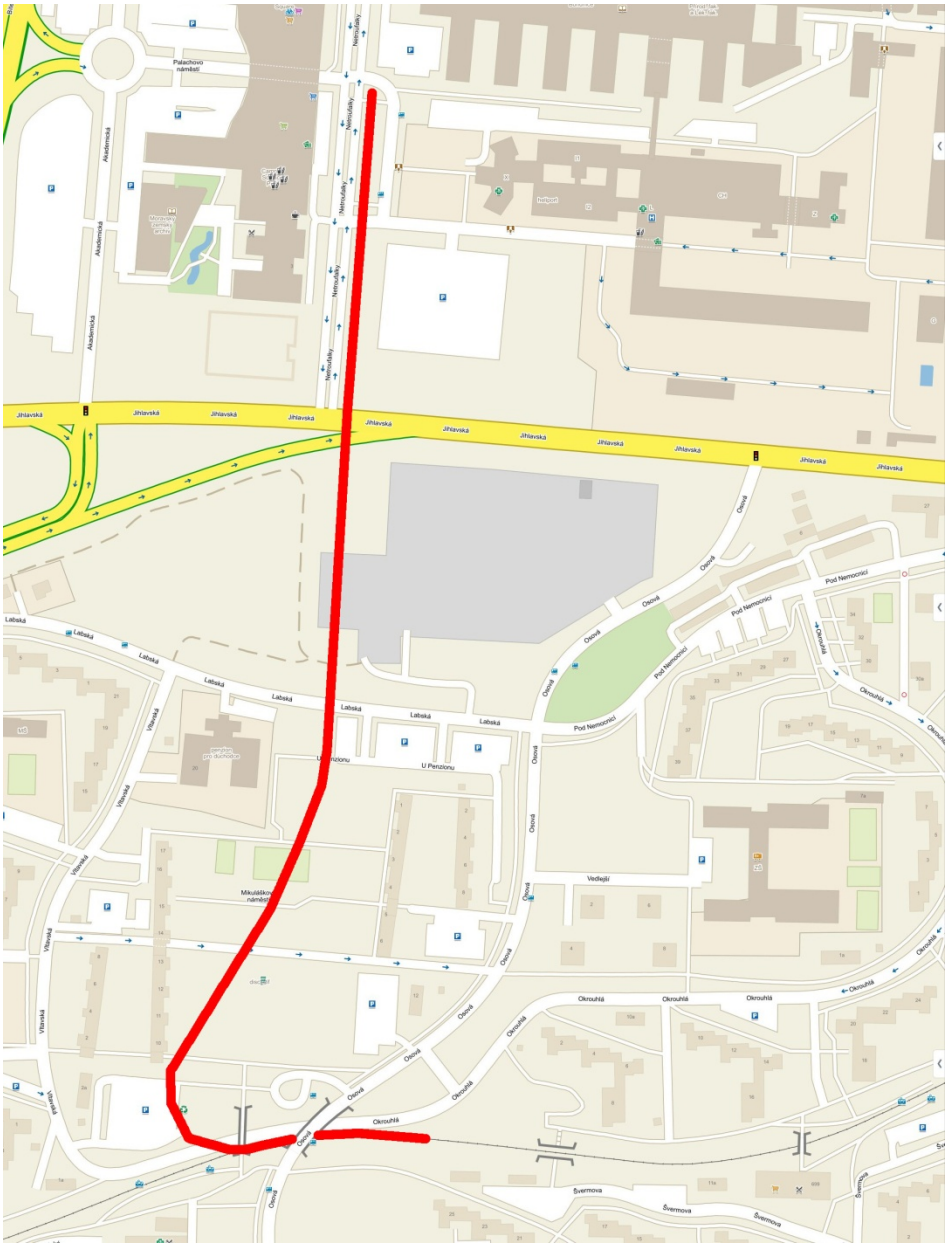
První korozní
spol. s r.o.

Korozní průzkum

Prodloužení TT z Osové ke Kampusu MU v Bohunicích, 1. etapa



Duben 2016

Zak. č. 2016 D 10

Obsah

1. ÚVOD 3
2. VÝCHOZÍ PODKLADY 3
3. POPIS SITUACE V OBLASTI PRŮZKUMU 3
4. POSTUP PRACÍ A MĚŘÍCÍ TECHNIKA 4
5. MĚŘENÍ INTENZITY ELEKTRICKÉHO POLE V ZEMI 4
6. MĚŘENÍ REZISTIVITY PŮDY 6
7. MĚŘENÍ POTENCIÁLU PLYNOVOD - ELEKTRODA 8
8. MĚŘENÍ PROUDU NA PLYNOVODU 8
9. ZÁVĚR A NÁVRH OPATŘENÍ 9

Přílohy:

I. Situace měřených míst, fotografie ..... 7× A4
II. Protokoly a grafy z měření - potenciálu a proudu ..... 5× A4
III. Protokoly a graf z měření intenzity el. pole, grafy vektoru el. pole ..... 13× A4

Zprávu vypracoval: Milan Janeček, Pavel Rada
První korozní spol. s r.o.
Londýnská 71
120 00 Praha 2
Mobil: +420 603 461 705-7

1. Úvod

Předmětem zprávy je korozní průzkum pro stavbu „Prodloužení TT z Osové ke Kampusu MU v Bohunicích“, 1. etapa. Stavba se nachází v Brně na k.ú. Bohunice a Starý Lískovec.

Korozní průzkum se zaměřením na zjištění výskytu bludných proudů v dané lokalitě a jejich vliv na trubní sítě byl uskutečněn v dubnu 2016. Objednatelem korozního průzkumu je Metroprojekt Praha a.s., zhotovitelem je První korozní spol. s r.o.

2. Výchozí podklady

K vypracování korozního průzkumu byly získány následující podklady:

- Objednávka MP Praha a.s., č. sml. 6805/MP-K2 ze dne 27.01.2016.
- Podklady objednatele - mapový podklad, trasa TT, sítě, vše v elektronické podobě a konzultace k trase tramvajové trati a měnírně. Vyjádření RWE Distribuční služby, s.r.o. Dále podrobnější podklady plynovodní sítě (rozlišení tlakových úrovní, dimenzí a materiálu) plynovodů atd. po dobu plnění zakázky.
- Konzultace k PKO plynovodů, RWE Gas Net, s.r.o. (07/2016).
- Korozní normy ČSN EN 50162, 12954, 13509, ČSN řady 03 83xx a související, dále TPG týkající se koroze, platné v plynárenském sektoru,
  Služební rukověť ČD, SR 5/7 (S) „Ochrana železničních mostních objektů proti účinkům bludných proudů“,
  TP MD 124 „Základní ochranná opatření pro omezení vlivu bludných proudů na mostní objekty a ostatní betonové konstrukce pozemních komunikací“,
  TKP staveb ČD, kapitola 25, část 25 A – Ochrana proti elektrochemické korozi.

3. Popis situace v oblasti průzkumu

Stavba „Prodloužení TT z Osové ke Kampusu MU v Bohunicích“ 1. etapa, zahrnuje výstavbu nové tramvajové trati na území města Brna v městských obvodech Starý Lískovec a Bohunice. Nová trať je navržena jako odbočka ze stávající tramvajové trati. Začíná u zastávky Osová a bude vedena převážně tunelem až k FN Bohunice. Délka trati bude cca 1300 m. Ve staničení 1200 m bude nová trakční měnírna.

Z význačnějších trubních sítí se v oblasti nachází STL plynovod DN 300 v ul. Labská (křížení s novým tunelem) a STL plynovod DN 500 v ul. Netroufalky (souběh s novou tram. tratí). Výstavbou budou dotčeny také teplovody na Mikuláškově náměstí. Plynovodní síť je chráněna proti negativnímu vlivu bludných proudů elektrickými polarizovanými drenážemi (EPD) a částečně i stanicemi katodické ochrany (SKAO). Nejbližší EPD Bohunice se nachází v prostoru regulační stanice plynu (RS) Švermova, SKAO potom na Červeném Kopci.

Veškeré vodovody ve sledované oblasti jsou litinové, kanalizační řady kameninové nebo betonové.

Hlavním zdrojem stejnosměrných bludných proudů je tramvajová trakce, která ovlivňuje celé území města Brna. Napětí v troleji je 0,6 kV=, na kolej je připojen plus pól. Železniční tratě v Brně a okolí jsou vybaveny jednofázovou střídavou trakční soustavou 25 kV, 50 Hz.

4. Postup prací a měřící technika

V zájmové oblasti byl proveden korozní průzkum sestávající z

- **Měření intenzity elektrického pole v zemi -** Registrační měření intenzity elektrického pole a stanovení hustoty proudu v půdě.
- **Měření rezistivity půdy -** Měření rezistivity půdy čtyřelektrodovou Wernerovou metodou. Rezistivita byla měřena v místech měření proudového pole, pro výpočet hustoty proudu v půdě a dále na vytipovaných místech po trase TT.
- **Měření potenciálu plynovod - elektroda -** Registrační měření potenciálu na vybraných ocelových plynovodech.
- **Měření vstupujícího/vystupujícího proudu do/z plynovodu -** Registrační měření vstupujícího/vystupujícího proudu do/z zvolených plynovodů pomocí ocelových vzorků o ploše 100 cm^2.

K registračním měřením byl použit systém KORODAT. Systém KORODAT sestává z elektronického záznamníku KD, servisního modulu s LCD displejem pro indikaci měřených hodnot, osobního počítače a speciálního programového vybavení. Záznamník KD-5 je mikroprocesorem řízený elektronický záznamník, který umožňuje dlouhodobé synchronní měření a záznam korozních veličin. Umožňuje měřit potenciál kovová konstrukce - elektroda a proud - obecně libovolné napětí a proud. Elektronický záznamník KORODAT má vstupní odpor cca 1 MΩ. Komunikace se záznamníkem KORODAT se uskutečňuje pomocí přenosného počítače (notebooku) přes sériovou linku RS 232. Vyhodnocení a archivace naměřených hodnot se provádí programovým vybavením KD Office. Pro měření potenciálu a proudu do ocelové elektrody byly záznamníky nastaveny na měření 1. a 2. kanálem, rozsah ±20 V, respekt. ±100 mV. Perioda měření byla 1 s. Pro měření intenzity elektrického pole byl využit 2. kanál. Další přístroje jsou popsány v příslušném textu.

