.....	3
3.1	Zásady výpočtu.....	3
3.2	Nastavenie rýchlovypínačov.....	4
3.3	Maximálny dovolený úbytok napätia v sieti.....	4
3.4	Úbytok napätia v spätnom vedení	4
4	Energetický výpočet meniarne Legionárska.....	4
4.1	Popis súčasného stavu	4
4.2	Popis nového stavu.....	5
4.3	Stanovenie parametrov meniarne	6
4.4	Výpočty	6
4.5	Záver.....	9
5	Energetický výpočet meniarne Ružová dolina	10
5.1	Popis súčasného stavu	10
5.2	Popis nového stavu.....	10
5.3	Stanovenie parametrov meniarne	10
5.4	Výpočty	11
5.5	Záver.....	12
6	Energetický výpočet novej meniarne Astronomická	13
6.1	Popis súčasného stavu	13
6.2	Popis nového stavu.....	13
6.3	Stanovenie parametrov meniarne	14
6.4	Výpočty	14
6.5	Záver.....	17

TECHNICKÁ SPRÁVA

1 Identifikačné údaje

1.1 Stavba

Názov stavby:	Modernizácia električkových tratí – Ružinovská radiála (MET-RR)
Projekt:	Modernizácia električkových tratí – Ružinovská radiála, projektová dokumentácia
Stupeň:	Dokumentácia pre stavebné povolenie (DSP)
Miesto stavby:	Hlavné mesto Slovenskej republiky Bratislava
Okres stavby:	Bratislava I, Bratislava II, Bratislava III
Obec stavby:	Staré Mesto, Nové Mesto, Ružinov
Kraj stavby:	Bratislavský
Druh stavby:	modernizácia

Klasifikácia stavby

V súlade s opatrením Štatistického úradu č. 128/2000 je predmetná verejná práca zatriedená do skupiny:

- 2 Inžinierske stavby
- 21 Dopravná infraštruktúra
- 212 Železnice a dráhy
- 2122 Ostatné dráhy

1.2 Stavebník, investor a spracovateľ DSP

Stavebník a investor (objednávateľ)

Názov :	Hlavné mesto Slovenskej republiky Bratislava
Adresa :	Primaciálne námestie č. 1, 814 99 Bratislava
IČO :	00 603 481

Spracovateľ DSP

Názov :	DOPRAVOPROJEKT, a.s.
Adresa :	Komínarska 2, 4, 832 03 Bratislava
IČO :	31 322 000
Generálny riaditeľ:	Ing. Igor Jakubík
Hlavný inžinier projektu:	Ing. Nikola Grančič

1.3 Časť dokumentácie

Časť dokumentácie:	B05. Energetické výpočty
Projektant časti dok.:	Elektroline, a. s., K Ládví 1805/20, 184 00 Praha 8, Česká republika IČO 45312338
Zodpovedný projektant:	Ing. Gabriela Kotúčová ev.č. 005-21/D-AVDOP-E1, E2, E3a, E4a, E11(PE) Osvedčenie o odbornej spôsobilosti podľa § 27 vyhlášky č. 205/2010 Z.z. o určených činnostiach a činnostiach na určených technických zariadeniach elektrických.

2 Zadávacie podmienky energetického výpočtu

Predmetom energetického výpočtu je návrh úpravy napájania električkovej trate na ul. Krížna, Trnavskom mýte a Ružinovskej ul., s ohľadom na prevádzkovanie nových typov vozidiel. Úpravy napájania súvisia s výstavbou novej meniarne Astronomická a modernizáciami meniarne Legionárska a meniarne Ružová dolina.

Riešenie akceptuje požiadavku na budúci prechod napájania na sústavu 750 V.

2.1 Podklady a predpisy

- STN 37 6754 – Projektovanie trakčného vedenia električkových a trolejbusových dráh
- STN 33 3516 – Elektrotechnické predpisy. Predpisy pre trakčné vedenia električkových a trolejbusových dráh
- Ing. Kuchařová – Návrh metodiky energetických výpočtov
- Smernica pre energetický výpočet električkových a trolejbusových dráh
- Dopravné a technické podklady objednávateľa a Dopravného podniku Bratislava, akciová spoločnosť (DPB)

2.2 Dopravné a technické podklady pre výpočet

- | | |
|--|-------------------------------|
| • Nové električkové vozidlá dĺžky 51 m | |
| • 40 linkových spojov za hodinu, | |
| • Trolejové vedenie, trolejový vodič | Cu 150 mm ² |
| • Napájacie káble typu | 1x AYKCY 500 mm ² |
| • Spätné káble typu | 1x AYKCY 500 mm ² |
| • Cestovná rýchlosť | 25 km/h (v obratisku 20 km/h) |
| • V úseku koľajnice typu | S49 |
| • Menovité napätie meniarne | 660 V DC |
| • Max. napätie meniarne naprázdno | 720 V DC |
| • Menovitý jednosmerný prúd najmensej usmerňovacej skupiny | 2500 A |

