







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

<b>Objednatel:</b>  <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
--	---

<b>Zhotovitel:</b>   Elektrizace Železnic Praha a.s.	<b>SPOLEČNOST "EŽ+SP TNS Rostoklaty"</b>  SUDOP PRAHA a.s. Olšanská 1a, 130 80 Praha 3 tel.: +420 267 094 111 e-mail: praha@sudop.cz	EŽ Praha a.s. nám. Hrdinů 1693/4a 140 00 Praha 4 - Nusle e-mail: marketing@elzel.cz
<b>Hlavní inženýr projektu:</b>  ING. MIROSLAV NEZKUSIL	<b>Asistent hlavního inženýra:</b>  -	

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

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

<b>Název akce:</b>  <b>Zvýšení trakčního výkonu TNS, TNS Rostoklaty</b>	<b>Číslo smlouvy:</b> 16 077 208
<b>Část:</b>  <b>KOROZNÍ PRŮZKUM A MĚŘENÍ ZEMNÍHO ODPORU</b>	<b>Projektový stupeň:</b> PD
	<b>Datum:</b> 02/2017
	<b>Číslo části:</b> J.3



# **Zvýšení trakčního výkonu TNS, TNS Rostoklaty**

**J.3 – Korozní průzkum a měření zemního odporu**

evp.: 2016-0902





**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
- Lokální rozmístění měřících stanovišť – Situace M 1:500



## 1 ÚVOD

V rámci přípravné dokumentace akce „Zvýšení trakčního výkonu TNS, TNS Rostoklaty“ byl v září 2016 v areálu 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 Rostoklaty 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.

V oblasti stavby se nachází vodovodní přípojka ve správě SŽDC s.o.

## 3 PODMÍNKY MĚŘENÍ

Měření byla provedena v měsíci září roku 2016. Teplota ovzduší se v době měření pohybovala okolo 26°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 mm<sup>2</sup>
- referenční elektrody keramické obsahující nasycený roztok síranu měďnatého (Cu/CuSO<sub>4</sub>)

Druh měřicího přístroje	Výrobce přístroje	Typ měřicího přístroje	Měřicí rozsah
Měřič zemních odporů	Metra Blansko a.s.	PU 183.1	20 - 2000 Ω
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:  $\rho$  je zdánlivá rezistivita půdy [Ω.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 září  $k = 1,1$ .

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/CuSO<sub>4</sub> 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.m<sup>-1</sup>]

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

Hustota stejnosměrného proudového pole  $J$  [μA.m<sup>-2</sup>] 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 agresivitou. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v příloze „Protokol měření II.“

## 7 ZÁVĚR – NÁVRH PROTIKOROZNÍCH OPATŘENÍ

Korozní průzkum, který byl proveden v září 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,
Datum měření	2.9.2016
Měření provedl	Ing. Petr Vrábel, SUDOP PRAHA a.s.
Hloubka měření [m]	3,18 (MS01 - MS04); 1,00 (MS05 - MS11)
Použitý přístroj	měřič zemních odporů PU 183
Způsob měření	provedena měření ve směru J-S a Z-V

Měřicí stanoviště č.	Směr měření	R [ $\Omega$ ]	$\rho_k$ [ $\Omega \cdot m$ ]	Agresivita prostředí dle ČSN 03 8372
MS01	J-S	1,10	24,18	III. zvýšená
	Z-V	10,00	219,79	I. velmi nízká
MS02	J-S	0,20	4,40	IV. velmi vysoká
	Z-V	4,00	87,91	II. střední
MS03	J-S	1,32	29,01	III. zvýšená
	Z-V	2,87	63,08	II. střední
MS04	J-S	1,80	39,56	III. zvýšená
	Z-V	3,28	72,09	II. střední
MS05	J-S	14,00	96,76	II. střední
	Z-V	17,40	120,26	I. velmi nízká
MS06	J-S	9,30	64,28	II. střední
	Z-V	7,00	48,38	III. zvýšená
MS07	J-S	18,40	127,17	I. velmi nízká
	Z-V	18,40	127,17	I. velmi nízká
MS08	J-S	8,84	61,10	II. střední
	Z-V	7,99	55,22	II. střední
MS09	J-S	12,30	85,01	II. střední
	Z-V	12,90	89,16	II. střední
MS10	J-S	13,60	94,00	II. střední
	Z-V	23,00	158,96	I. velmi nízká