Pro terénní měření byly použity přenosné snímací elektrody $Cu/CuSO_4$ umístěné v v armaturních poklopech. Při měření denní teploty vystoupaly v odpoledních hodinách ke 14 °C. Noční teploty klesly ke 4 °C.

5. Měření intenzity elektrického pole v zemi

Intenzita elektrického pole v zemi byla měřena na šesti místech v okolí budoucí trasy prodloužení tramvajové tratě. Měření bylo provedeno vždy pomocí tří referenčních elektrod $Cu/CuSO_4$ uložených v půdě v navzájem kolmých směrech ve vzdálenosti 5 až 6 m od

sebe. Napětí mezi elektrodami bylo registrováno elektronickými záznamníky KORODAT. Měřením se zjistí napěťové rozdíly ve směrech navzájem kolmých, výpočtem lze pak zjistit vektor intenzity elektrického pole a hustotu proudového pole. Pro výpočet intenzity elektrického pole a hustoty proudu v půdě resp. pro stanovení agresivity prostředí a přítomnosti bludných proudů v zemi jsou použity maximální naměřené hodnoty. Elektrické pole bylo měřeno ve směrech světových stran sever – jih a východ – západ.

Intenzita elektrického pole je dána vztahem

$$E = U / L \qquad [mV/m, mV, m],$$

kde:
U je napětí mezi elektrodami,
L je vzdálenost elektrod

Hustota proudového pole je dána vztahem

$$J = E / \rho \qquad [mA/m^2, mV/m, \Omega m].$$

kde:
E je intenzita el. pole mezi elektrodami,
ρ je rezistivita půdy.

ČSN 03 8375 stanoví podle hustoty proudu v půdě v cizím proudovém poli agresivitu prostředí:

Stupeň	Agresivita prostředí	Hustota proudu v půdě [μA/m^2]
I.	Velmi nízká	< 0,1
II.	Střední	0,1 – 3,0
III.	Zvýšená	3,0 – 100
IV.	Velmi vysoká	> 100

Proudové pole bylo měřeno na místech vyznačených na situaci „Mapa měřených míst“ (v příloze I.) označených PP-1 až PP-6. Přehled základních výsledků je v následující tabulce.

Poř. č.	Popis místa	Max. intenzita el. pole [mV/m]	Max. hustota proud. pole [μA/m^2]	Agresivita prostředí podle ČSN 03 8375
PP-1	Km -0,1, před křížením TT s ul. Osová	5,38	161,58	IV. – Velmi vysoká
PP-2	Km 0,09, parkoviště Mikuláškovo nám.	3,46	108,45	IV. – Velmi vysoká
PP-3	Km 0,22, jednosměr.ul. Mikuláškovo nám.	1,51	108,68	IV. – Velmi vysoká
PP-4	Km 0,45, ul. Labské	1,63	65,03	III. – Zvýšená
PP-5	Km 0,68, křiž. Jihlavská-Netroufalky	0,25	9,85	III. – Zvýšená
PP-6	Km 0,9, konec TT, FN Bohunice	1,99	46,55	III. – Zvýšená

Protokoly a grafy z měření intenzity elektrického pole jsou v příloze č. II.

6. Měření rezistivity půdy

Pro měření byla využita čtyřelektrodová Wennerova metoda s digitálním přístrojem Tellurohm C.A 2. Měřící metoda je podrobně popsána v ČSN 03 8363: "Zásady měření při protikorozní ochraně kovových zařízení uložených v zemi. Měření zdánlivého měrného odporu půdy Wennerovou metodou". Při měření byla použita rozteč elektrod 2 m tzn. rezistivita byla měřena do hloubky 2 m.

Rezistivita půdy je dána vztahem:

$$\rho = 2 \cdot \pi \cdot a \cdot R \qquad [\Omega m]$$

kde ρ je rezistivita půdy [Ωm]
a je vzdálenost sousedních elektrod [m]
R je hodnota odporu naměřená přístrojem [Ω]

Podle ČSN 03 8375 „Ochrana kovových potrubí uložených v půdě nebo vodě proti korozi“, tabulka 1, je agresivita prostředí rozdělena do čtyř stupňů:

Stupeň	Agresivita prostředí	Rezistivita půdy [Ωm]
I.	velmi nízká	> 100
II.	střední	50 – 100
III.	zvýšená	23 – 50
IV.	velmi vysoká	< 23

Rezistivita půdy byla zjištěna v místech měření intenzity elektrických polí (místa označená PP-1 až PP-6) a to ve směrech sever-jih a východ-západ a dále v některých přístupných místech budoucí tramvajové trati (místa označená 1 až 4). Pro výpočet hustoty proudu v půdě v cizím proudovém poli byla použita průměrná hodnota rezistivity z naměřených hodnot na daném místě. Rezistivita půdy byla v níže uvedených místech měřena do hloubky 2 m.

Poř. č.	Směr	Odpor [Ω]	Rezistivita [Ωm]	Stupeň agresivity	Průměrná Rezistivita [Ωm]
PP-1	S-J	2,62	32,9	III. zvýšená	33,3
	V-Z	2,68	33,7	III. zvýšená	
PP-2	S-J	2,43	30,5	III. zvýšená	31,9
	V-Z	2,64	33,2	III. zvýšená	
PP-3	S-J	1,31	16,5	IV. velmi vysoká	13,9
	V-Z	0,9	11,3	IV. velmi vysoká	
PP-4	S-J	1,5	18,8	IV. velmi vysoká	25,1
	V-Z	2,5	31,4	III. zvýšená	
PP-5	S-J	2,08	26,1	III. zvýšená	25,5
	V-Z	1,98	24,9	III. zvýšená	
PP-6	S-J	2,75	34,6	III. zvýšená	32,8
	V-Z	2,47	31,0	III. zvýšená	

Mimo měření rezistivity do hloubky 2 m bylo ve vybraných místech (PP-1 až PP-6 a dalších) měřeno do hloubky 5 m. Výsledky jsou v následující tabulce.

Poř. č.	Směr	Odpor 5m [Ω]	Rezistivita [Ωm]	Stupeň agresivity	Průměrná Rezistivita [Ωm]
PP-2	S-J	0,8	25,1	III. zvýšená	24,3
	V-Z	0,75	23,6	III. zvýšená	
Mikuláškovo náměstí	S-J	1,3	40,8	III. zvýšená	36,1
	V-Z	1	31,4	III. zvýšená	
PP-3	S-J	0,4	12,6	IV. velmi vysoká	13,0
	V-Z	0,43	13,5	IV. velmi vysoká	
Před ul. Labská	S-J	0,36	11,3	IV. velmi vysoká	11,0
	V-Z	0,34	10,7	IV. velmi vysoká	
PP-4	S-J	0,39	12,3	IV. velmi vysoká	12,9
	V-Z	0,43	13,5	IV. velmi vysoká	
Měnírna	S-J	1,65	51,8	II. střední	36,4
	V-Z	0,67	21,0	IV. velmi vysoká	
PP-6	S-J	0,72	22,6	IV. velmi vysoká	20,4
	V-Z	0,58	18,2	IV. velmi vysoká	

V jednom případě (PP-6) bylo měřeno ještě do hloubek 5, 10 a 15 m ve směru S-J. Místo bylo vybráno přesně nad budoucím tunelem. Výsledky jsou uvedeny v následující tabulce.

Poř. č.	Hloubka [m]	Odpor [Ω]	Rezistivita [Ωm]	Stupeň agresivity
PP-6	5	0,46	14,5	IV. – velmi vysoká
	10	0,18	11,3	IV. – velmi vysoká
	15	0,10	9,4	IV. – velmi vysoká

7. Měření potenciálu plynovod - elektroda

Potenciály byly měřeny registračně na dvou místech ocelových STL plynovodů. Naměřené hodnoty potenciálů jsou uvedeny v následující tabulce, kde jsou uvedeny průměrné hodnoty potenciálů a také vstupující/vystupující proud. Více je v protokolech a grafech z měření potenciálů, které jsou v příloze č. II.

Poř. č.	Popis místa	Prům. potenciál [V]	Prům. proud do OC el. [mA]
1	STL OC DN 300, křižovatka ulic Labská-Vltavská	-0,49	-0,37
2	STL OC DN 400, PO v ul. Jihlavská nedaleko kříž. s ul. Akademická	-1,20	-1,47

8. Měření proudu na plynovodu

Na stejných místech uvedených v předchozí kapitole byly na plynovodech měřeny i proudy vstupující/vystupující do/z ocelových potrubí STL plynovodů přes ocelové elektrody o ploše 100 cm^2 umístěné v zemi. Jedná se tedy o měření na stejných místech jako v případě potenciálů, ale s využitím 2. kanálu přístroje. Pokud naměřené hodnoty proudů mají záporné znaménko (viz tabulka a grafy), bludné proudy do potrubí vstupují a při kladných hodnotách je tomu naopak. Protokoly a grafy z měření proudů jsou v příloze č. II. Průměrné proudy do ocelových elektrod jsou uvedeny také v tabulce v předešlé kapitole.

9. Závěr a návrh opatření

V rámci korozního průzkumu byla v zájmovém prostoru provedena korozní měření a další terénní šetření. Korozní měření zahrnovalo měření intenzity elektrického pole, rezistivity půdy do různých hloubek a potenciálů a proudů na STL plynovodech.

Celkovou agresivitu prostředí ve sledované oblasti lze hodnotit podle ČSN 03 8375 stupněm IV. – velmi vysokou. Vyplývá to z výpočtů hustoty proudu v půdě. Se vzdáleností od stávající tramvajové trati v Osové, intenzita elektrického pole klesá. Z hlediska rezistivity půdy se agresivita pohybuje mezi stupni III. a IV. Je třeba mít na paměti, že bylo měřeno Wennerovou metodou, jedná se tedy o průměrnou rezistivitu celé vrstvy zeminy.