2.3 Údaje o vozidlách

- | | |
|------------------------------------|----------|
| • Hmotnosť plne obsadeného vozidla | 110,2 t |
| • Menovité napätie vozidla | 600 V DC |
| • Výkon vozidla | 720 kW |
| • Maximálny rozjazdový prúd | 1650 A |
| • Výkon pomocných pohonov | 120 kW |
| • Prúd pomocných pohonov | 150 A |

3 Základné požiadavky energetického výpočtu

3.1 Zásady výpočtu

Cieľom energetického výpočtu je zaistiť bezpečnú prevádzku električkovej trate (bez prídavných mimo-riadnych opatrení) pri adekvátnych nákladoch pre úpravu riešených napájacích úsekov.

Výpočty sa vykonávajú pre najhoršiu možnú situáciu, ktorá prebieha v reálnej prevádzke. Je teda nevyhnutné uvažovať maximálne možné (ale realistické) zaťaženie riešeného úseku, ktoré môže nastať. Tu sa jedná predovšetkým o správne nastavenie ochranných funkcií a zabezpečenie dostatočného napájacieho výkonu do úseku.

V prípade opatrení na zníženie vplyvu bludných prúdov sa uvažuje priemerný celodenný stav prúdového zaťaženia úseku, ktorý podľa STN 37 6754 tvorí 0,6 efektívneho prúdu dennej špičky.

3.2 Nastavenie rýchlovypínačov

Nadprúdová spúšť napájача sa nastavuje na hodnoty:

$$I_{knast} \geq 1,1 \text{ až } 1,25 \cdot I_{max}$$

a súčasne:

$$I_{knast} \leq 0,85 \text{ až } 0,9 \cdot I_{kmin}$$

Nami zvolená podmienka:

$$0,85 \cdot I_{kmin} > I_{knast} > 1,25 \cdot I_{max}$$

Výsledné hodnoty I_{kmin} a I_{max} pre navrhované úseky sú uvedené v tabuľke výsledných hodnôt. Uvedené hodnoty nastavenia rýchlovypínačov majú iba orientačný charakter - definitívne nastavenie bude vykonané podľa skutočného prúdového zaťaženia v uvažovanom úseku.

3.3 Maximálny dovolený úbytok napätia v sieti

Celkový úbytok napätia v sieti (vlastná meniaren, káble k napájacím bodom, trolejové vedenie, koľajové vedenia, káble spätného vedenia) nesmie byť vyšší ako taký, ktorý umožní bezpečnú prevádzku (najmä rozjazd) električkových súprav aj pri maximálnom dennom zaťaženia napájacieho úseku.

$$\Delta U_{max} = U_n - U_{min} = 660 - 400 = 260 \text{ V}$$

U_n menovité napätie meniarne (660 V)

U_{min} minimálne prípustné napätie v sieti (400 V)

3.4 Úbytok napätia v spätnom vedení

Úbytok napätia v spätnom vedení nesmie prekročiť hodnotu danú STN 33 3516.

$$\Delta U_{zk} = R_{zk} \cdot I_{ef} \cdot k_z \quad (V)$$

R_{zk} odpor spätných káblov (Ω)

I_{ef} efektívny prúd (A)

k_z koeficient závislosti prúdu (0,6)

4 Energetický výpočet meniarne Legionárska

4.1 Popis súčasného stavu

Z meniarne Legionárska sú napájané úseky električkovej a trolejbusovej trate. Rekonštrukcia káblvej trate bude riešiť všetky káble, ktoré vedú pozdĺž modernizovanej električkovej trate.

Zo závažných dopravných údajov DPB vyplýva, že sa predpokladá s prevádzkovaním nových vozidiel s väčším výkonom. Z tohto dôvodu je potrebné posilniť káblvé napájacie vedenie pre úseky č. 202, 214, 215 a 218.

4.2 Popis nového stavu

Z meniarne Legionárska bude napájanie úsekov č. 202, 214, 215 a 218 upravené podľa požiadavky na premávku:

- úsek Americké nám. - Vazovova: priemerný interval 4 minúty, 51 m vozidlá
- úsek Vazovova - Trnavské mýto: priemerný interval 2 minúty, striedavo 51 m a 32 m vozidlá
- úsek Trnavské mýto - Saleziáni: priemerný interval 4 minúty, 32 m vozidlá

Káble, vedúce z meniarne, budú v dĺžke cca 100 m umiestnené v káblovode. Do každého úseku budú umiestnené 2 napájacie body NB A a NB B a 2 odsávacie body. Umiestnenie odsávacích (spätných) bodov vychádza z výpočtu. Do každého úseku budú privedené min.3 káble napájacie a 3 káble spätné.

