








Číslo změny:	Obsah změny:	Datum změny:
01	-	-
02	-	-
03	-	-

Objednatel:  <small>Správa železniční dopravní cesty</small>	Správa železniční dopravní cesty, státní organizace Dlážďená 1003/7, 110 00 Praha 1 Stavební správa západ Sokolovská 278, 190 00 Praha 9
--	---

Zhotovitel: SPOLEČNOST "SP+EŽ TNS BALABENKA" <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <small>®</small> </div> <div style="text-align: center;">  <small>Elektrizace Železnic Praha a.s.</small> </div> <div> SUDOP PRAHA a.s. Olšanská 1a, 130 80 Praha 3 tel.: +420 267 094 111 e-mail: praha@sudop.cz </div> <div> EŽ Praha a.s. nám. Hrdinů 1693/4a 140 00 Praha 4 - Nusle e-mail: marketing@elzel.cz </div> </div>	Hlavní inženýr projektu: ING. MIROSLAV NEZKUSIL	Asistent hlavního inženýra: -
--	---	---

Projektant:  <small>®</small>	SUDOP PRAHA a.s. Olšanská 1a, 130 80 Praha 3 tel.: +420 267 094 111 e-mail: praha@sudop.cz
---	---

Středisko: PROJEKTOVÉ STŘEDISKO HRADEC KRÁLOVÉ			
Vedoucí střediska:  ING. PAVEL HORÁČEK	Odpovědný projektant SO, IO, PS:  ING. PETR VRÁBEL	Vypracoval:  ING. PETR VRÁBEL	Kontroloval:  ING. PAVEL HORÁČEK

Název akce: Zvýšení trakčního výkonu TNS, TNS Balabenska	Číslo smlouvy: 16 029 208
Část: KOROZNÍ PRŮZKUM A MĚŘENÍ ZEMNÍHO ODPORU	Projektový stupeň: PD
	Datum: 02/2017
	Číslo části: J.3

Zvýšení trakčního výkonu TNS, TNS Balabenka

J.3 – Korozní průzkum a měření zemního odporu

evp.: 2016-0701

Obsah:

1	ÚVOD	3
2	STRUČNÝ POPIS SITUACE	3
3	PODMÍNKY MĚŘENÍ	3
4	POUŽITÉ PŘÍSTROJE	3
5	KOROZNÍ PRŮZKUM	3
5.1	MĚŘENÍ ZDÁNLIVÉ REZISTIVITY PŮDY	3
5.2	MĚŘENÍ STEJNOSMĚRNÉHO PROUDOVÉHO POLE	4
6	VYHODNOCENÍ GEOELEKTRICKÝCH MĚŘENÍ	4
6.1	ZDÁNLIVÁ REZISTIVITA PŮDY	5
6.2	STEJNOSMĚRNÉ PROUDOVÉ POLE	6
7	ZÁVĚR – NÁVRH PROTIKOROZNÍCH OPATŘENÍ	6

Přílohy:

- Protokol měření I. – Měření zdánlivé rezistivity půdy Wennerovou metodou dle ČSN 03 8363
- Protokol měření II. – Stanovení přítomnosti bludných proudů v zemi dle ČSN 03 8375
- Vektorový diagram – Znázornění směru bludných proudů v zemi dle ČSN 03 8365
- Grafické zobrazení – Záznam měření stejnosměrného elektrického pole
- Lokální rozmístění měřících stanovišť – Situace M 1:1000

1 ÚVOD

V rámci přípravné dokumentace akce „Zvýšení trakčního výkonu TNS, TNS Balabenka“ byl v červenci 2016 v prostoru nové trakční napájecí stanice proveden korozní průzkum v tomto rozsahu :

- měření zdánlivé rezistivity půdy za účelem vyprojektování nové zemní sítě
- měření intenzity stejnosměrných bludných proudů dle ČSN 038365 a předpisu ČD SR 5/7 (S)

Ve smyslu návrhu protikorozních opatření je tento korozní průzkum kvalifikován jako základní.

2 STRUČNÝ POPIS SITUACE

Trakční napájecí stanice Balabenka je napájecí stanicí pro trakci 3kV.

Korozní průzkum byl proveden na vybraném měřicím stanovišti (č. 1) a probíhal v době běžného provozu trakční napájecí stanice a přilehlých elektrifikovaných tratí.

3 PODMÍNKY MĚŘENÍ

Měření byla provedena v měsíci červenci roku 2016. Teplota ovzduší se v době měření pohybovala okolo 25°C. Půdní povrch byl suchý.