Výsledky všech měření jsou uvedeny přehledně v tabulkách, grafech a protokolech a poslouží jako podklad pro profesní projektanty při návrzích primárních a sekundárních ochran železobetonových konstrukcí atd. Při stanovení stupňů ochranných opatření je třeba postupovat podle v úvodu citovaných předpisů, zejména TP 124, SR 5/7 (S) a dalších.

Z trubních sítí se průzkum soustředil na ocelové STL plynovody, které jsou v městských částech z hlediska bezpečného provozu prioritní. Vodovodní potrubí jsou všechna z litinových trub. Trasu tunelu nové tramvajové tratě bude křížit STL plynovod DN 300 v ul. Labské. Potenciál potrubí - elektroda tohoto plynovodu byl měřen na kontrolním vývodu vzdáleném cca 150 m od budoucího tunelu v místě křižovatky ulic Labská/Vltavská. Dalším sledovaným potrubím byl STL plynovod DN 400/500 vedený po západním okraji ul. Netroufalky. Tento plynovod bude v souběhu s novou tramvajovou tratí. Pro měření na tomto plynovodu byl využit stávající propojovací objekt u křižovatky ul. Jihlavská/Akademická, vzdálený cca 200 m od budoucí tramvajové trati.

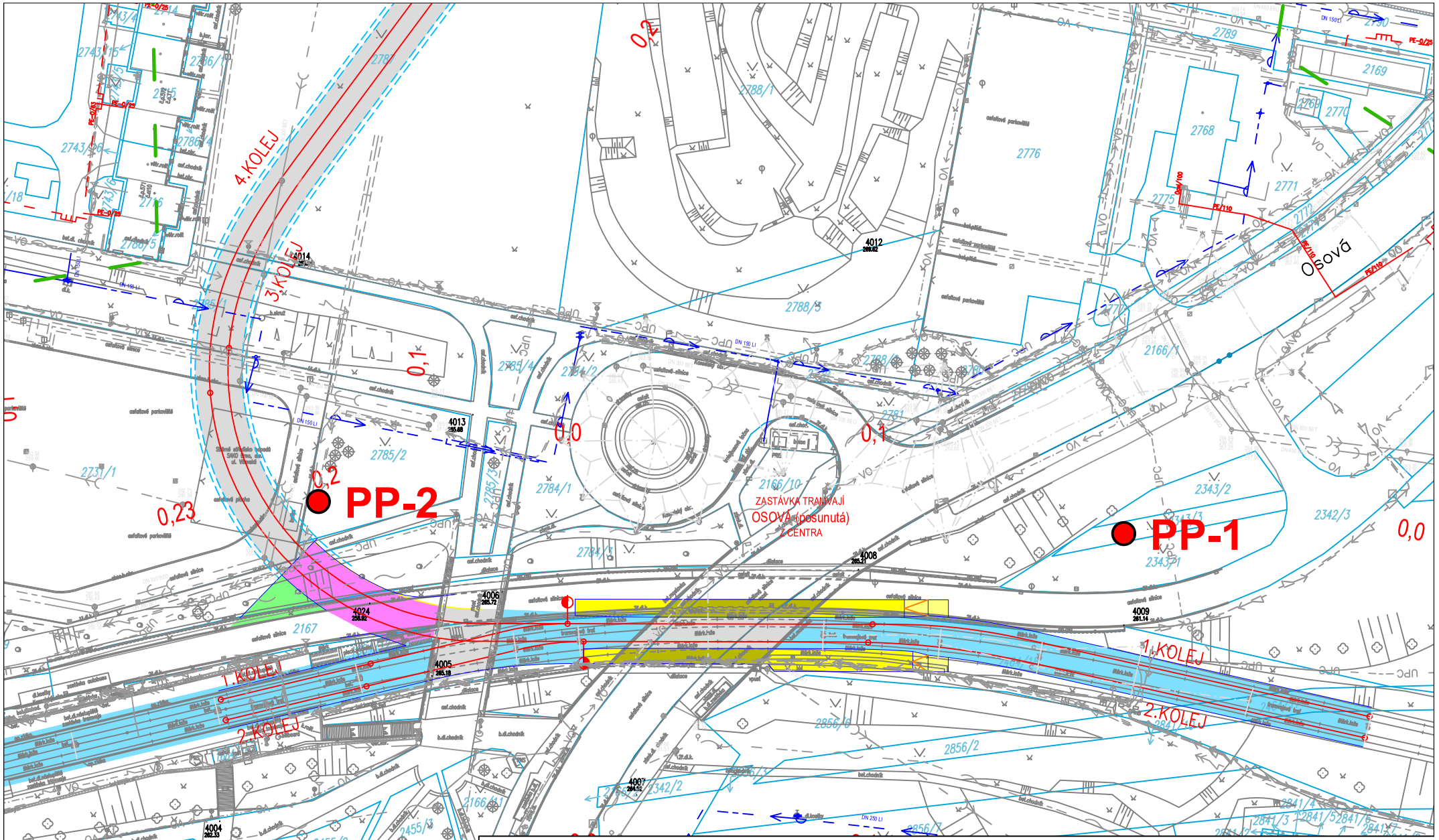
Pro získání kvalitních výsledků měření potenciálů a proudů doporučujeme osadit na potrubí STL plynovodu DN 300 v ul. Labské jeden kontrolní měřící bod v místě křížení trasy plynovodu s budoucím tunelem. Na STL plynovodu DN 500 v ul. Netroufalky doporučujeme osadit dva kontrolní měřící body, tj. přibližně na začátku a konci souběhu trasy plynovodu s novou tramvajovou tratí. Kontrolní měřící body, nejlépe v zemním provedení, doporučujeme vybavit trvalou měřící sondou s referenční elektrodou a ocelovými vzorky. Velikost zemního KMB volit tak, aby do nich bylo možné alespoň na přechodnou dobu umístit mobilní elektronický záznamník pro trvalé monitorování korozní situace na plynovodech. Správce plynovodu může podle svých provozních zkušeností osadit takto více míst, pokud to uzná za potřebné.

Po dokončení a uvedení do provozu „Prodloužení TT z Osové ke Kampusu MU v Bohunicích“, 1. etapy, doporučujeme zajistit obdobné korozní měření stejnou technikou na stejných místech a současné i budoucí měření porovnat za účelem zjištění případných změn způsobených vlivem tramvajového provozu.

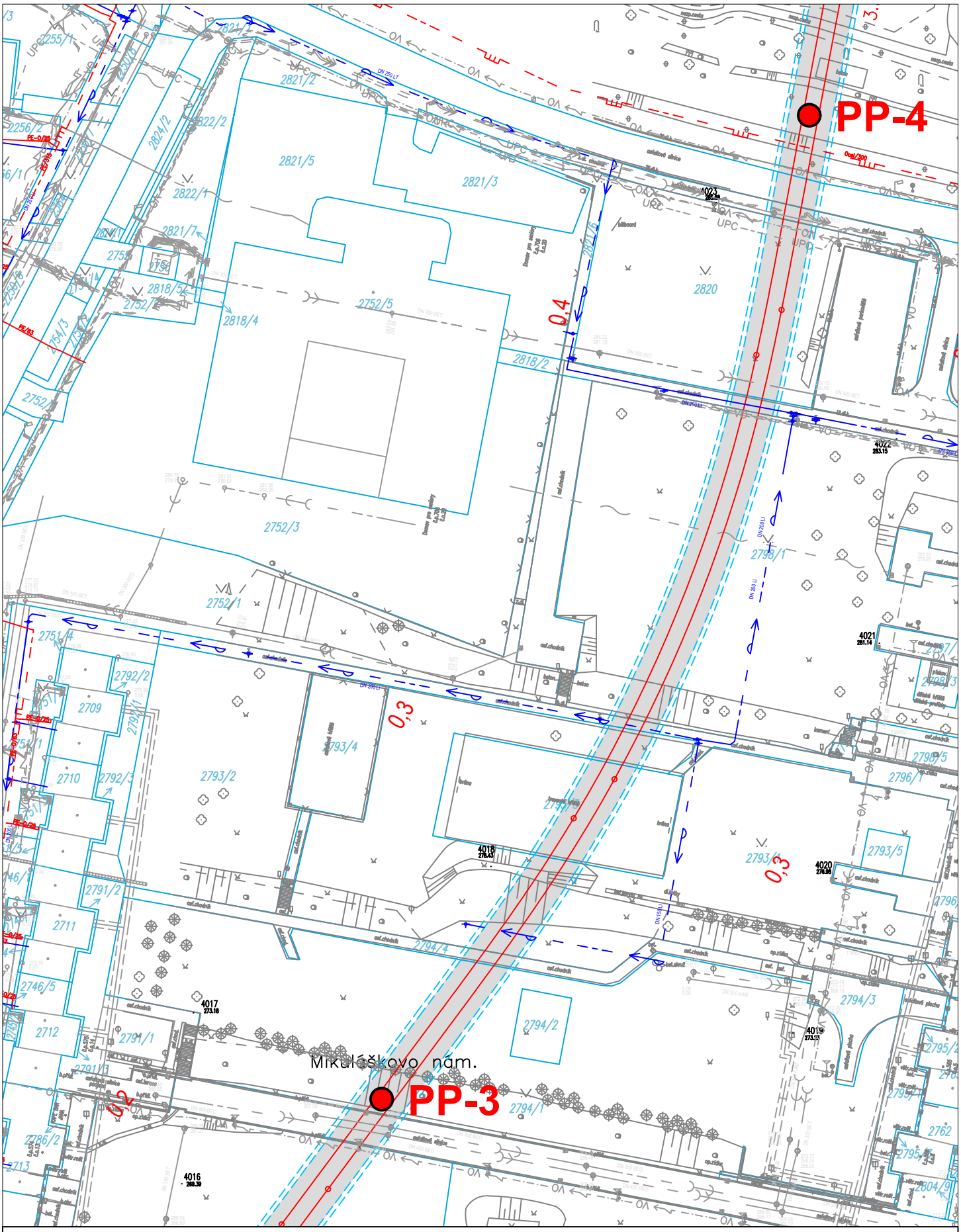
Příloha I.