MS11	J-S	8,80	60,82	II. střední
	Z-V	7,06	48,80	III. zvýšená



## Protokol měření II.

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

Akce	Zvýšení trakčního výkonu TNS,
Datum měření	2.9.2016
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	1,982	-0,380	81,981	-1,729	81,999	358°47'	III. zvýšená

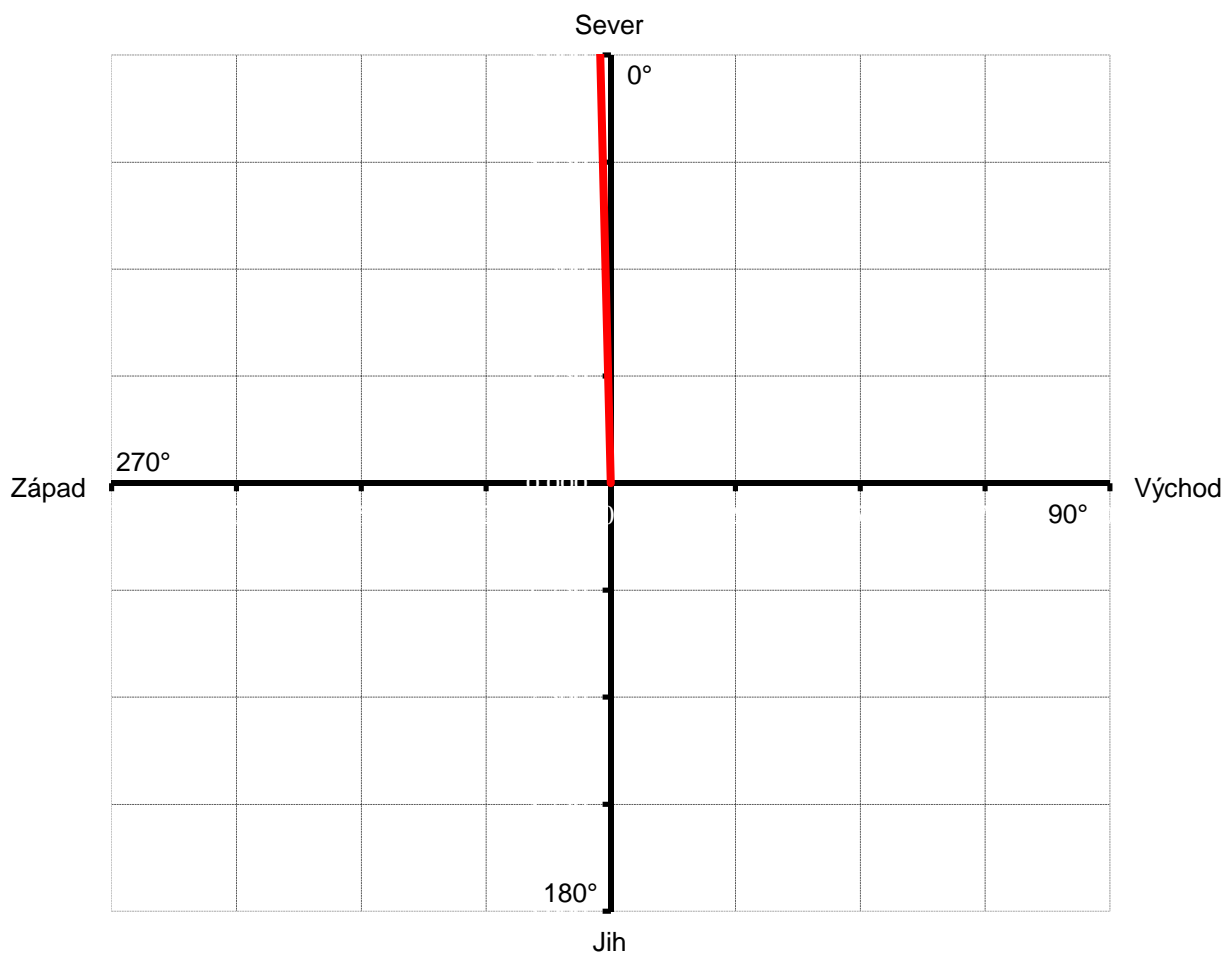


# Vektorový diagram

## Znázornění směru bludných proudů v zemi dle ČSN 03 8365

Akce	Zvýšení trakčního výkonu TNS, TNS Rostoklaty
Datum měření	2.9.2016
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	$n_1 = n_2 = n$