4 POUŽITÉ PŘÍSTROJE

Při realizaci uvedeného korozního průzkumu byly použity tyto měřicí přístroje (viz tabulka níže) a tato měřicí technika:

- měděné propojovací vodiče různých délek (závislé na hloubce měření)
- měřicí elektrody ocelové, délky 600 mm a průřezu 100 mm²
- referenční elektrody keramické obsahující nasycený roztok síranu měďnatého (Cu/CuSO₄)

Druh měřicího přístroje	Výrobce přístroje	Typ měřicího přístroje	Měřicí rozsah
Měřič zemních odporů	Metra Blansko a.s.	PU 183.1	20 - 2000 Ω
Elektronický registrační přístroj	První korozní spol. s.r.o.	KORODAT-4	+ - 100 mV a +- 20 V
Multimetr	F - Tech	MY - 68	326 mV až 1 000 V

5 KOROZNÍ PRŮZKUM

V rámci korozního průzkumu byla provedena tato základní geoelektrická měření:

- a) měření zdánlivé rezistivity půdy dle ČSN 03 8363
- b) měření stejnosměrného proudového pole dle ČSN 03 8365

5.1 MĚŘENÍ ZDÁNLIVÉ REZISTIVITY PŮDY

Při tomto měření bylo použito čtyřelektrodové Wennerovy metody a měřené hodnoty rezistence R [Ω] byly odečítány na přístroji PU 183.1, výrobní číslo 168867008 a PU 183.1, výrobní číslo 9702902.

Wennerovou metodou se zjišťovala průměrná rezistivita různých geologických vrstev od povrchu půdy po hloubku měření tj. do 3,18 m, resp. 1,00m.

Zdánlivá rezistivita půdy je dána výrazem:

$$\rho = 2 \cdot \pi \cdot a \cdot R$$

kde: ρ je zdánlivá rezistivita půdy [$\Omega \cdot m$]
 a je vzdálenost sousedních elektrod [m]
 R je hodnota rezistence půdy odečtená na přístroji [Ohm]

Měření byla prováděna ve dvou směrech na sebe kolmých:

- ve směru jih - sever
- ve směru západ - východ

Výsledky měření se přepočítávaly dle ČSN 03 8363 korekčním činitelem příslušného měsíce, ve kterém se měření konala. Pro měsíc červenec $k = 1,3$.

Naměřené a vypočítané hodnoty jsou uvedeny v příloze „Protokol měření I.“

5.2 MĚŘENÍ STEJNOSMĚRNÉHO PROUDOVÉHO POLE

Velikost stejnosměrného proudového pole se určovala na základě měření úbytku napětí mezi dvěma body vzdálenými na povrchu půdy 5 m (v souladu s ČSN 03 8365, změna Z1 – 01/2004). Referenční elektrody byly umístěny ve směru jih-sever a kolmo na tuto osu ve směru západ-východ.

Pro registraci napětí byly použity elektronické registrační přístroje KORODAT-4, které zaznamenávaly hodnoty sledované veličiny v intervalu 1 sekundy. Rozsah napětí na přístrojích byl před vlastním měřením kontrolován dvěma digitálními voltmetry MY 68 s vnitřními odpory 10 MOhm/V. Doba registračních měření byla cca 30 min.

Přehled použitých registračních přístrojů KORODAT-4

Číslo přístroje	Výrobní číslo přístroje KORODAT-4
3	049 – 95
4	042 – 95

Z každého měření byl přístrojem KORODAT-4 vygenerován graf průběhu zaznamenávaných hodnot napětí a automaticky spočítána průměrná hodnota měření. Na základě těchto dat a rezistivity půdy jsou graficky vyhodnoceny směry vektorů bludných proudů.

Referenční elektrody Cu/CuSO₄ nevykazovaly v průběhu měření vzájemné odchylky vyšší, než povoluje ČSN 03 8365.