Situace měřených míst,

fotografie



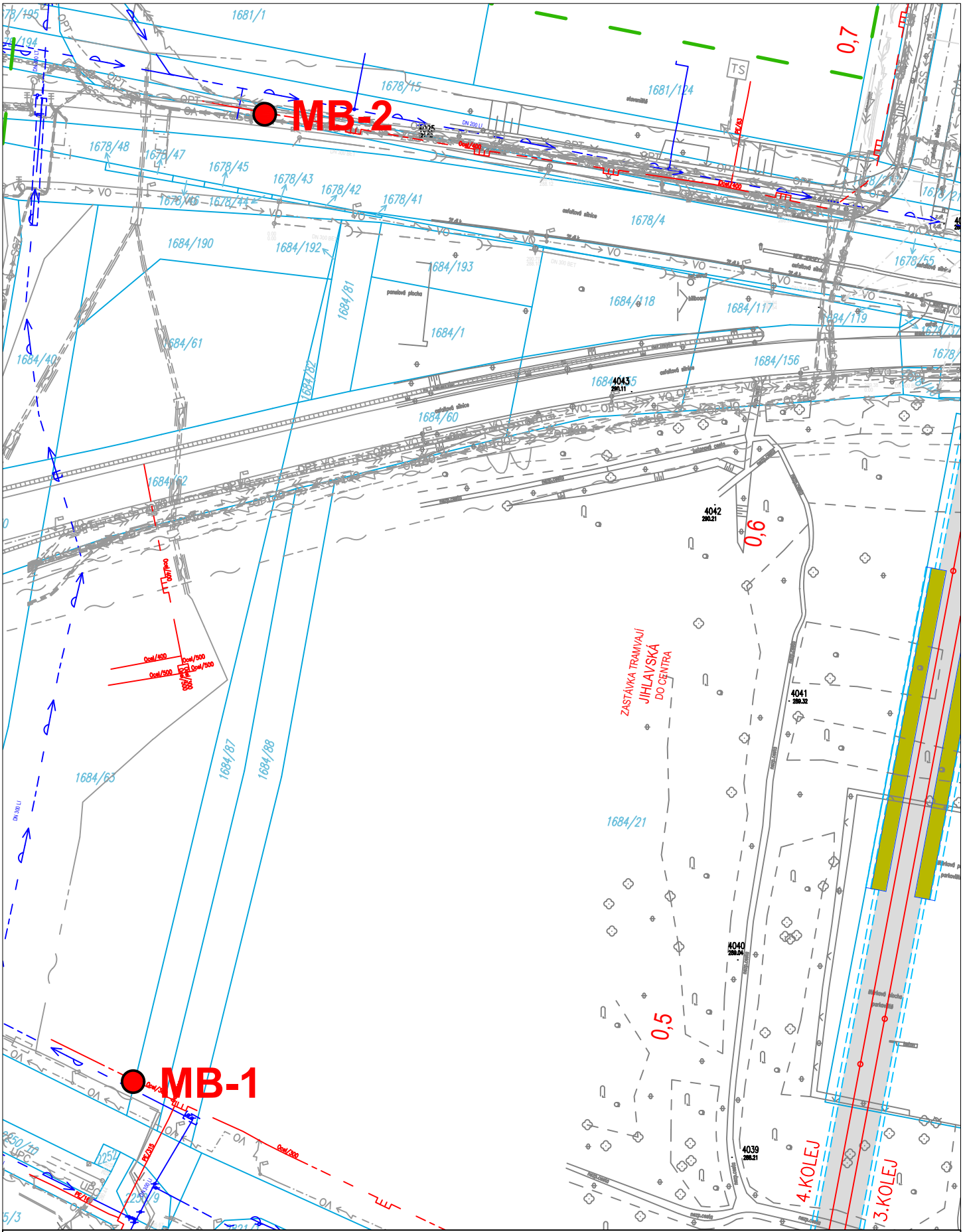
První korozní spol. s r.o. Londýnská 71, 120 00 Praha 2	Název: **Prodloužení TT Brno Osová - Kampus** **Situace měřených míst PP-1, PP-2**		Číslo zakázky: **2016 D 13**
Navrhl, vypracoval / podpis: **Pavel Rada**	Kontroloval / podpis: **Milan Janeček**		Datum: **28. 06. 2016**
Měřítko: **1 : 1 000**	Formát / Počet A4: **A4 / 1**	Soubor: **!6733_koo_sit_500.dwg**	Číslo výkresu: **PK-16-13-01**



První korozní spol. s r.o. Londýnská 71, 120 00 Praha 2	Název: **Prodloužení TT Brno Osová - Kampus** **Situace měřených míst PP-3, PP-4**		Číslo zakázky: **2016 D 13**
			Datum: **28. 06. 2016**
Navrhl, vypracoval / podpis: **Pavel Rada**	Kontroloval / podpis: **Milan Janeček**	Měřítko: **1 : 1 000**	Formát / Počet A4: **A4 / 1**
		Soubor: !6733_koo_sit_500.dwg	Číslo výkresu: **PK-16-13-02**



První korozní spol. s r.o. Londýnská 71, 120 00 Praha 2	Název: **Prodloužení TT Brno Osová - Kampus** **Situace měřených míst PP-5, PP-6**		Číslo zakázky: **2016 D 13**
			Datum: **28. 06. 2016**
Navrhl, vypracoval / podpis: **Pavel Rada**	Kontroloval / podpis: **Milan Janeček**	Měřítko: **1 : 1 000**	Formát / Počet A4: **A4 / 1**
		Soubor: !6733_koo_sit_500.dwg	Číslo výkresu: **PK-16-13-03**



První korozní spol. s r.o. Londýnská 71, 120 00 Praha 2	Název: **Prodloužení TT Brno Osová - Kampus** **Situace měřených míst MB-1, MB-2**			Číslo zakázky: **2016 D 13**
				Datum: **28. 06. 2016**
Navrhl, vypracoval / podpis: **Pavel Rada**	Kontroloval / podpis: **Milan Janeček**	Měřítko: **1 : 1 000**	Formát / Počet A4: **A4 / 1**	Soubor: !6733_koo_sit_500.dwg	Číslo výkresu: **PK-16-13-04**



PP-2, km 0,09, parkoviště Mikuláškovo nám.



PP-4, km 0,45, ul. Labské



PP-1, km -0,1, začátek TT, před křížením TT s ul. Osová



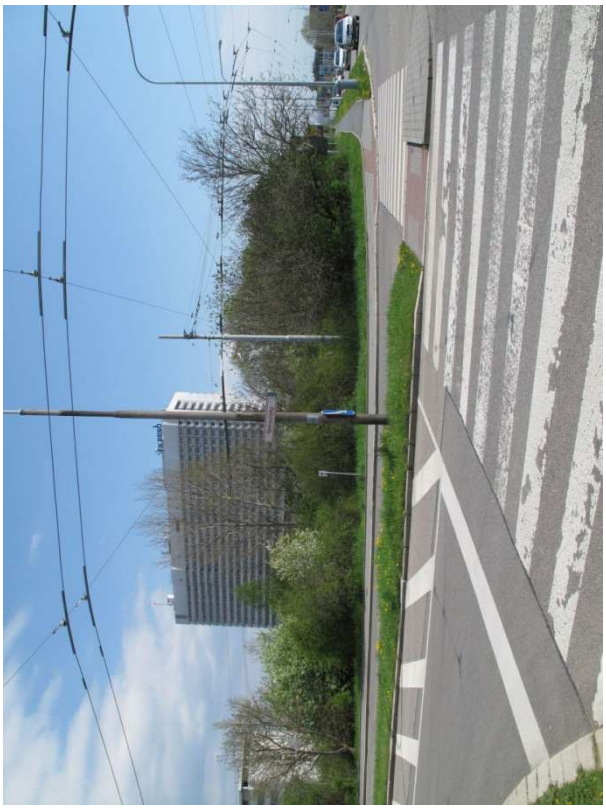
PP-3, km 0,22, jednosměr.ul. Mikuláškovo nám.



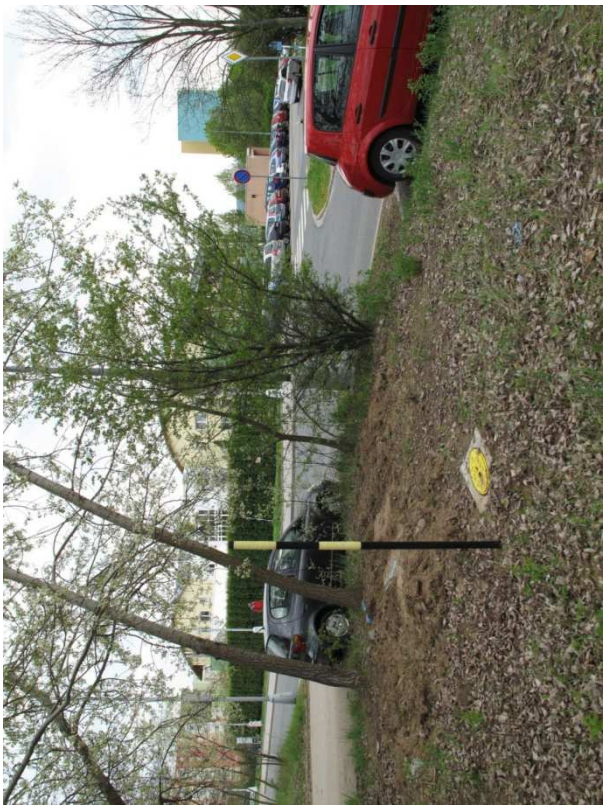
PP-6, km 0,9, konec TT, FN Bohunice



STL OC DN 400, PO v ul. Jihlavská u kříž. s ul. Akademická



PP-5, km 6,8, křižovatka ul. Jihlavská-Netroufalky



STL OC DN 300, křižovatka ulic Labská-Vltavská

Příloha II.