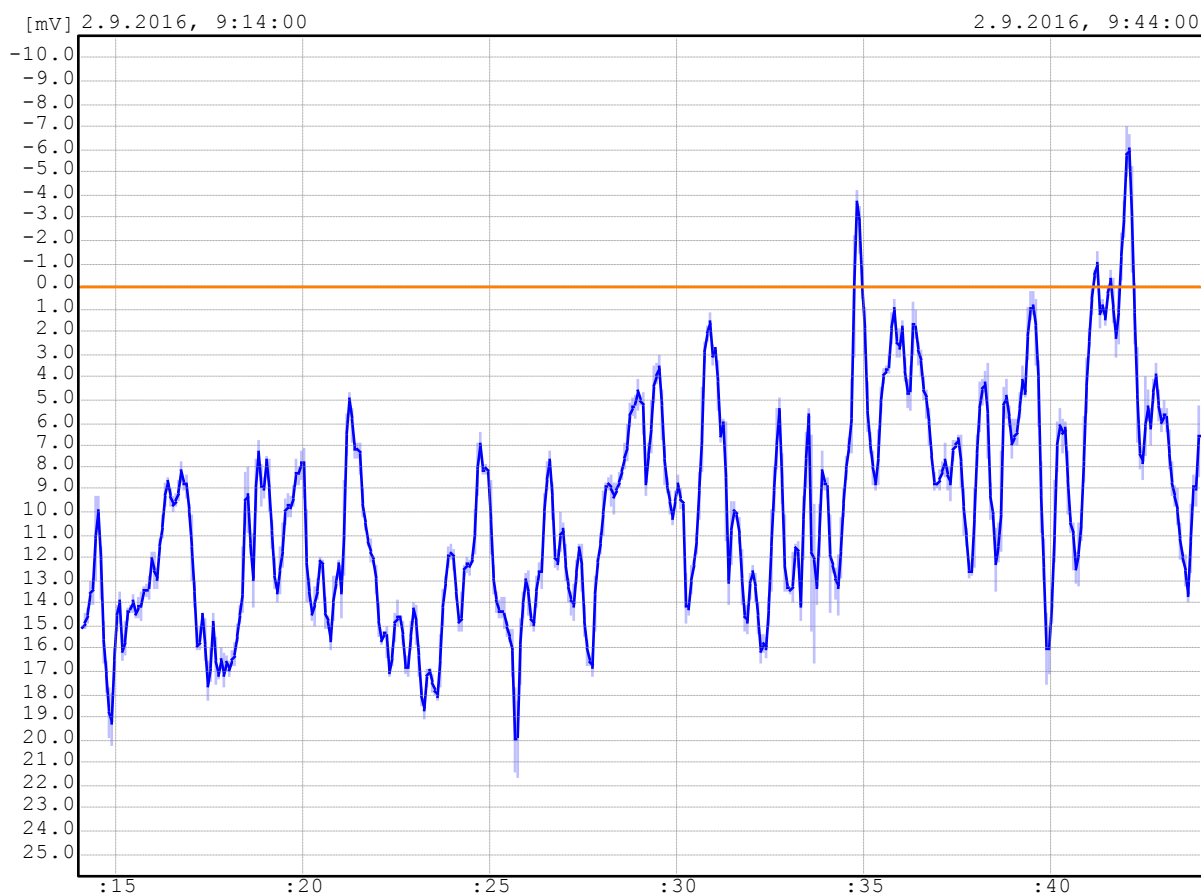
Měřicí stanoviště číslo	MS01
$J_{p1} [\mu A/m^2]$	81,98
$J_{p2} [\mu A/m^2]$	-1,73
$J_p [\mu A/m^2]$	82,00
Úhel [°]	358°47'