Z naměřených hodnot potenciálů $U_{1,2i}$ [mV] byly stanoveny střední hodnoty intenzity elektrického pole v jednotlivých směrech E_{p1} , E_{p2} [$mV \cdot m^{-1}$]

$$E_{p1,2} = \frac{\frac{1}{n_{1,2}} * \sum_{i=1}^{i=n_{1,2}} U_{1,2i}}{L_{1,2}}$$

Hustota stejnosměrného proudového pole J [$\mu A \cdot m^{-2}$] je vypočítána z výrazu

$$J_{p1} = \frac{E_{p1}}{\rho_1}, \quad J_{p2} = \frac{E_{p2}}{\rho_2}, \quad |J_p| = \sqrt{J_{p1}^2 + J_{p2}^2}$$

Střední hodnoty E_{p1} , E_{p2} , výsledné hodnoty J_{p1} , J_{p2} a J_p jsou uvedeny v příloze „Protokol měření II.“

6 VYHODNOCENÍ GEOELEKTRICKÝCH MĚŘENÍ

K vyhodnocení naměřených hodnot byla použita dvě základní kritéria stanovená dle ČSN 03 8375 a SŽDC (ČD) SR 5/7 (S):

a) agresivita prostředí podle velikosti zdánlivé rezistivity půdy

Agresivita půd a vod na ocel dle ČSN 03 8375			
I.	velmi nízká	$\rho > 100$	$\Omega.m$
II.	střední	$\rho = 50$ až 100	$\Omega.m$
III.	zvýšená	$\rho = 23$ až 50	$\Omega.m$
IV.	velmi vysoká	$\rho < 23$	$\Omega.m$

b) agresivita prostředí podle hustoty bludných proudů v půdě

Agresivita půd a vod na ocel dle ČSN 03 8375			
I.	velmi nízká	$J < 0,1$	$\mu A.m^{-2}$
II.	střední	$J = 0,1$ až $3,0$	$\mu A.m^{-2}$
III.	zvýšená	$J = 3,0$ až 100	$\mu A.m^{-2}$
IV.	velmi vysoká	$J > 100$	$\mu A.m^{-2}$

Toto kritérium koresponduje (až do třetího stupně) se stupnicí proudové hustoty uvedené v tabulce č.1 SŽDC (ČD) SR 5/7 (S):

Tabulka 1 viz. SŽDC (ČD) SR 5/7 (S)		
Stupně základních pasivních ochranných opatření pro omezení vlivu bludných proudů		
Základní ochranná opatření stupeň č.	Proudová hustota [$\mu A.m^{-2}$]	Provedení základních ochranných opatření
1	$J < 0,1$	1. Primární ochrana dle ČSN ISO 9690 (73 1215) a ČSN P ENV 206 (73 2403), tab.3 A - bez propojení výztuže a jejího vyvedení na povrch konstrukce
2	$J = 0,1$ až $3,0$	2. Kombinace primární ochrany dle ČSN ISO 9690 a ČSN P ENV 206, tab.3 a případné sekundární ochrany dle SR, kap. III. B – bez propojení výztuže a jejího vyvedení na povrch konstrukce
3	$J = 3,0$ až 100	3. Dtto ad 2 plus C – konstrukční opatření dle SR, kapitola III., bez propojení výztuže a jejího vyvedení na povrch konstrukce
4	$J = 100$ až $10\,000$	4. Dtto ad 2 plus D – konstrukční opatření dle SR, kapitola III., včetně propojení výztuže a jejího vyvedení na povrch konstrukce
5	$J > 10\,000$	5. Dtto ad 4 plus E – dokumentace „Elektrické rozvody a zařízení pro kontrolu vlivu bludných proudů“ umožňující elektrická a geofyzikální měření včetně realizace event. návrhu následných ochranných opatření

6.1 ZDÁNLIVÁ REZISTIVITA PŮDY

Podle tohoto kritéria je prostředí předmětné stavby charakterizováno dle ČSN 03 8375 stupněm I. – IV. tj. s velmi nízkou až velmi vysokou agresivitou. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v Protokolu měření I.

6.2 STEJNOSMĚRNÉ PROUDOVÉ POLE

Podle tohoto kritéria je prostředí předmětné stavby charakterizováno dle ČSN 03 8375, resp. SR 5/7 (S) stupněm III. tj. se zvýšenou. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v příloze „Protokol měření II.“

7 ZÁVĚR – NÁVRH PROTIKOROZNÍCH OPATŘENÍ

Korozní průzkum, který byl proveden v červenci 2016, prokázal přítomnost stejnosměrných elektrických polí vlivem stávajících elektrizovaných tratí. Proudová hustota bludných proudů vykazovala třetí stupeň agresivity půdního a horninového prostředí.