Napájacie káble	počet	dĺžka (m)	značenie
202/TRP	3	150	202/1,2,3
202/B	2	10	202/B1,2
202/A	2	260	202/A1,2
202-215 prepoiovacie	2	100	202/4,5
215/TRP	3	200	215/1,2,3
215/B	2	90	215/B1,2
215/A	2	450	215/A1,2
215-218 prepoiovacie	2	850	215/4,5
214/TRP	3	480	214/1,2,3
214/B	2	20	214/B1,2
214/A	2	170	214/A1,2
214-202 prepoiovacie	2	470	214/4,5
218/TRP	4	1000	218/1,2,3,4
218/A	2	270	218/A1,2
218/B	2	20	218/B1,2
218-501 prepoiovacie	2	840	218/5,6

Spätné káble	počet	dĺžka (m)	značenie
202/TRM	3	260	202/1,2,3
202/A	2	10	202/A1,2
215/TRM1	3	200	215/1,2,3
215/A	2	10	215/A1,2
215/TRM2	2	500	215/4,5
214/TRM	3	480	214/1,2,3
214/A	2	20	214/A1,2
214/B	2	225	214/B1,2
218/TRM	4	1000	218/1,2,3,4
218/A	2	10	218/A1,2
218/B	2	240	218/B1,2

4.3 Stanovenie parametrov meniarne

Technológia meniarne bude dimenzovaná na prevádzkové trakčné napätie 750 V / 600 V DC, t. j. pre budúcu prevádzku električky na 750 V DC, a prevádzku existujúcich električiek na 600 V DC. Technológia musí byť navrhnutá tak, aby bez zmeny technologických zariadení umožňovala prevádzku s menovitým napätiam 750 V.

Navrhujeme navýšenie rezervovaného príkonu na novú hodnotu 3400 kW s tým, že v skúšobnej prevádzke sa táto hodnota ešte upresní podľa skutočne dosahovaných $\frac{1}{4}$ hod. maxim príkonu el. energie.

4.4 Výpočty

NAPÁJACÍ ÚSEK NÚ 214 – MENIARENĽ LEGIONÁRSKA

veličina	ozn.	hodnota	jedn.
Redukovaná dĺžka napájaného úseku	l	0,380	km
Redukované stúpanie v úseku	p _s	5,00	‰
Počet prechádzajúcich súprav jedným úsekom	m	60	-
Cestovná rýchlosť	v _c	25	km/h
Počet zastavení v úseku (↑ aj ↓)	z	2	-
Merná spotreba elektrickej energie	w	208,41	Wh/tkm
Stredný prúd	I _s	912,74	A
Efektívny prúd	I _{ef}	1305,22	A
Maximálny prúd	I _{max}	3157,29	A
Merný prúd v úseku	i	2060,87	A/km
Minimálny skratový prúd	I _{k min}	7272,73	A
Max. vzdialenosť medzi dvoma odsávacími bodmi	L _{max}	0,33	km
Maximálny odpor skratového obvodu	R _{max}	0,0792	Ω
Odpor napájacích káblov	R _{nk}	0,017	Ω
Odpor spätných káblov	R _{zk}	0,019	Ω
Nastavenie rýchlovypínačov	I _{k nast}	4000	A
Kontrola zaťaženia káblov na oteplenie pri súbehu (<590A / 1 kábel)	I _{otp}	435,07	A
Úbytok napätia v napájacom kábl. vedení (<60 V)	ΔU _{nk}	54,15	V
Úbytok napätia v spätnom kábl. vedení (<60 V)	ΔU _{zk}	60,78	V
Maximálny úbytok napätia v úseku (<260 V)	ΔU _{max}	170,78	V
Úbytok napätia pri rozjazde 2 súprav + 1 jazda (<260 V)	ΔU _{max}	250,06	V
VYHOVUJE			

