






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

Objednatel:	Správa železniční dopravní cesty, státní organizace Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1
 <small>Správa železniční dopravní cesty</small>	Stavební správa východ Nerudova 1, 772 58 Olomouc

Generální projektant:	SUDOP PRAHA a.s. Olšanská 1a, 130 80 Praha 3 tel.: +420 267 094 111 fax: +420 224 230 316 e-mail: praha@sudop.cz	Hlavní inženýr projektu: ING. MIROSLAV NEZKUSIL
		Garant profese: ING. PETR VRÁBEL

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

Název akce:	Číslo smlouvy:
Modernizace TNS Týniště nad Orlicí (Voklik)	15 143 208
Část:	Projektový stupeň:
Korozní průzkum a měření zemního odporu	PD
	Datum:
	11/2015
	Číslo části:
	J.3

Modernizace TNS Týniště nad Orlicí (Voklik)

J.3 – Korozní průzkum a měření zemního odporu

evp.: 2015-0901

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	5
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 1:500

1 ÚVOD

V rámci přípravné dokumentace akce „Modernizace TNS Týniště nad Orlicí (Voklík)“ byl v září 2015 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 Týniště nad Orlicí (Voklík) je napájecí stanicí pro trakci 3kV.

Korozní průzkum byl proveden na vybraném měřicím stanovišti (č. 2) a probíhal v době běžného provozu trakční napájecí stanice.

3 PODMÍNKY MĚŘENÍ

Měření byla provedena v měsíci září roku 2015. Teplota ovzduší se v době měření pohybovala okolo 17°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 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/CuSO₄ nevykazovaly v průběhu obou 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 září 2015, 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	Modernizace TNS Týniště nad Orlicí (Voklik)
Datum měření	11. 9. 2015
Měření provedl	Ing. Petr Vrábel, SUDOP PRAHA a.s.
Hloubka měření m	3,18 (MS01 - MS05); 1,00 (MS06 - MS15)
Použitý přístroj	měřič zemních odporů PU 183
Způsob měření	provedena měření ve směru J-S a Z-V

Měřicí stanoviště č. Hloubka měření m	Směr měření	R [Ω]	ρ_k [Ω·m]	Agresivita prostředí dle ČSN 03 8372
MS01	J-S	2,00	43,96	III. zvýšená
3,18	Z-V	6,00	131,87	I. velmi nízká
MS02	J-S	4,00	87,91	II. střední
3,18	Z-V	4,00	87,91	II. střední
MS03	J-S	1,60	35,17	III. zvýšená
3,18	Z-V	2,50	54,95	II. střední
MS04	J-S	5,00	109,89	I. velmi nízká
3,18	Z-V	10,00	219,79	I. velmi nízká
MS05	J-S	1,70	37,36	III. zvýšená
3,18	Z-V	5,00	109,89	I. velmi nízká
MS06	J-S	149,00	1029,81	I. velmi nízká
1,00	Z-V	103,00	711,88	I. velmi nízká
MS07	J-S	107,00	739,53	I. velmi nízká
1,00	Z-V	159,00	1098,93	I. velmi nízká
MS08	J-S	55,10	380,82	I. velmi nízká
1,00	Z-V	47,00	324,84	I. velmi nízká
MS09	J-S	38,00	262,64	I. velmi nízká
1,00	Z-V	42,00	290,28	I. velmi nízká
MS10	J-S	33,00	228,08	I. velmi nízká
1,00	Z-V	39,00	269,55	I. velmi nízká

MS11	J-S	25,90	179,01	I. velmi nízká
1,00	Z-V	45,00	311,02	I. velmi nízká
MS12	J-S	24,00	165,88	I. velmi nízká
1,00	Z-V	27,00	186,61	I. velmi nízká
MS13	J-S	11,00	76,03	II. střední
1,00	Z-V	13,00	89,85	II. střední
MS14	J-S	23,00	158,96	I. velmi nízká
1,00	Z-V	28,00	193,52	I. velmi nízká
MS15	J-S	14,00	96,76	II. střední
1,00	Z-V	12,50	86,39	II. střední

Protokol měření II.