Návrh protikorozní ochrany:

- a) Vzhledem k vysoké agresivitě stejnosměrných bludných proudů doporučujeme uvažovat se zesílenou zemnicí sítí.
- b) Při návrhu konstrukcí kovových úložných zařízení postupovat v souladu s předpisem SŽDC (ČD) SR 5/7 (S) „Ochrana železničních mostních objektů proti účinkům bludných proudů“.
- c) Doporučujeme provést předběžný a dodatečný korozní průzkum (při dlouhodobých měřeních, min. 4 hodiny) tj. před a po uvedení stavby do zkušebního provozu. Jejich výsledky porovnat a vyhodnotit pro případná další protikorozní opatření.
- d) Průběžně zajišťovat odborné posuzování nových staveb úložných zařízení a konstrukcí z hlediska jejich protikorozní ochrany u „Specializovaného střediska diagnostiky korozních vlivů TÚDC“ - organizační jednotky SŽDC s možností zabezpečení:
 - odborné spolupráce v oblasti řádného zabezpečení protikorozní ochrany,
 - kontroly a měření elektrických parametrů izolací a armatur v průběhu stavby mostních a železobetonových konstrukcí.

Protokol měření I.

Měření zdánlivé rezistivity půdy Wennerovou metodou dle ČSN 03 8363

Akce	Zvýšení trakčního výkonu TNS, TNS Balabenka
Datum měření	12.7.2016
Měření provedl	Ing. Petr Vrábel, SUDOP PRAHA a.s.
Hloubka měření [m]	3,18 (MS01 - MS07); 1,00 (MS08 - MS23)
Použitý přístroj	měřič zemních odporů PU 183
Způsob měření	provedena měření ve směru J-S a Z-V

Měřicí stanoviště č.	Směr měření	R [Ω]	ρ_k [$\Omega \cdot m$]	Agresivita prostředí dle ČSN 03 8372
MS01	J-S	2,83	73,51	II. střední
	Z-V	2,20	57,14	II. střední
MS02	J-S	2,51	65,20	II. střední
	Z-V	1,50	38,96	III. zvýšená
MS03	J-S	2,50	64,94	II. střední
	Z-V	1,30	33,77	III. zvýšená
MS04	J-S	2,10	54,55	II. střední
	Z-V	2,20	57,14	II. střední
MS05	J-S	7,20	187,02	I. velmi nízká
	Z-V	2,50	64,94	II. střední
MS06	J-S	2,10	54,55	II. střední
	Z-V	3,10	80,52	II. střední
MS07	J-S	0,70	18,18	IV. velmi vysoká
	Z-V	2,65	68,83	II. střední
MS08	J-S	6,80	55,54	II. střední
	Z-V	7,20	58,81	II. střední
MS09	J-S	14,90	121,71	I. velmi nízká
	Z-V	12,90	105,37	I. velmi nízká
MS10	J-S	9,80	80,05	II. střední
	Z-V	13,75	112,31	I. velmi nízká

MS11	J-S	6,30	51,46	II. střední
	Z-V	9,10	74,33	II. střední
MS12	J-S	7,76	63,38	II. střední
	Z-V	8,20	66,98	II. střední
MS13	J-S	7,70	62,89	II. střední
	Z-V	7,60	62,08	II. střední
MS14	J-S	15,00	122,52	I. velmi nízká
	Z-V	17,50	142,94	I. velmi nízká
MS15	J-S	9,33	76,21	II. střední
	Z-V	8,60	70,25	II. střední
MS16	J-S	30,00	245,04	I. velmi nízká
	Z-V	22,80	186,23	I. velmi nízká
MS17	J-S	7,00	57,18	II. střední
	Z-V	7,20	58,81	II. střední
MS18	J-S	4,60	37,57	III. zvýšená
	Z-V	8,00	65,35	II. střední
MS19	J-S	5,20	42,47	III. zvýšená
	Z-V	11,80	96,38	II. střední
MS20	J-S	6,70	54,73	II. střední
	Z-V	12,90	105,37	I. velmi nízká
MS21	J-S	7,60	62,08	II. střední
	Z-V	14,30	116,80	I. velmi nízká
MS22	J-S	15,60	127,42	I. velmi nízká
	Z-V	24,40	199,30	I. velmi nízká
MS23	J-S	18,80	153,56	I. velmi nízká
	Z-V	13,40	109,45	I. velmi nízká

Protokol měření II.