NAPÁJACÍ ÚSEK NÚ 215 – MENIARENĚ LEGIONÁRSKA

veľičina	ozn.	hodnota	jedn.
Redukovaná dĺžka napájaného úseku	l	0,550	km
Redukované stúpanie v úseku	p _s	5,00	‰
Počet prechádzajúcich súprav jedným úsekom	m	60	-
Cestovná rýchlosť	v _c	25	km/h
Počet zastavení v úseku (↑ aj ↓)	z	2	-
Merná spotreba elektrickej energie	w	158,37	Wh/tkm
Stredný prúd	I _s	1003,87	A
Efektívny prúd	I _{ef}	1435,53	A
Maximálny prúd	I _{max}	3103,18	A
Merný prúd v úseku	i	1566,03	A/km
Minimálny skratový prúd	I _{k min}	6794,86	A
Max. vzdialenosť medzi dvoma odsávacími bodmi	L _{max}	0,437	km
Maximálny odpor skratového obvodu	R _{max}	0,0848	Ω
Odpor napájacích káblov	R _{nk}	0,021	Ω
Odpor spätných káblov	R _{zk}	0,019	Ω
Nastavenie rýchlovypínačov	I _{k nast}	4000	A
Kontrola zaťaženia káblov na oteplenie pri súbehu (<590A / 1 kábel)	I _{otp}	478,51	A
Úbytok napätia v napájacom kábl. vedení (<60 V)	ΔU _{nk}	58,32	V
Úbytok napätia v spätnom kábl. vedení (<60 V)	ΔU _{zk}	58,32	V
Maximálny úbytok napätia v úseku (<260 V)	ΔU _{max}	192,58	V
Úbytok napätia pri rozjazde 2 súprav + 1 jazda (<260 V)	ΔU _{max}	257,32	V
VYHOVUJE			

NAPÁJACÍ ÚSEK NÚ 202 – MENIARENĚ LEGIONÁRSKA

veličina	ozn.	hodnota	jedn.
Redukovaná dĺžka napájaného úseku	l	0,430	km
Redukované stúpanie v úseku	p_s	5,00	‰
Počet prechádzajúcich súprav úsekom	m	60	-
Cestovná rýchlosť	v_c	25	km/h
Počet zastavení v úseku (\uparrow aj \downarrow)	z	2	-
Merná spotreba elektrickej energie	w	188,55	Wh/tkm
Stredný prúd	I_s	1116,83	A
Efektívny prúd	I_{ef}	1597,06	A
Maximálny prúd	I_{max}	1699,19	A
Merný prúd v úseku	i	2228,46	A/km
Minimálny skratový prúd	$I_{k\ min}$	9202,75	A
Max. vzdialenosť medzi dvoma odsávacími bodmi	L_{max}	0,31	km
Maximálny odpor skratového obvodu	R_{max}	0,0626	Ω
Odpor napájacích káblov	R_{nk}	0,015	Ω
Odpor spätných káblov	R_{zk}	0,013	Ω
Nastavenie rýchlovypínačov	$I_{k\ nast}$	4000	A
Kontrola zaťaženia káblov na oteplenie pri súbehu (<590 A / 1 kábel)	I_{otp}	532,35	A
Úbytok napätia v napájacom kábl. vedení (<60 V)	ΔU_{nk}	24,98	V
Úbytok napätia v spätnom kábl. vedení (<60 V)	ΔU_{zk}	22,23	V
Maximálny úbytok napätia v úseku (<260 V)	ΔU_{max}	65,58	V
Úbytok napätia pri rozjazde 2 súprav (<260 V)	ΔU_{max}	206,55	V
VYHOVUJE			

NAPÁJACÍ ÚSEK NÚ 218 – MENIARENĚ LEGIONÁRSKA

veľičina	ozn.	hodnota	jedn.
Redukovaná dĺžka napájaného úseku	l	0,550	km
Redukované stúpanie v úseku	p_s	5,00	‰
Počet prechádzajúcich súprav úsekom	m	40	-
Cestovná rýchlosť	v_c	25	km/h
Počet zastavení v úseku (\uparrow aj \downarrow)	z	2	-
Merná spotreba elektrickej energie	w	158,10	Wh/tkm
Stredný prúd	I_s	668,1	A
Efektívny prúd	I_{ef}	955,39	A
Maximálny prúd	I_{max}	3094,63	A
Merný prúd v úseku	i	1042,24	A/km
Minimálny skratový prúd	$I_{k\ min}$	5501,43	A
Max. vzdialenosť medzi dvoma odsávacími bodmi	L_{max}	0,657	km
Maximálny odpor skratového obvodu	R_{max}	0,1047	Ω
Odpor napájacích káblov	R_{nk}	0,018	Ω
Odpor spätných káblov	R_{zk}	0,018	Ω
Nastavenie rýchlovypínačov	$I_{k\ nast}$	4000	A
Kontrola zaťaženia káblov na oteplenie pri súbehu (<590 A / 1 kábel)	I_{otp}	318,46	A
Úbytok napätia v napájacom kábl. vedení (<60 V)	ΔU_{nk}	54,16	V
Úbytok napätia v spätnom kábl. vedení (<60 V)	ΔU_{zk}	54,16	V
Maximálny úbytok napätia v úseku (<260 V)	ΔU_{max}	248,41	V
Úbytok napätia pri rozjazde 2 súprav + 1 jazda (<260 V)	ΔU_{max}	259,21	V
VYHOVUJE			

4.5 Záver

Napájanie úsekov č. 202, 214, 215 a 218 vyhovuje z hľadiska dovoleného úbytku napätia, aj z hľadiska skratového prúdu. Odsávacie miesta sú navrhnuté podľa výpočtu.