Protokoly a grafy z měření

potenciálu potrubí – elektroda, proudu do ocelové elektrody

POTENCIÁL POTRUBÍ – ELEKTRODA

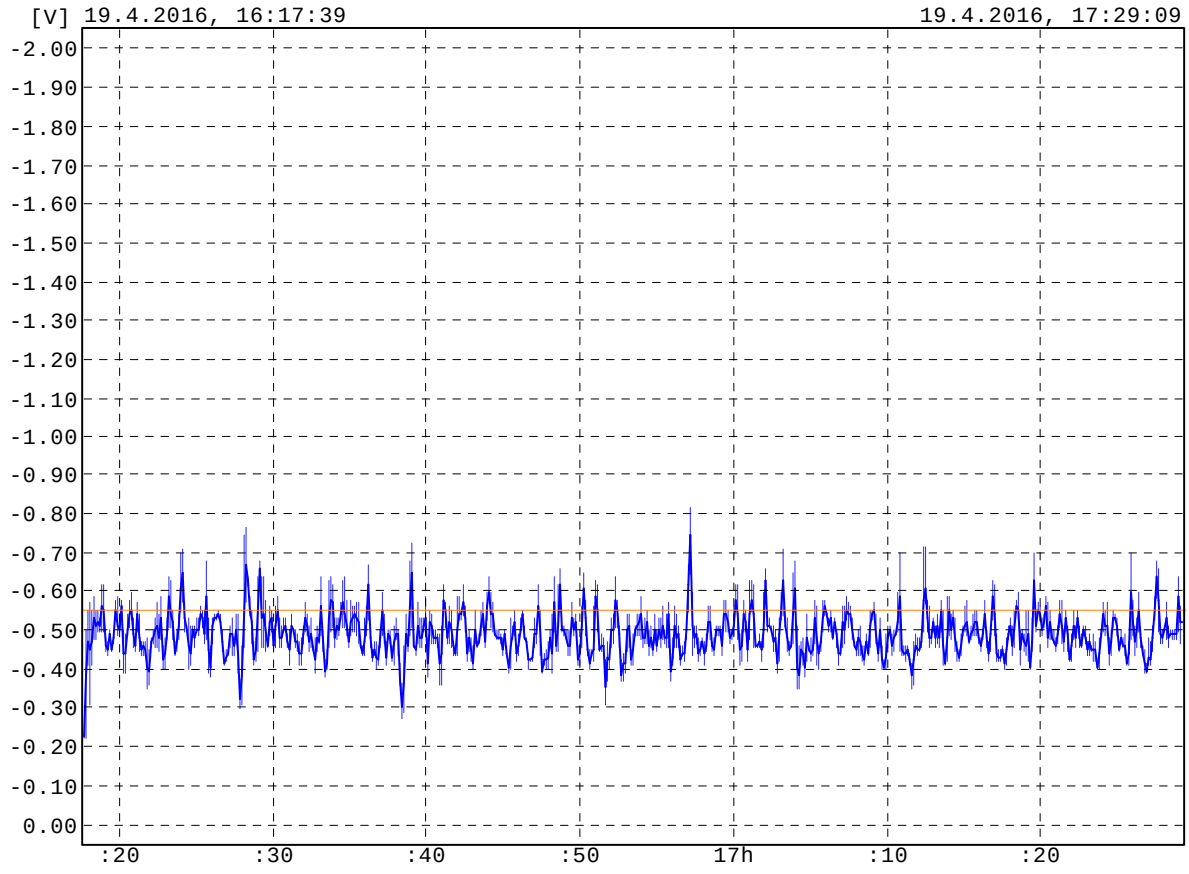
Měření

Místo:	MB-1, STL OC DN 300, křižovatka ulic Labská-Vltavská
Začátek:	19.4.2016, 16:17:39
Konec:	19.4.2016, 17:29:09
Soubor:	d:\Korodat.CZ\Brno-Oso\STL_Labská-Vltavská.1kk

Statistika

Průměrná hodnota	-0.49V
Minimální hodnota	-0.81V
Maximální hodnota	-0.22V
Limitní hodnota.....	-0.55
Nad hranicí	16.5%/-0.58V
Pod hranicí	83.5%/-0.47V

Grafické zobrazení



PROUD DO OCELOVÉ ELEKTRODY 100 cm^2

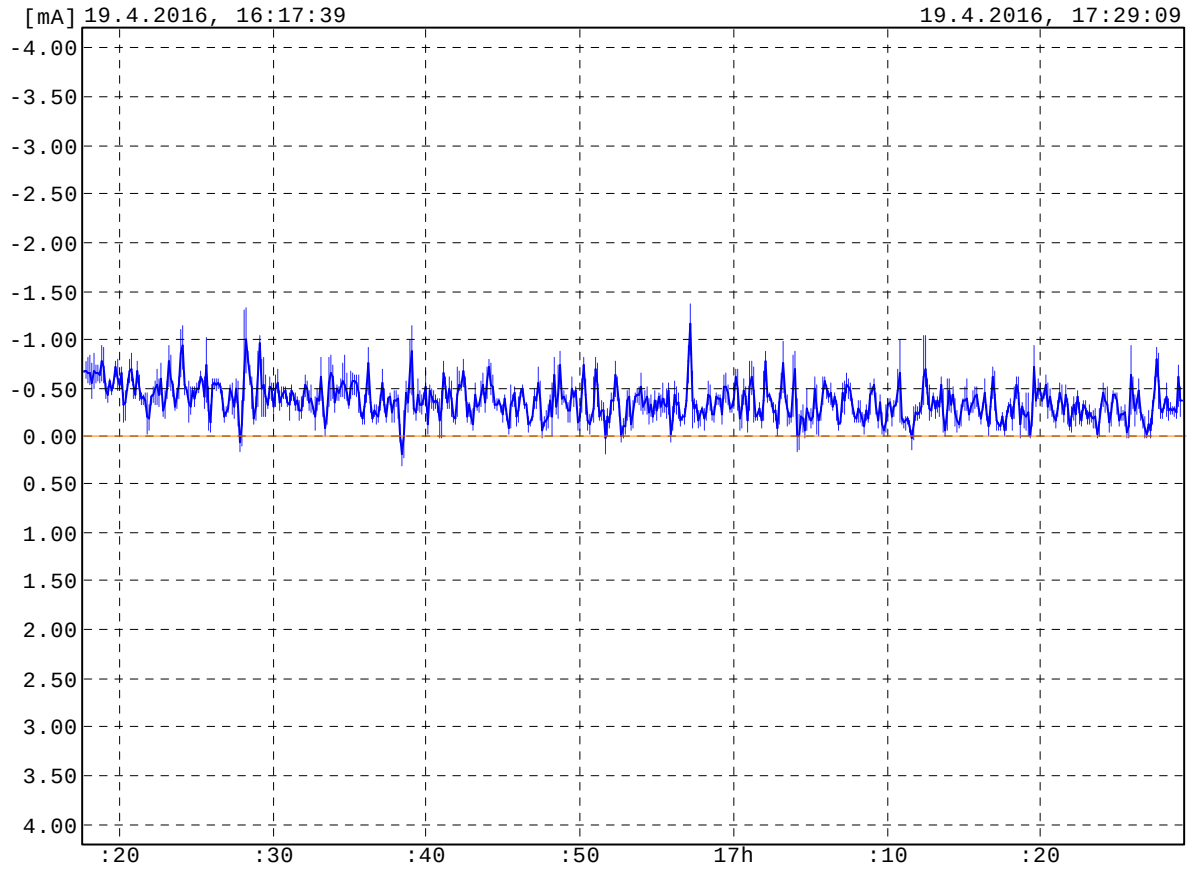
Měření

Místo:	MB-1, STL OC DN 300, křižovatka ulic Labská-Vltavská		
Záznamník:	KD5.1/P16	Kanál:	2: 12 bit, -+4.50mA
Začátek:	19.4.2016, 16:17:39	Perioda:	1s
Konec:	19.4.2016, 17:29:09	Počet hodnot:	4290
Soubor:	d:\Korodat.CZ\Brno-Oso\STL_Labská-Vltavská.2kk		

Statistika

Průměrná hodnota	-0.37mA
Minimální hodnota	-1.38mA
Maximální hodnota	0.30mA
Limitní hodnota	0.00
Vstupuje	98.8%/-0.38mA
Vystupuje	1.2%/0.10mA