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

Akce	Modernizace TNS Týniště nad Orlicí (Voklik)
Datum měření	11. 9. 2015
Měření provedl	Ing. Petr Vrábel, SUDOP PRAHA a.s.
Vzdálenost elektrod [m]	5
Použit přístroje	KORODAT - 4
Způsob měření	záznam hodnot po dobu 0,5 hodiny
Poznámka	$n_1 = n_2 = n$

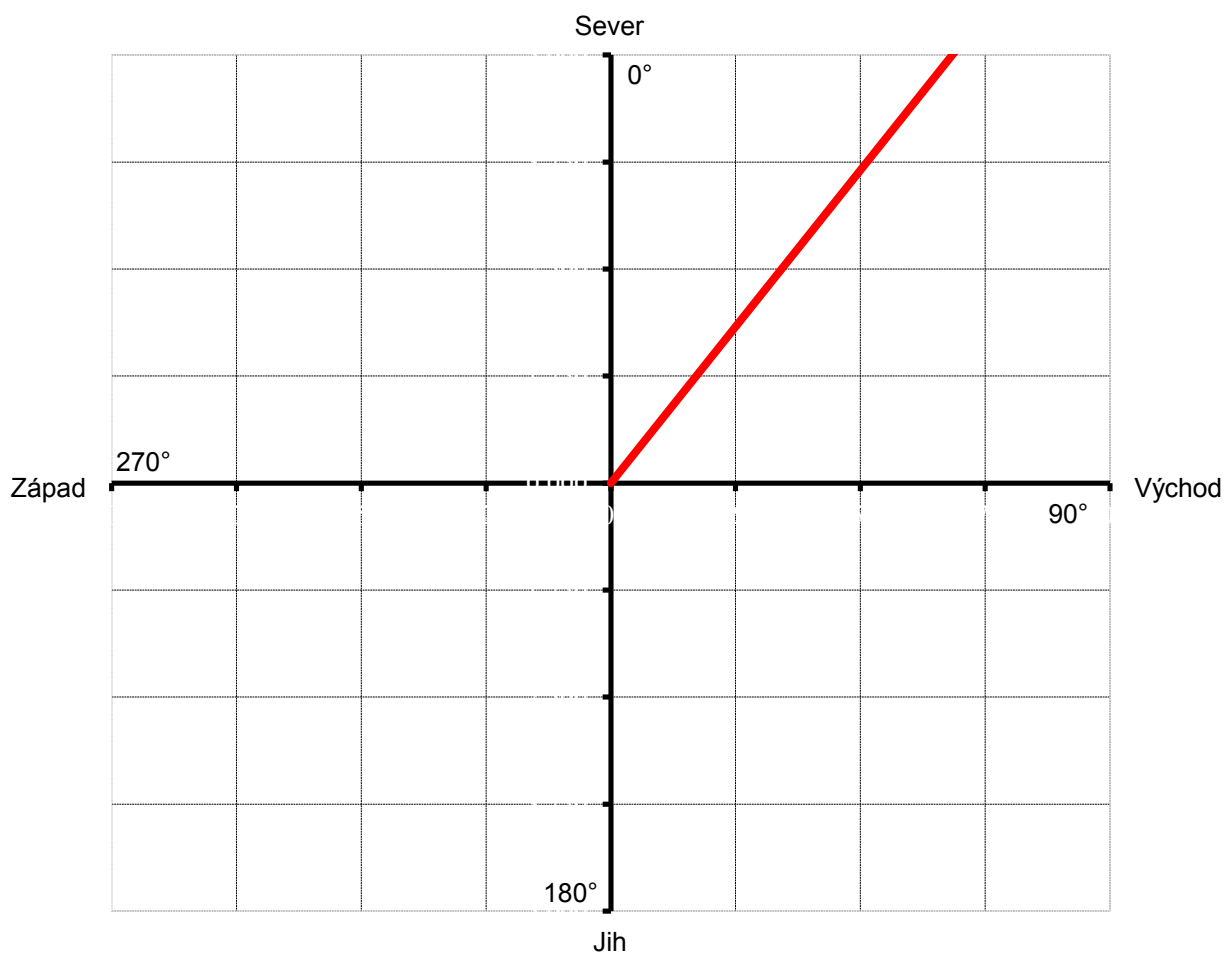
Měřicí stanoviště č.	E_{p1} [mV/m]	E_{p2} [mV/m]	J_{p1} [A/m ²]	J_{p2} [A/m ²]	J_p [A/m ²]	Úhel	Agresivita prostředí dle ČSN 03 8372
MS02	1,114	0,762	12,671	8,668	15,352	34°22	III. zvýšená

Vektorový diagram

Znázornění směru bludných proudů v zemi dle ČSN 03 8365

Akce	Modernizace TNS Týniště nad Orlicí (Voklik)
Datum měření	11. 9. 2015
Měření provedl	Ing. Petr Vrábek, SUDOP PRAHA a.s.
Vzdálenost elektrod m	5
Použit přístroje	KORODAT - 4
Způsob měření	záznam hodnot po dobu 0,5 hodiny
Poznámka	$n_1 = n_2 = n$