Nastavenie vypínacích prúdov rýchlovypínačov zodpovedá STN 37 6754, STN 33 3516 a STN 34 1500.

5 Energetický výpočet meniarne Ružová dolina

5.1 Popis súčasného stavu

Z meniarne Ružová dolina je napájaných päť samostatne napájaných úsekov trate Ružinovskej radiály č. 501, 502, 503, 504 a 505. Vzhľadom na veľkú vzdialenosť napájacích úsekov č. 503, 504 a 505 od miesta jestvujúcej meniarne je napájanie z jestvujúcej meniarne neekonomické z hľadiska investičných nákladov, ako aj z hľadiska neekonomickej prevádzky z dôvodu vysokého úbytku napätia a vysokých strát.

Požiadavkou správcu je napájanie len úsekov električkovej trate č. 501 a 502 z meniarne Ružová dolina a vybudovať nové napájacie a spätné káblové vedenie z novej meniarne Astronomická.

Zo záväzných dopravných údajov DPB vyplýva, že na Ružinovskej radiále sa predpokladá s prevádzkovaním nových vozidiel s väčším výkonom. Z tohto dôvodu je potrebné posilniť káblové napájacie vedenie.

5.2 Popis nového stavu

Z meniarne Ružová dolina budú napájané úseky č. 501 a 502. Káble budú umiestnené v kolektore na ul. Bajkalská a v káblovode pozdĺž koľají električkovej trate.

Do každého úseku budú umiestnené 2 napájacie body NB A a NB B a 2 odsávacie body. Umiestnenie odsávacích (spätných) bodov vychádza z výpočtu. Do každého úseku budú privedené min. 3 káble napájacie a 3 káble spätné.

Napájacie káble	počet	dĺžka (m)	značenie
502/TRP	3	510	502/1,2,3
502/B	2	10	502/B1,2
502/A	3	270	502/A1,2
502-2102 prepojovacie	2	890	2102/4,5
501/TRP	3	560	501/1,2,3
501/A	2	330	501/A1,2
501/B	2	120	501/B1,2
501-502 prepojovacie	2	350	502/4,5

Spätné káble	počet	dĺžka (m)	značenie
502/B	2	270	502/B1,2
502/TRM	3	510	502/1,2,3
501/TRM	3	560	501/1,2,3
501/A	2	90	501/A1,2
501/B	2	350	501/B1,2

5.3 Stanovenie parametrov meniarne

Rekonštrukcia technológie v meniarni bude dimenzovaná na prevádzkové trakčné napätie 750 V / 600 V DC, tj. pre budúcu prevádzku električiek na 750 V DC, a prevádzku existujúcich električiek na 600 V DC. Technológia musí byť navrhnutá tak, aby bez zmeny technologických zariadení umožňovala prevádzku s menovitým napätiam 750 V.

5.4 Výpočty

NAPÁJACÍ ÚSEK NÚ 501 – MENIARENĚ RUŽOVÁ DOLINA

veľičina	ozn.	hodnota	jedn.
Redukovaná dĺžka napájaného úseku	l	0,545	km
Redukované stúpanie v úseku	p _s	5,00	‰
Počet prechádzajúcich súprav úsekom	m	40	-
Cestovná rýchlosť	v _c	25	km/h
Počet zastavení v úseku (↑ aj ↓)	z	2	-
Merná spotreba elektrickej energie	w	158,37	Wh/tkm
Stredný prúd	I _s	667,48	A
Efektívny prúd	I _{ef}	954,50	A
Maximálny prúd	I _{max}	3104,52	A
Merný prúd v úseku	i	1050,82	A/km
Minimálny skratový prúd	I _{k min}	6193,55	A
Max. vzdialenosť medzi dvoma odsávacími bodmi	L _{max}	0,652	km
Maximálny odpor skratového obvodu	R _{max}	0,0930	Ω
Odpor napájacích káblov	R _{nk}	0,012	Ω
Odpor spätných káblov	R _{zk}	0,013	Ω
Nastavenie rýchlovypínačov	I _{k nast}	4000	A
Kontrola zaťaženia káblov na oteplenie pri súbehu (<590 A / 1 kábel)	I _{otp}	318,17	A
Úbytok napätia v napájacom kábl. vedení (<60 V)	ΔU _{nk}	38,21	V
Úbytok napätia v spätnom kábl. vedení (<60 V)	ΔU _{zk}	39,30	V
Maximálny úbytok napätia v úseku (<260 V)	ΔU _{max}	212,39	V
Úbytok napätia pri rozjazde 2 súprav + 1 jazda (<260 V)	ΔU _{max}	230,98	V
VYHOVUJE			