Grafické zobrazení



POTENCIÁL POTRUBÍ – ELEKTRODA

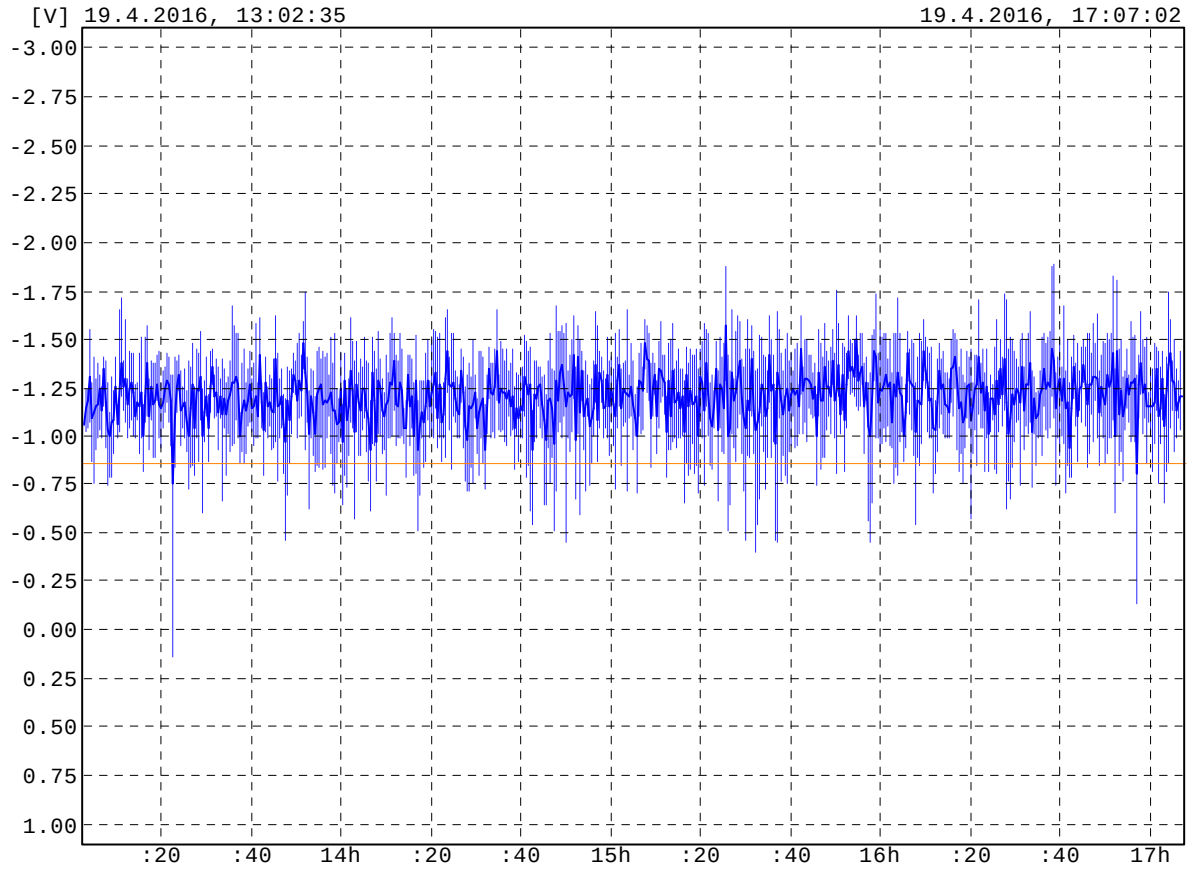
Měření

Místo:	MB-2, STL OC DN 400, PO v ul. Jihlavská nedaleko křiž. s ul. Akademická
Začátek:	19.4.2016, 13:02:35
Konec:	19.4.2016, 17:07:02
Soubor:	d:\Korodat.CZ\Brno-Oso\POCH-1(Jihlavská).1kk

Statistika

Průměrná hodnota	-1.20V
Minimální hodnota	-1.88V
Maximální hodnota	0.14V
Limitní hodnota.....	-0.85
Nad hranicí	96.6%/-1.22V
Pod hranicí	3.4%/-0.72V

Grafické zobrazení



PROUD DO OCELOVÉ ELEKTRODY 100 cm^2

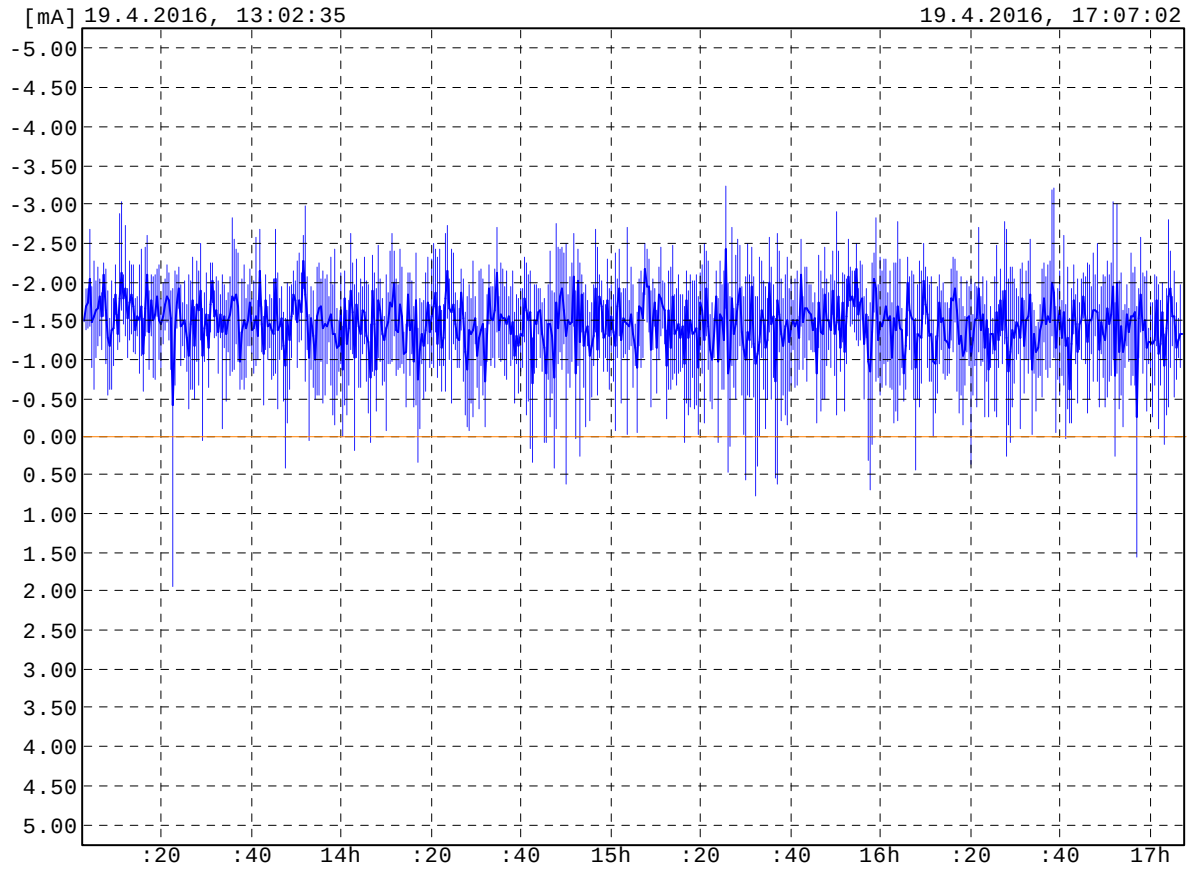
Měření

Místo:	MB-2, STL OC DN 400, PO v ul. Jihlavská nedaleko kříž. s ul. Akademická		
Záznamník:	KD5.1/P10	Kanál:	2: 12 bit, -+21.3mA
Začátek:	19.4.2016, 13:02:35	Perioda:	1s
Konec:	19.4.2016, 17:07:02	Počet hodnot:	14667
Soubor:	d:\Korodat.CZ\Brno-Oso\POCH-1(Jihlavská).2kk		

Statistika

Průměrná hodnota	-1.47mA
Minimální hodnota	-3.23mA
Maximální hodnota	1.91mA
Limitní hodnota	0.00
Vstupuje	99.2%/-1.48mA
Vystupuje	0.8%/0.30mA

Grafické zobrazení

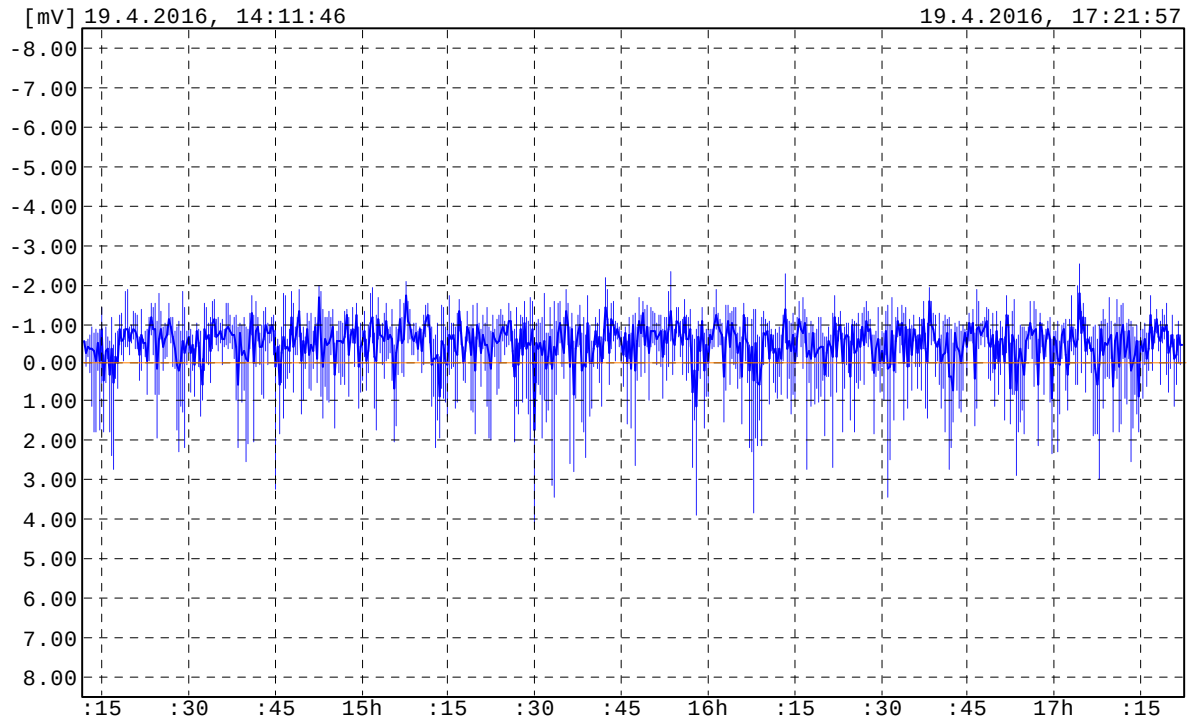


Příloha III.