Stanovení přítomnosti bludných proudů v zemi dle ČSN 03 8372 a SR 5/7 (S)

Akce	Zvýšení trakčního výkonu TNS, TNS Balabenka
Datum měření	12.7.2016
Měření provedl	Ing. Petr Vrábel, SUDOP PRAHA a.s.
Vzdálenost elektrod [m]	5
Použité přístroje	KORODAT - 4
Způsob měření	záznam hodnot po dobu 0,5 hodiny
Poznámka	$n_1 = n_2 = n$

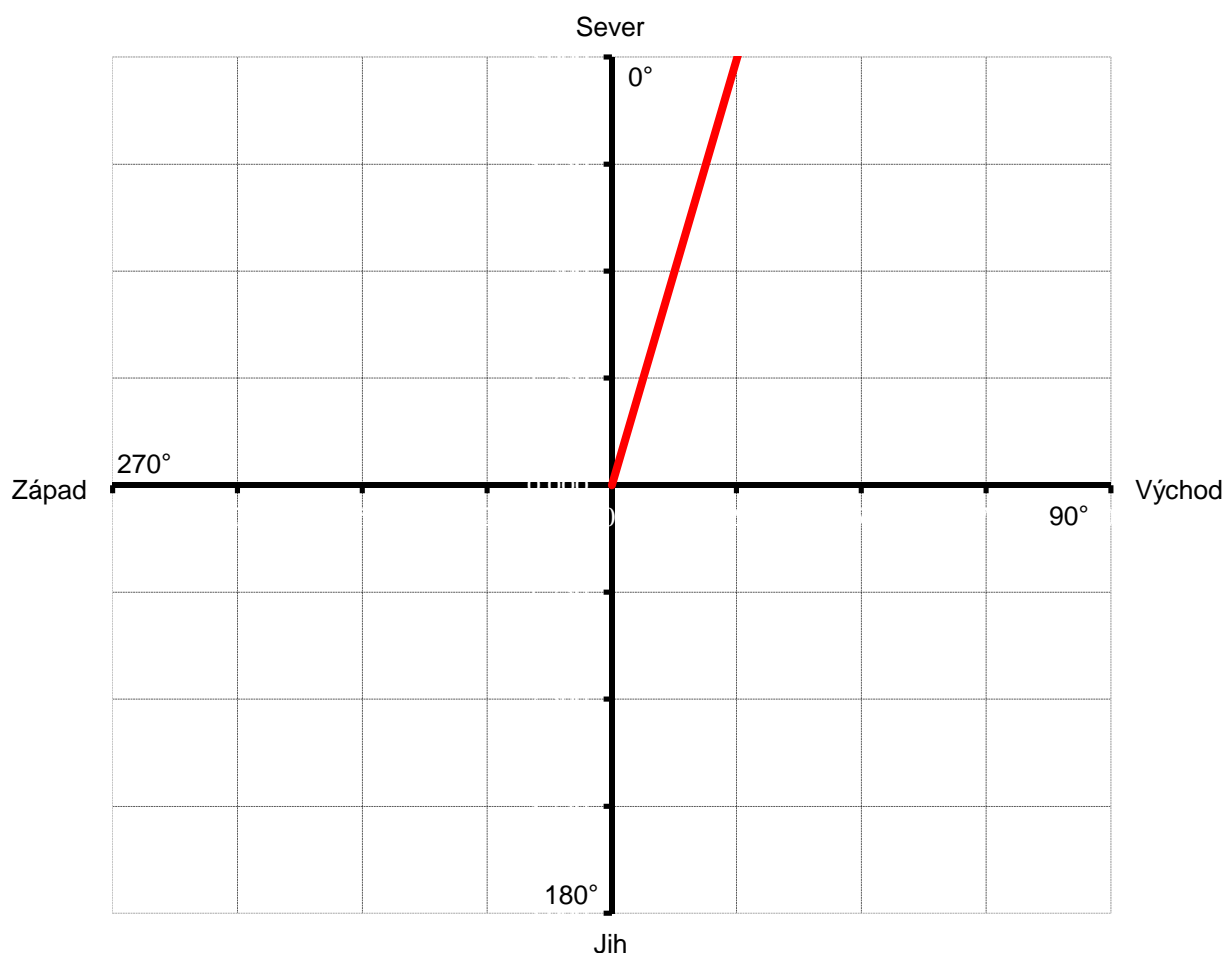
Měřicí stanoviště č.	E_{p1} [mV/m]	E_{p2} [mV/m]	J_{p1} [$\mu A/m^2$]	J_{p2} [$\mu A/m^2$]	J_p [$\mu A/m^2$]	Úhel [°]	Agresivita prostředí dle ČSN 03 8372
MS01	1,904	0,372	25,902	6,510	26,707	14°6'	III. zvýšená