NAPÁJACÍ ÚSEK NÚ 502 – MENIARENĚ RUŽOVÁ DOLINA

veľičina	ozn.	hodnota	jedn.
Redukovaná dĺžka napájaného úseku	l	0,550	km
Redukované stúpanie v úseku	p_s	5,00	‰
Počet prechádzajúcich súprav úsekom	m	40	-
Cestovná rýchlosť	v_c	25	km/h
Počet zastavení v úseku (\uparrow aj \downarrow)	z	2	-
Merná spotreba elektrickej energie	w	158,37	Wh/tkm
Stredný prúd	I_s	669,86	A
Efektívny prúd	I_{ef}	957,90	A
Maximálny prúd	I_{max}	3094,63	A
Merný prúd v úseku	i	1042,24	A/km
Minimálny skratový prúd	$I_{k\ min}$	7024,39	A
Max. vzdialenosť medzi dvoma odsávacími bodmi	L_{max}	0,657	km
Maximálny odpor skratového obvodu	R_{max}	0,0820	Ω
Odpor napájacích káblov	R_{nk}	0,018	Ω
Odpor spätných káblov	R_{zk}	0,018	Ω
Nastavenie rýchlovypínačov	$I_{k\ nast}$	4000	A
Kontrola zaťaženia káblov na oteplenie pri súbehu (<590 A / 1 kábel)	I_{otp}	477,70	A
Úbytok napätia v napájacom kábl. vedení (<60 V)	ΔU_{nk}	55,24	V
Úbytok napätia v spätnom kábl. vedení (<60 V)	ΔU_{zk}	55,24	V
Maximálny úbytok napätia v úseku (<260 V)	ΔU_{max}	172,14	V
Úbytok napätia pri rozjazde 2 súprav + 1 jazda (<260 V)	ΔU_{max}	241,07	V
VYHOVUJE			

5.5 Záver

Napájanie úsekov č. 501 a 502 vyhovuje z hľadiska dovoľeného úbytku napätia, aj z hľadiska skratového prúdu. Odsávacie miesta sú navrhnuté podľa výpočtu.

Nastavenie vypínacích prúdov rýchlovypínačov zodpovedá STN 37 6754, STN 33 3516 a STN 34 1500.

6 Energetický výpočet novej meniarne Astronomická

6.1 Popis súčasného stavu

Z meniarne Ružová dolina je napájaných päť samostatne napájaných úsekov trate Ružinovskej radiály č. 501, 502, 503, 504 a 505. Vzhľadom na veľkú vzdialenosť napájacích úsekov č. 503, 504 a 505 od miesta jestvujúcej meniarne je napájanie z jestvujúcej meniarne neekonomické z hľadiska investičných nákladov, ako aj z hľadiska neekonomickej prevádzky z dôvodu vysokého úbytku napätia a vysokých strát.

Požiadavkou správcu je napájanie len úsekov električkovej trate č. 501 a 502 z meniarne Ružová dolina a vybudovať nové napájacie a spätné káblové vedenie z novej meniarne Astronomická.

Zo záväzných dopravných údajov DPB vyplýva, že na Ružinovskej radiále sa predpokladá s prevádzkovaním nových vozidiel s väčším výkonom. Z tohto dôvodu je potrebné posilniť káblové napájacie vedenie.

6.2 Popis nového stavu

Z novej meniarne Astronomická budú napájané úseky č. 2102, 2103, 2104 a 2105. Káble budú umiestnené v káblovode pozdĺž koľají električkovej trate. Do každého úseku budú umiestnené 2 napájacie body NB A a NB B a 2 odsávacie body. Umiestnenie odsávacích (spätných) bodov vychádza z výpočtu. Do každého úseku budú privedené min. 3 káble napájacie a 3 káble spätné.