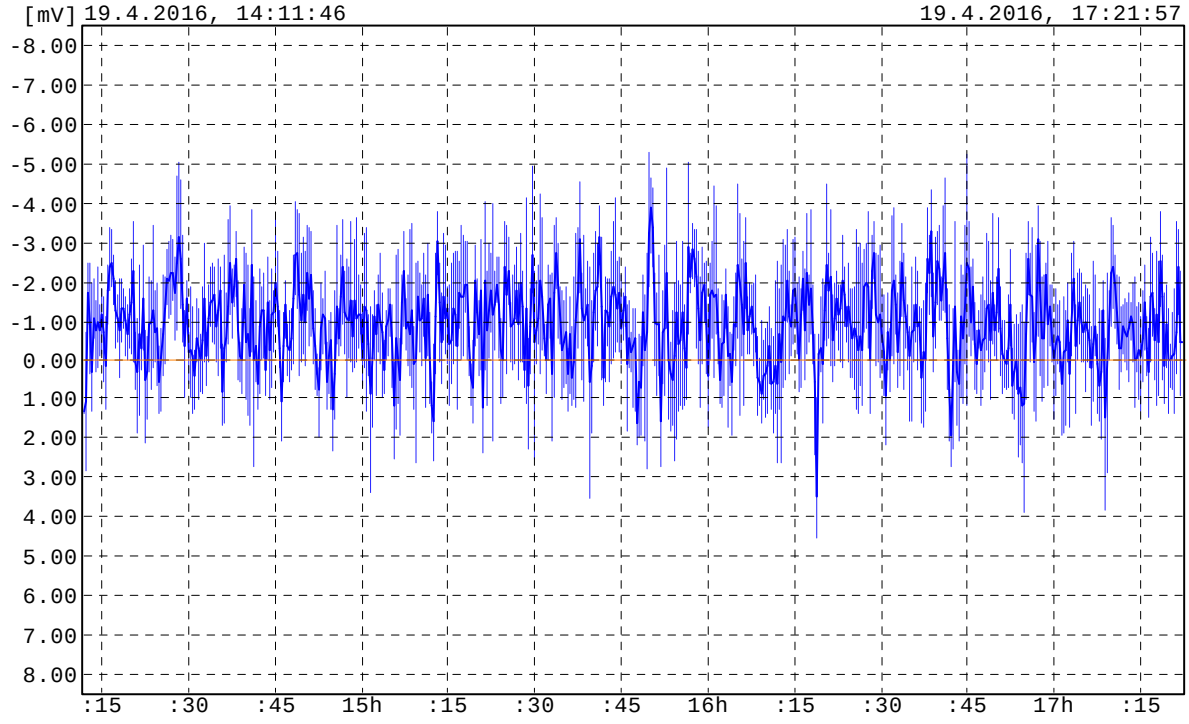
Protokoly a grafy z měření

Intenzity elektrického pole
Graf vektoru elektrického pole

PP-1, km -0,1, před křížením TT s ul. Osová
Intenzity elektrického pole - směr sever-jih



Intenzity elektrického pole - směr východ-západ



PROTOKOL Z MĚŘENÍ
intenzity elektrického pole - hustoty proudu v půdě

Místo měření : PP-1, km -0,1, před křížením TT s ul. Osová
Začátek měření : 19.04.2016 14:11:46
Konec měření : 19.04.2016 17:21:56

1.SOUBOR: PP1J.2KD
Plus pól : JIH
Korodat číslo : 10

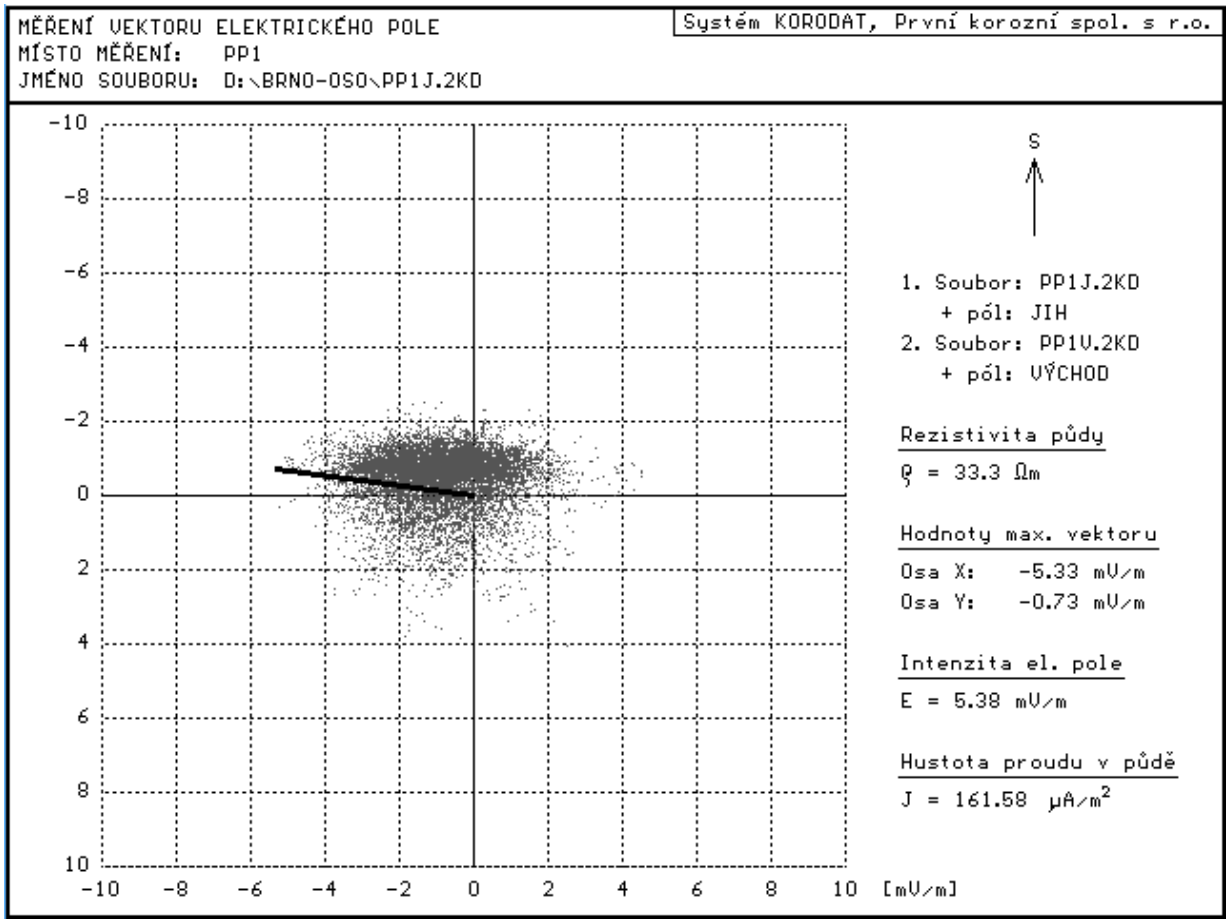
2.SOUBOR: PP1V.2KD
Plus pól : VÝCHOD
Korodat číslo : 12

Vzdálenost elektrod : 6.0 m
Rezistivita půdy : 33.3 Ohm.m

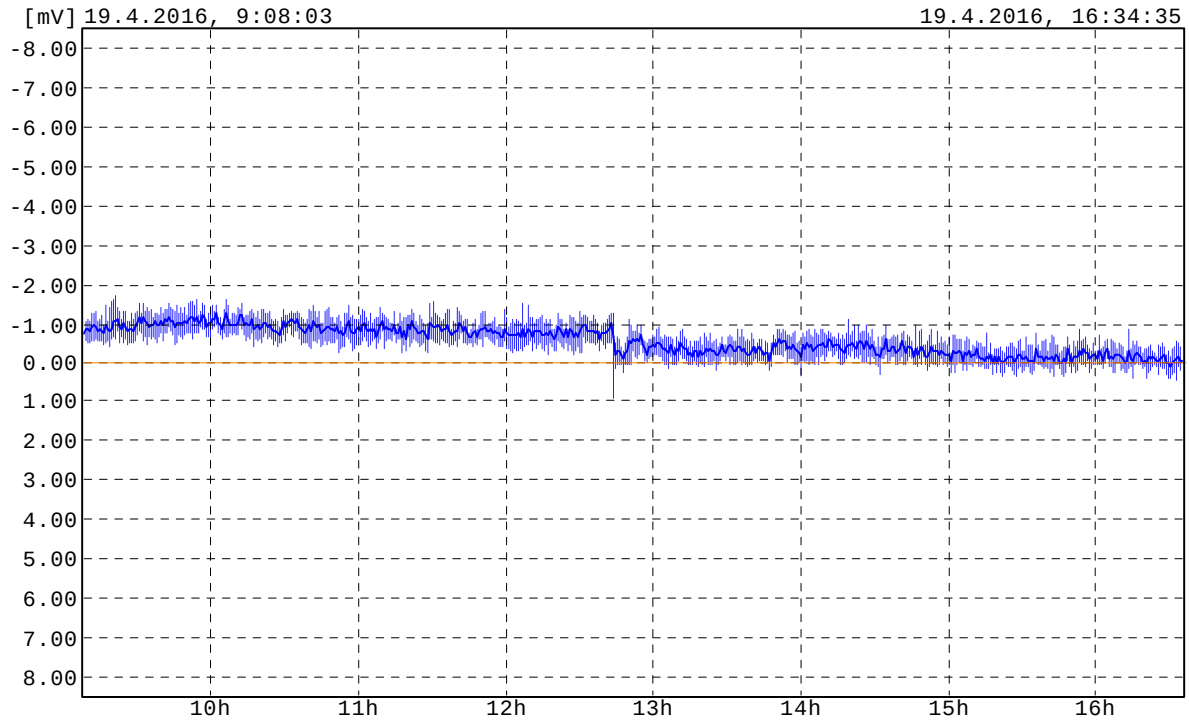
MAXIMÁLNÍ HODNOTY VEKTORU ELEKTRICKÉHO POLE
Osa X: -5.33 mV/m
Osa Y: -0.73 mV/m