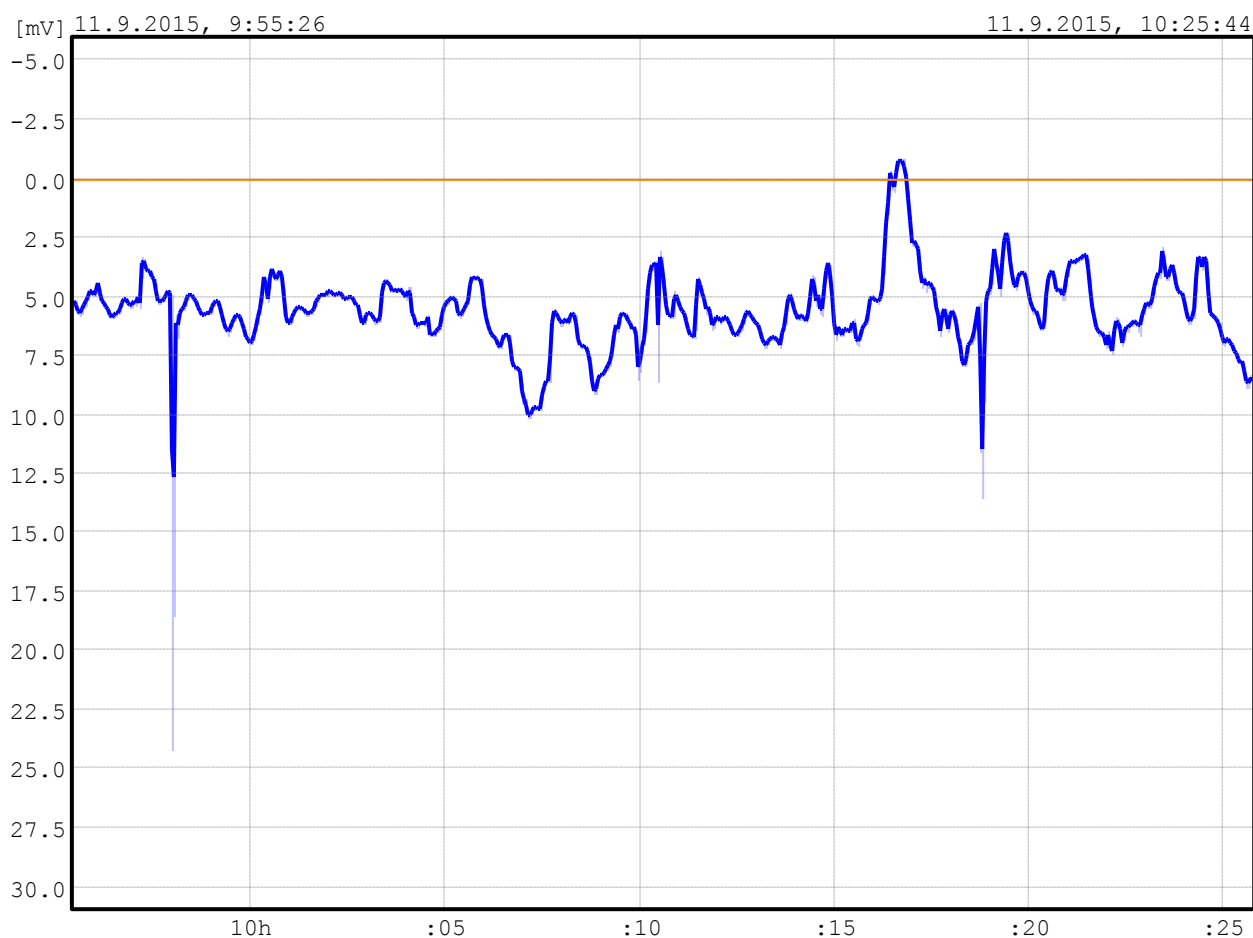
Měřicí stanoviště číslo	MS02
J_{p1} [A/m ²]	12,67
J_{p2} [A/m ²]	8,67
J_p [A/m ²]	15,35
Úhel	34°22