Napájacie káble	počet	dĺžka (m)	značenie
2105/TRP	3	60	2105/1,2,3
2105/B	2	270	2105/B1,2
2105-2104 prepoiovacie	2	580	2105/4,5
2104/TRP	3	620	2104/1,2,3
2104/B	2	290	2104/B1,2
2104-2103 prepoiovacie	2	520	2104/4,5
2103/TRP	3	1150	2103/1,2,3
2103/B	2	230	2103/B1,2
2103-2102 prepoiovacie	2	430	2103/4,5
2102/TRP	4	1550	2102/1,2,3,4
2102/B	2	300	2102/B1,2
2102-502-prepoiovacie	2	890	2102/4,5

Spätné káble	počet	dĺžka (m)	značenie
2105/TRM	3	60	2105/1,2,3
2105/B	2	270	2105/B1,2
2104/TRM	3	620	2104/1,2,3
2104/B	2	290	2104/B1,2
2103/TRM	3	1150	2103/1,2,3
2103/B	2	230	2103/B1,2
2102/TRM	4	1550	2102/1,2,3,4
2102/B	2	300	2102/B1,2

6.3 Stanovenie parametrov meniarne

Návrh meniarne bude dimenzovaný na prevádzkové trakčné napätie 750 V / 600 V DC, tj. pre budúcu prevádzku električiek na 750 V DC, a prevádzku existujúcich električiek na 600 V DC. Technológia musí byť navrhnutá tak, aby bez zmeny technologických zariadení umožňovala prevádzku s menovitým napätím 750 V.

Úsek č.	I_s (A)	I_{ef} (A)
2102	875,6	1250
2103	633,6	906,01
2104	942,8	1348,2
2105	616,8	888,2
Celkom	3068,8	4392,3

I_{ef} efektívny prúd (A)

I_s stredný prúd (A)

6.4 Výpočty

NAPÁJACÍ ÚSEK NÚ 2102 – MENIAREŇ ASTRONOMICKÁ

veličina	ozn.	hodnota	jedn.
Redukovaná dĺžka napájaného úseku	l	0,520	km
Redukované stúpanie v úseku	p_s	10,00	‰
Počet prechádzajúcich súprav úsekom	m	40	-
Cestovná rýchlosť	v_c	25	km/h
Počet zastavení v úseku (\uparrow aj \downarrow)	z	2	-
Merná spotreba elektrickej energie	w	183,36	Wh/tkm
Stredný prúd	I_s	875,62	A
Efektívny prúd	I_{ef}	1252,14	A
Maximálny prúd	I_{max}	2545,56	A
Merný prúd v úseku	i	1444,77	A/km
Minimálny skratový prúd	$I_{k\ min}$	4667,75	A
Max. vzdialenosť medzi dvoma odsávacími bodmi	L_{max}	0,474	km
Maximálny odpor skratového obvodu	R_{max}	0,1234	Ω
Odpor napájacích káblov	R_{nk}	0,022	Ω
Odpor spätných káblov	R_{zk}	0,022	Ω
Nastavenie rýchlovypínačov	$I_{k\ nast}$	3200	A
Kontrola zaťaženia káblov na oteplenie pri súbehu (<590 A / 1 kábel)	I_{otp}	313,03	A
Úbytok napätia v napájacom kábl. vedení (<60 V)	ΔU_{nk}	55,24	V
Úbytok napätia v spätnom kábl. vedení (<60 V)	ΔU_{zk}	55,24	V
Maximálny úbytok napätia v úseku (<260 V)	ΔU_{max}	247,88	V
Úbytok napätia pri rozjazde 2 súprav + 1 jazda (<260 V)	ΔU_{max}	257,58	V

VYHOVUJE

NAPÁJACÍ ÚSEK NÚ 2103 – MENIAREŇ ASTRONOMICKÁ

veľičina	ozn.	hodnota	jedn.
Redukovaná dĺžka napájaného úseku	l	0,445	km
Redukované stúpanie v úseku	p_s	10,00	‰
Počet prechádzajúcich súprav úsekom	m	40	-
Cestovná rýchlosť	v_c	25,00	km/h
Počet zastavení v úseku (\uparrow aj \downarrow)	z	2	-
Merná spotreba elektrickej energie	w	246,18	Wh/tkm
Stredný prúd	I_s	1006,03	A
Efektívny prúd	I_{ef}	1438,63	A
Maximálny prúd	I_{max}	2371,34	A
Merný prúd v úseku	i	1939,72	A/km
Minimálny skratový prúd	$I_{k\ min}$	5597,67	A
Max. vzdialenosť medzi dvoma odsávacími bodmi	L_{max}	0,706	km
Maximálny odpor skratového obvodu	R_{max}	0,1029	Ω
Odpor napájacích káblov	R_{nk}	0,027	Ω
Odpor spätných káblov	R_{zk}	0,027	Ω
Nastavenie rýchlovypínačov	$I_{k\ nast}$	3500	A
Kontrola zaťaženia káblov na oteplenie pri súbehu (<590 A / 1 kábel)	I_{otp}	479,54	A
Úbytok napätia v napájacom kábl. vedení (<60 V)	ΔU_{nk}	57,3	V
Úbytok napätia v spätnom kábl. vedení (<60 V)	ΔU_{zk}	57,3	V
Maximálny úbytok napätia v úseku (<260 V)	ΔU_{max}	240,50	V
Úbytok napätia pri rozjazde 2 súprav + 1 jazda (<260 V)	ΔU_{max}	244,01	V
VYHOVUJE			