Vektorový diagram

Znázornění směru bludných proudů v zemi dle ČSN 03 8365

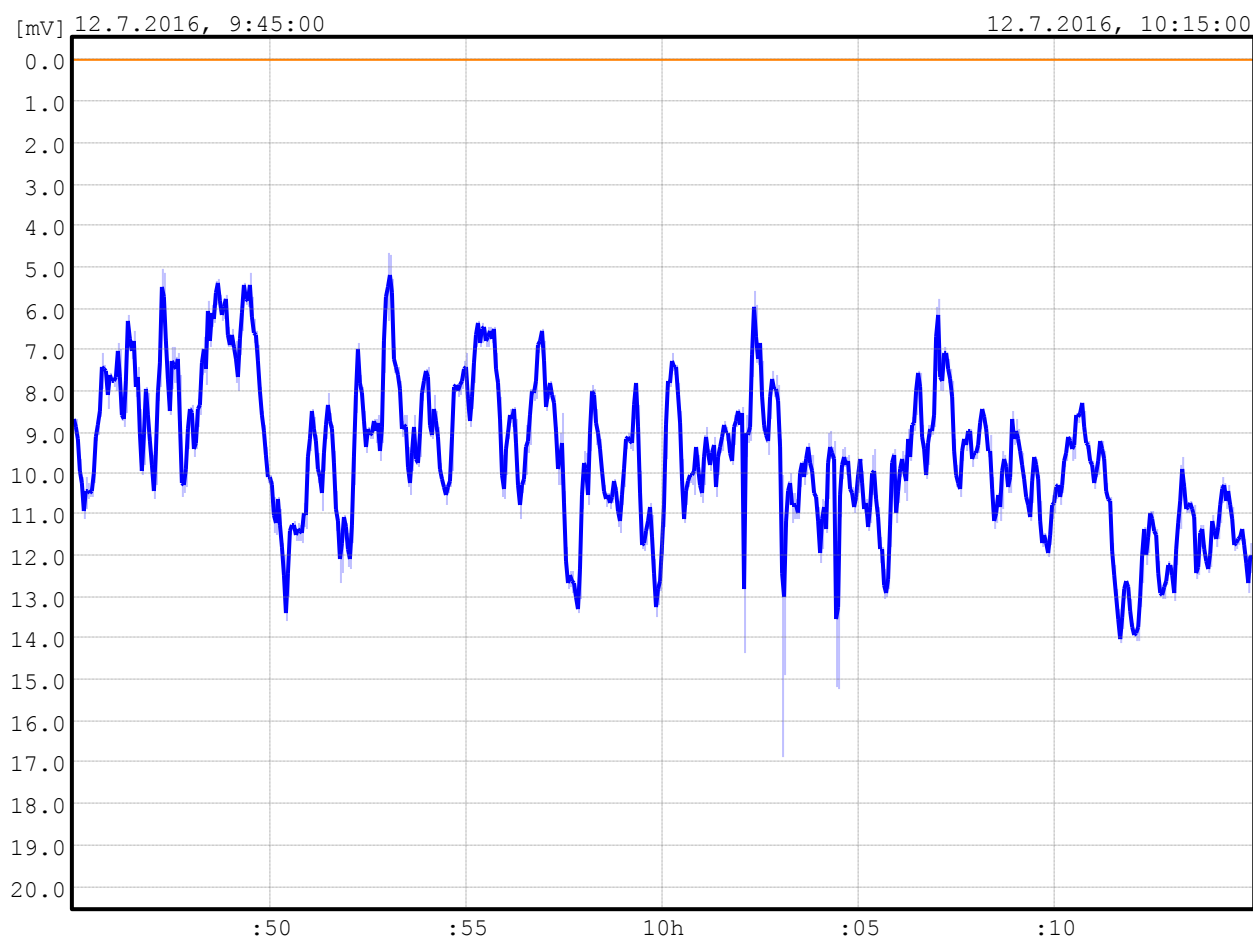
Akce	Zvýšení trakčního výkonu TNS, TNS Balabenka
Datum měření	12.7.2016
Měření provedl	Ing. Petr Vrábel, SUDOP PRAHA a.s.
Vzdálenost elektrod [m]	5
Použité přístroje	KORODAT - 4
Způsob měření	záznam hodnot po dobu 0,5 hodiny
Poznámka	$n_1 = n_2 = n$

Měřicí stanoviště číslo	MS01
$J_{p1} [\mu A/m^2]$	25,90
$J_{p2} [\mu A/m^2]$	6,51
$J_p [\mu A/m^2]$	26,71
Úhel [°]	14°6'