Grafické zobrazení

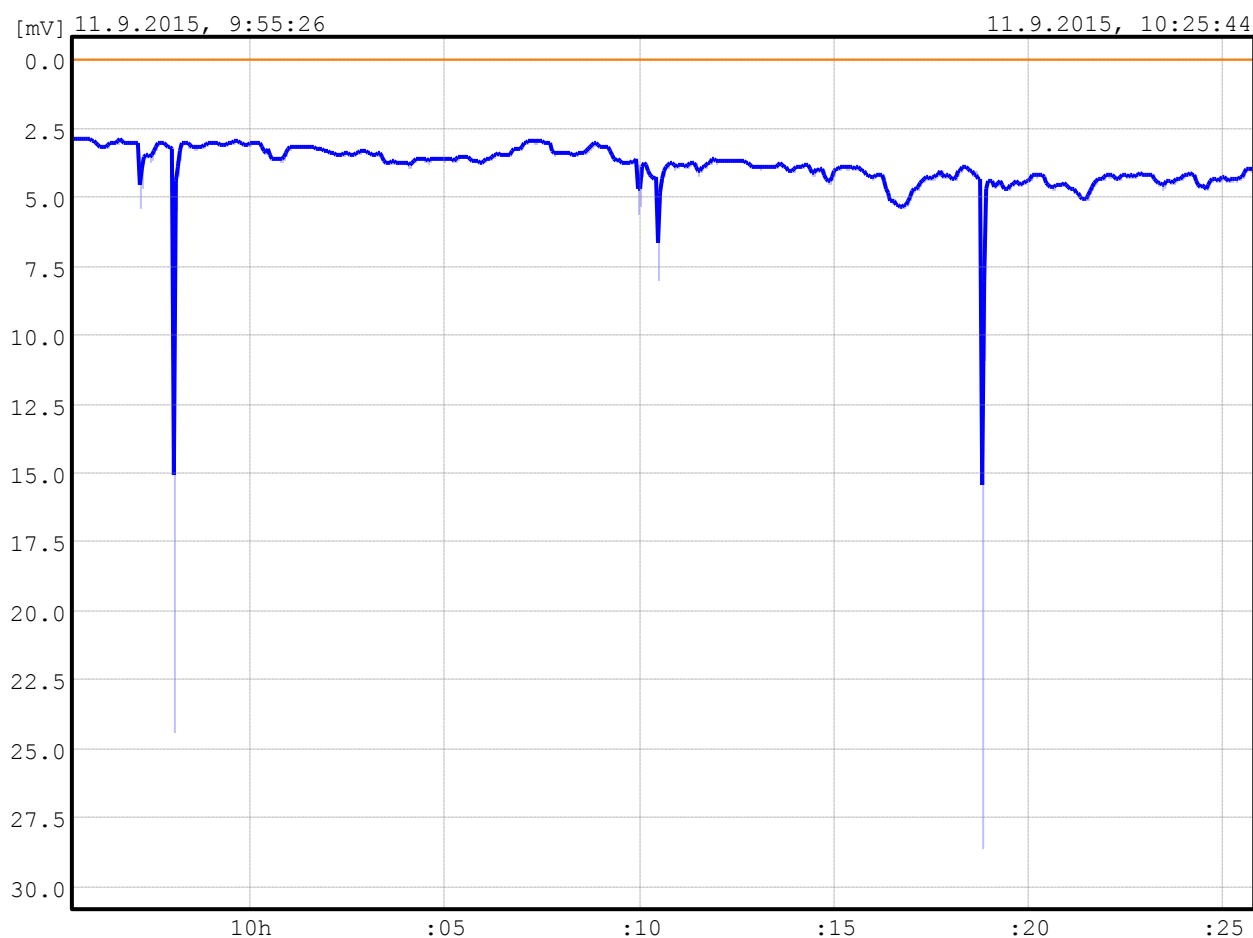
Záznam měření stejnosměrného elektrického pole

Měřicí stanoviště číslo	MS02
Směr měření	J-S
Záznamník	KD4.1/003
Počet hodnot	1818
Začátek měření	11.9.2015, 9:55:26
Konec měření	11.9.2015, 10:25:44
Měření provedl	Ing. Petr Vrábel, SUDOP PRAHA a.s.
Průměrná hodnota	5.57mV
Minimální hodnota	-0.83mV
Maximální hodnota	24.2mV



Grafické zobrazení
Záznam měření stejnosměrného
elektrického pole

Měřicí stanoviště číslo	MS02
Směr měření	Z-V
Záznamník	KD4.1/004
Počet hodnot	1818
Začátek měření	11.9.2015, 9:55:26
Konec měření	11.9.2015, 10:25:44
Měření provedl	Ing. Petr Vrábel, SUDOP PRAHA a.s.
Průměrná hodnota	3.81mV
Minimální hodnota	2.83mV
Maximální hodnota	28.6mV



Lokální rozmístění měřících stanovišť



Legenda:

měřící stanoviště - h = 3m



měřící stanoviště - h = 1m