# Grafické zobrazení

## Záznam měření stejnosměrného elektrického pole

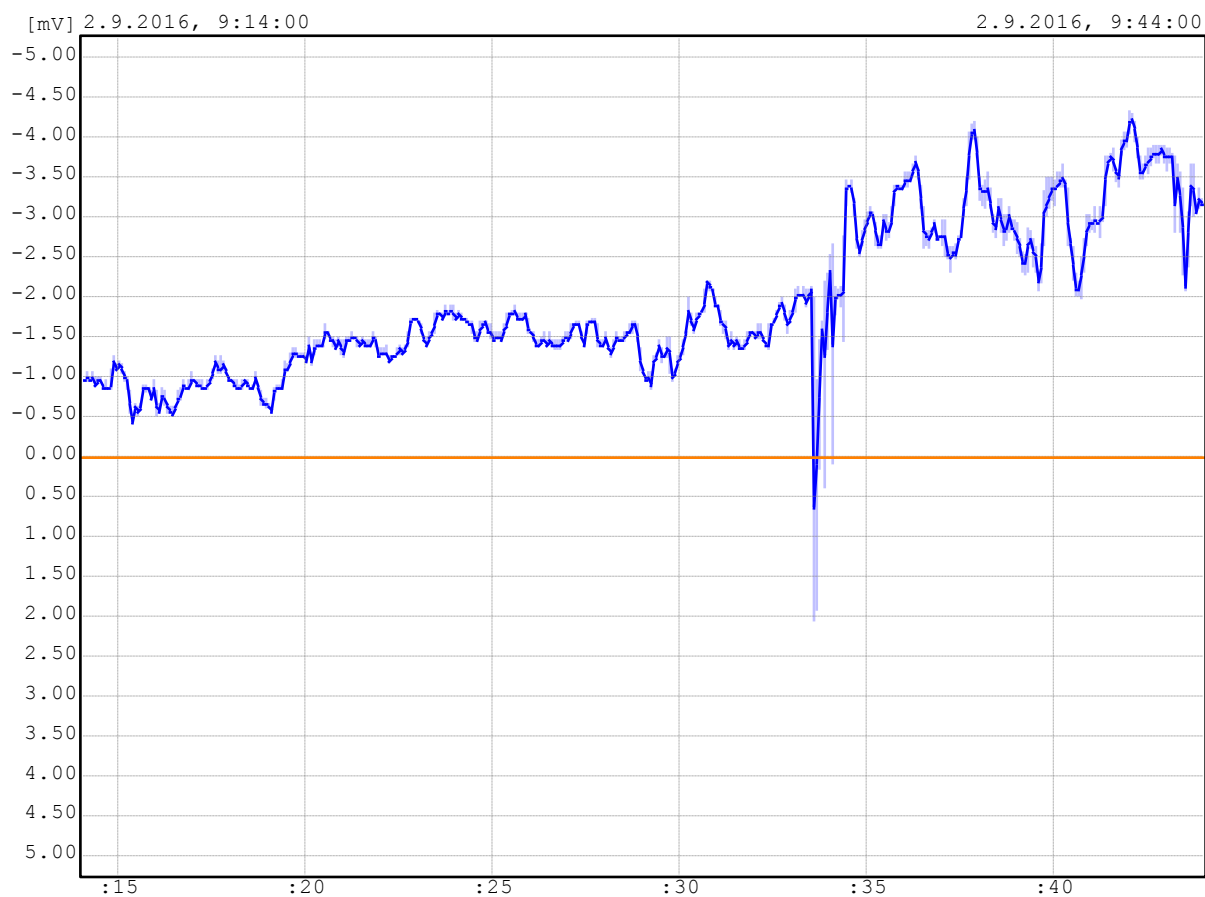
Měřicí stanoviště číslo	MS01
Směr měření	J-S
Záznamník	KD4.1/003
Počet hodnot	1800
Začátek měření	2.9.2016, 9:14:00
Konec měření	2.9.2016, 9:44:00
Měření provedl	Ing. Petr Vrábel, SUDOP PRAHA a.s.
Průměrná hodnota	9.91mV
Minimální hodnota	-6.93mV
Maximální hodnota	21.5mV



# Grafické zobrazení

## Záznam měření stejnosměrného elektrického pole

Měřicí stanoviště číslo	MS01
Směr měření	Z-V
Záznamník	KD4.1/004
Počet hodnot	1800
Začátek měření	2.9.2016, 9:14:00
Konec měření	2.9.2016, 9:44:00
Měření provedl	Ing. Petr Vrábel, SUDOP PRAHA a.s.
Průměrná hodnota	-1.90mV
Minimální hodnota	-4.35mV
Maximální hodnota	2.05mV





# Lokální rozmístění měřících stanovišť



## Legenda:

měřící stanoviště -  $h = 3\text{m}$



měřící stanoviště -  $h = 1\text{m}$