NAPÁJACÍ ÚSEK NÚ 2104 – MENIAREŇ ASTRONOMICKÁ

veľičina	ozn.	hodnota	jedn.
Redukovaná dĺžka napájaného úseku	l	0,490	km
Redukované stúpanie v úseku	p_s	5,00	‰
Počet prechádzajúcich súprav úsekom	m	40	-
Cestovná rýchlosť	v_c	25	km/h
Počet zastavení v úseku (\uparrow aj \downarrow)	z	2	-
Merná spotreba elektrickej energie	w	209,78	Wh/tkm
Stredný prúd	I_s	943,96	A
Efektívny prúd	I_{ef}	1349,86	A
Maximálny prúd	I_{max}	2519,39	A
Merný prúd v úseku	i	1652,89	A/km
Minimálny skratový prúd	$I_{k\ min}$	7669,77	A
Max. vzdialenosť medzi dvoma odsávacími bodmi	L_{max}	0,414	km
Maximálny odpor skratového obvodu	R_{max}	0,0751	Ω
Odpor napájacích káblov	R_{nk}	0,023	Ω
Odpor spätných káblov	R_{zk}	0,023	Ω
Nastavenie rýchlovypínačov	$I_{k\ nast}$	3300	A
Kontrola zaťaženia káblov na oteplenie pri súbehu (<590 A / 1 kábel)	I_{otp}	449,95	A
Úbytok napätia v napájacom kábl. vedení (<60 V)	ΔU_{nk}	58,30	V
Úbytok napätia v spätnom kábl. vedení (<60 V)	ΔU_{zk}	58,30	V
Maximálny úbytok napätia v úseku (<260 V)	ΔU_{max}	190,53	V
Úbytok napätia pri rozjazde 2 súprav + 1 jazda (<260 V)	ΔU_{max}	208,35	V
VYHOVUJE			

NAPÁJACÍ ÚSEK NÚ 2105 – MENIAREŇ ASTRONOMICKÁ

veľičina	ozn.	hodnota	jedn.
Redukovaná dĺžka napájaného úseku	l	0,600	km
Redukované stúpanie v úseku	p_s	5,00	‰
Počet prechádzajúcich súprav úsekom	m	40	-
Cestovná rýchlosť (znížená z dôvodu prejazdu cez obratisko)	v_c	20	km/h
Počet zastavení v úseku (\uparrow aj \downarrow)	z	2	-
Merná spotreba elektrickej energie	w	178,27	Wh/tkm
Stredný prúd	I_s	982,28	A
Efektívny prúd	I_{ef}	1404,66	A
Maximálny prúd	I_{max}	4691,10	A
Merný prúd v úseku	i	1404,66	A/km
Minimálny skratový prúd	$I_{k\ min}$	9552,24	A
Max. vzdialenosť medzi dvoma odsávacími bodmi	L_{max}	0,488	km
Maximálny odpor skratového obvodu	R_{max}	0,0603	Ω
Odpor napájacích káblov	R_{nk}	0,012	Ω
Odpor spätných káblov	R_{zk}	0,012	Ω
Nastavenie rýchlovypínačov	$I_{k\ nast}$	5700	A
Kontrola zaťaženia káblov na oteplenie pri súbehu (<590 A / 1 kábel)	I_{otp}	468,22	A
Úbytok napätia v napájacom kábl. vedení (<60 V)	ΔU_{nk}	55,8	V
Úbytok napätia v spätnom kábl. vedení (<60 V)	ΔU_{zk}	55,8	V
Maximálny úbytok napätia v úseku (<260 V)	ΔU_{max}	176,37	V
Úbytok napätia pri rozjazde 2 súprav + 1 jazda (<260 V)	ΔU_{max}	254,59	V
VYHOVUJE			

6.5 Záver

Napájanie novo navrhnutých úsekov č. 2102, 2103, 2104, 2105 vyhovuje z hľadiska dovoleného úbytku napätia, aj z hľadiska skratového prúdu. Odsávacie miesta sú navrhnuté podľa výpočtu.

Nastavenie vypínacích prúdov rýchlovypínačov zodpovedá STN 37 6754, STN 33 3516 a STN 34 1500.

Dátum: 05/2023

Miesto: Praha, Česká Republika

Vypracoval: Ing. Kateřina Švehlová