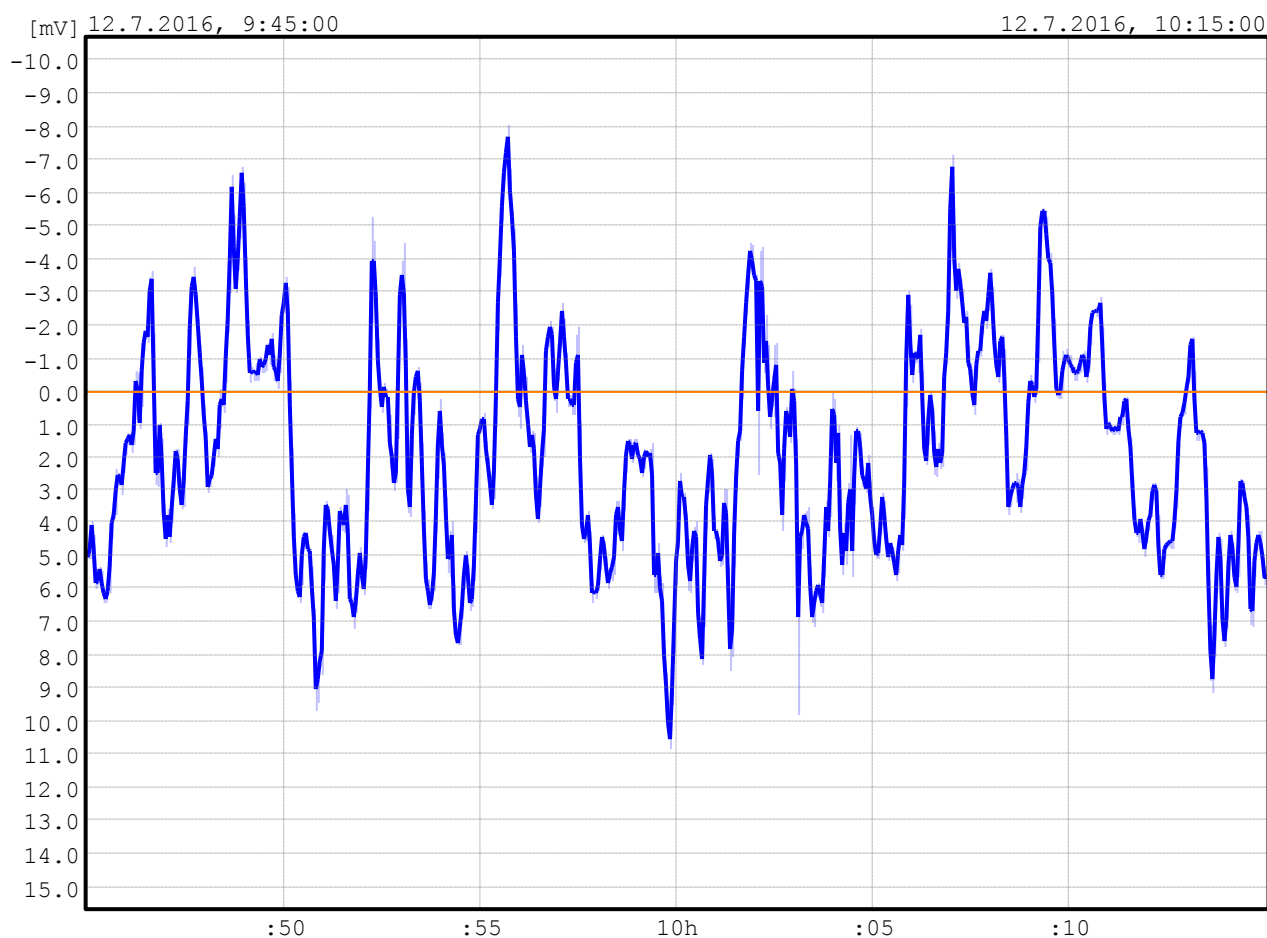
Grafické zobrazení
Záznam měření stejnosměrného
elektrického pole

Měřicí stanoviště číslo	MS01
Směr měření	J-S
Záznamník	KD4.1/003
Počet hodnot	1800
Začátek měření	12.7.2016, 9:45:00
Konec měření	12.7.2016, 10:15:00
Měření provedl	Ing. Petr Vrábel, SUDOP PRAHA a.s.
Průměrná hodnota	9.52mV
Minimální hodnota	4.64mV
Maximální hodnota	16.8mV

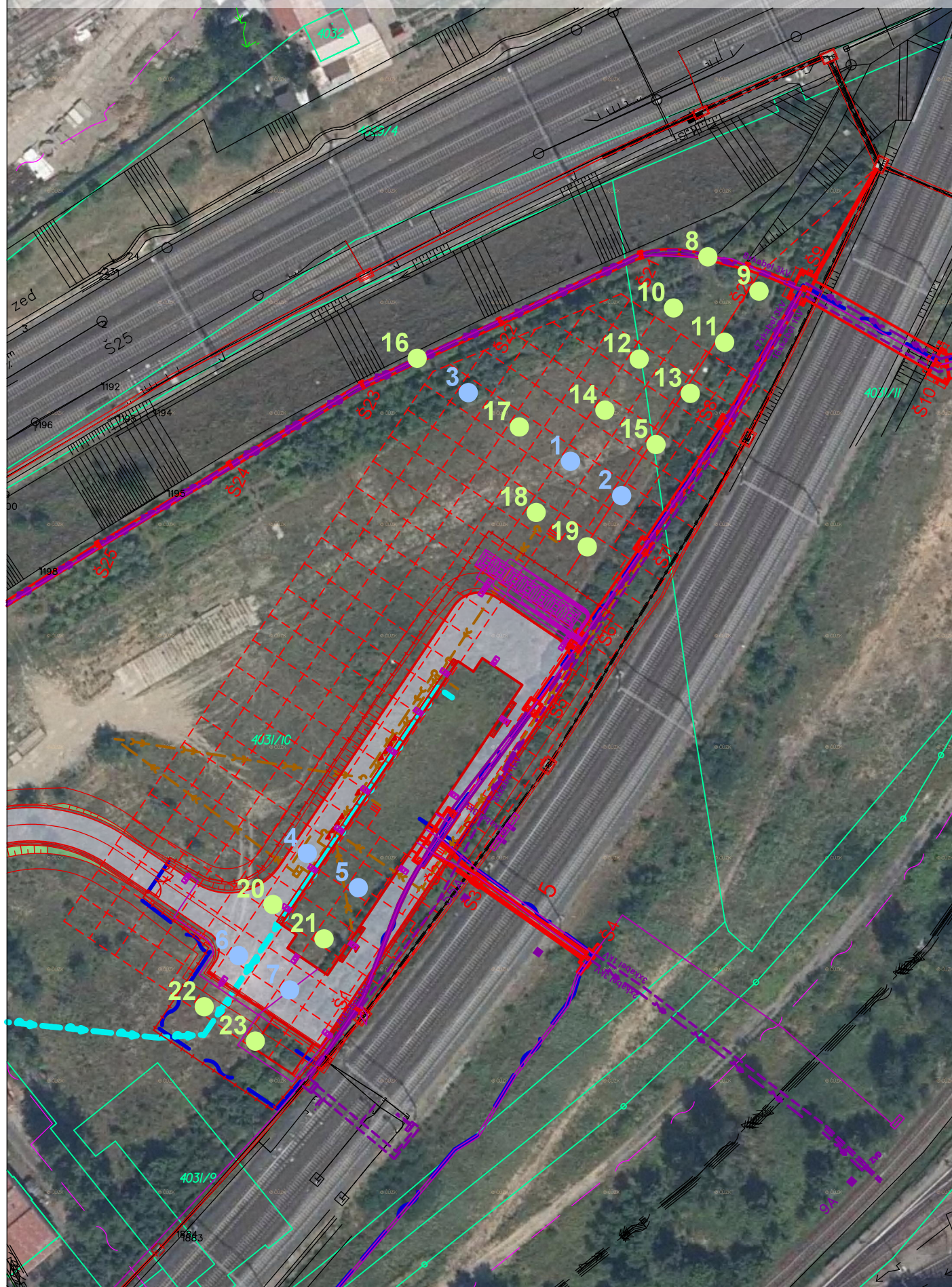


Grafické zobrazení
Záznam měření stejnosměrného
elektrického pole

Měřicí stanoviště číslo	MS01
Směr měření	Z-V
Záznamník	KD4.1/004
Počet hodnot	1800
Začátek měření	12.7.2016, 9:45:00
Konec měření	12.7.2016, 10:15:00
Měření provedl	Ing. Petr Vrábel, SUDOP PRAHA a.s.
Průměrná hodnota	1.86mV
Minimální hodnota	-8.01mV
Maximální hodnota	10.8mV



Lokální rozmístění měřicích stanovišť



Legenda:

měřicí stanoviště - $h = 3\text{m}$



měřicí stanoviště - $h = 1\text{m}$