MAXIMÁLNÍ INTENZITA ELEKTRICKÉHO POLE
E = 5.38 mV/m

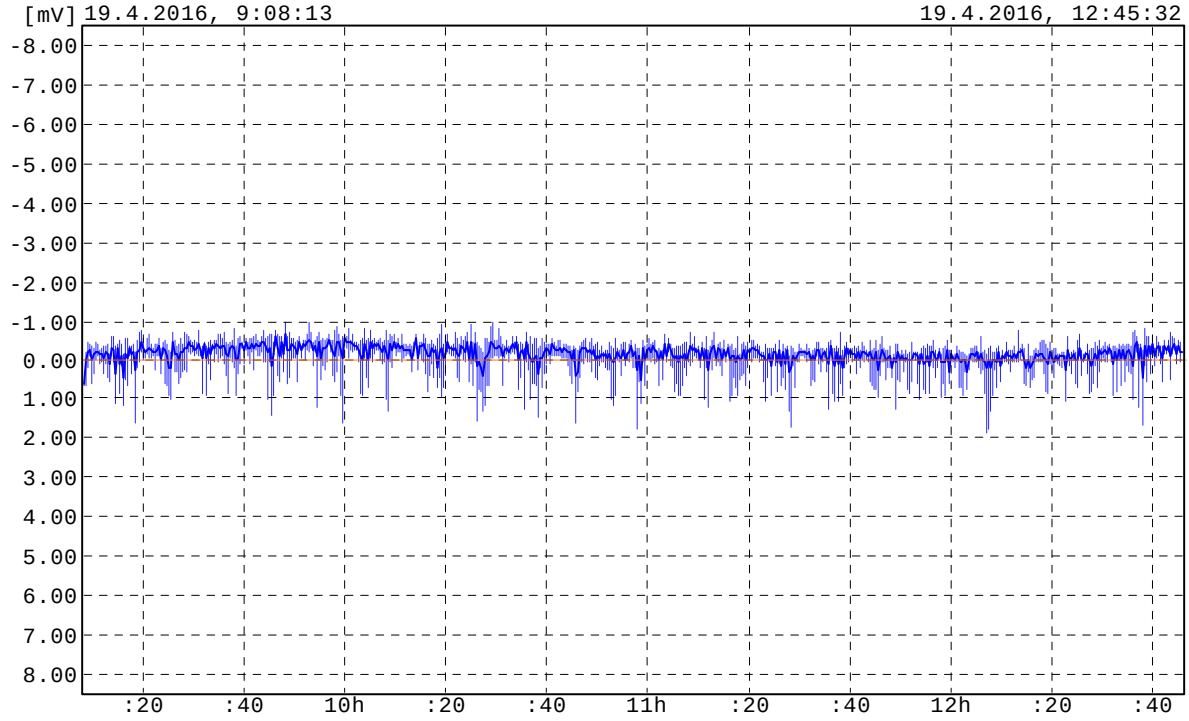
MAXIMÁLNÍ HUSTOTA PROUDU V PŮDĚ V CIZÍM PROUDOVÉM POLI
J = 161.58 uA/m2



PP-2, km 0,09, parkoviště Mikuláškovo nám.
Intenzity elektrického pole - směr sever-jih



Intenzity elektrického pole - směr východ-západ



PROTOKOL Z MĚŘENÍ
intenzity elektrického pole - hustoty proudu v půdě

Místo měření : PP-2, km 0,09, parkoviště Mikuláškovo nám.
Začátek měření : 19.04.2016 09:08:03
Konec měření : 19.04.2016 16:34:34

1.SOUBOR: PP2J.2KD
Plus pól : JIH
Korodat číslo : 568

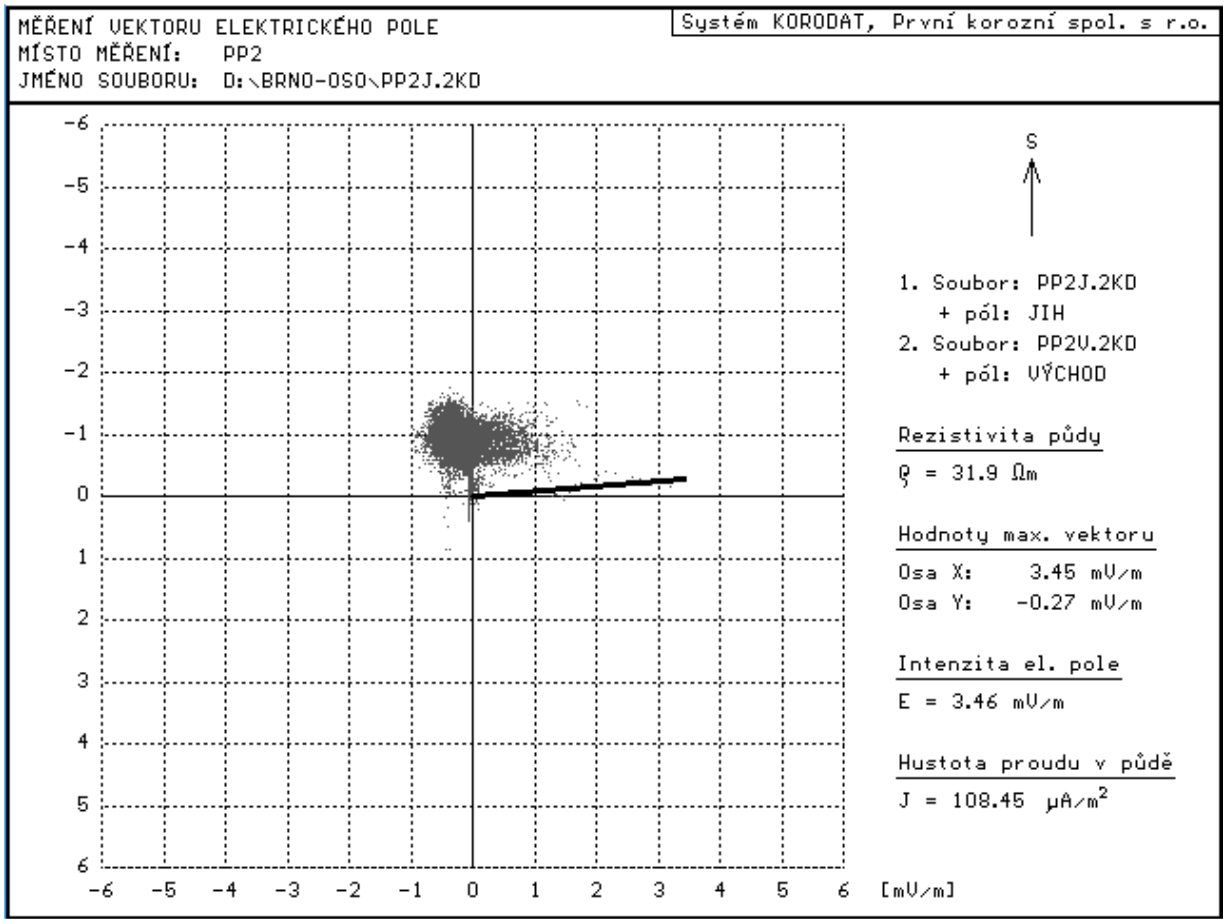
2.SOUBOR: PP2V.2KD
Plus pól : VÝCHOD
Korodat číslo : 8

Vzdálenost elektrod : 6.0 m
Rezistivita půdy : 31.9 Ohm.m

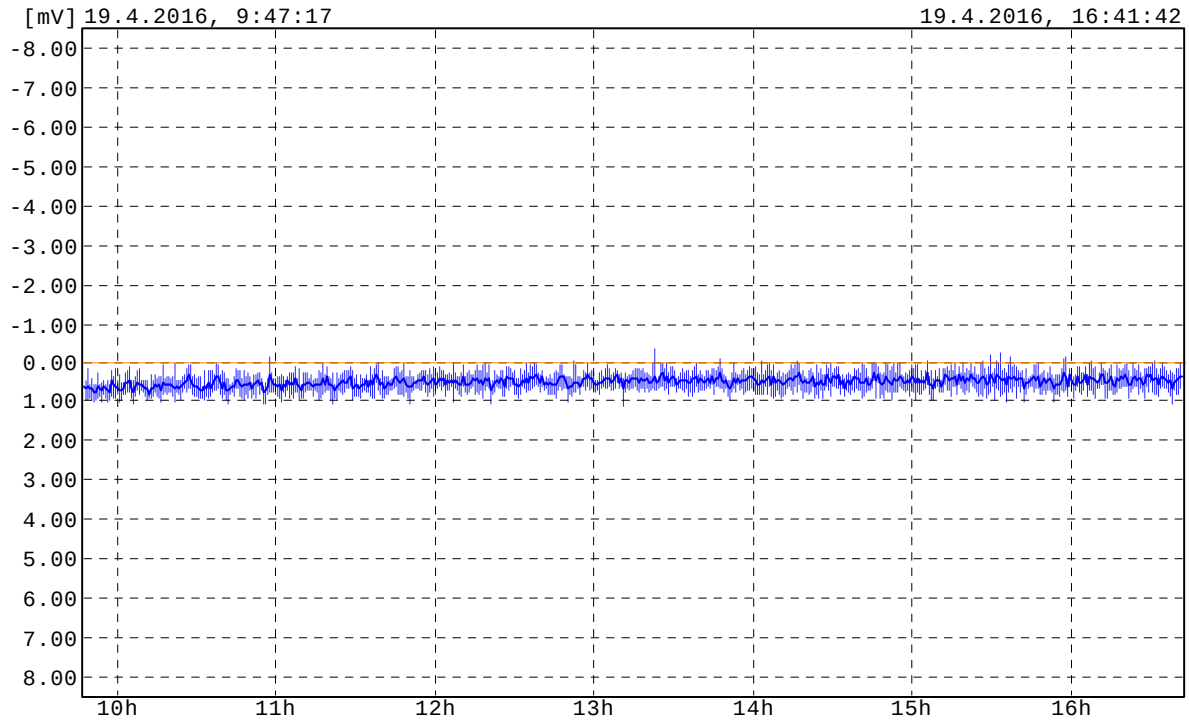
MAXIMÁLNÍ HODNOTY VEKTORU ELEKTRICKÉHO POLE
Osa X: 3.45 mV/m
Osa Y: -0.27 mV/m

MAXIMÁLNÍ INTENZITA ELEKTRICKÉHO POLE
E = 3.46 mV/m

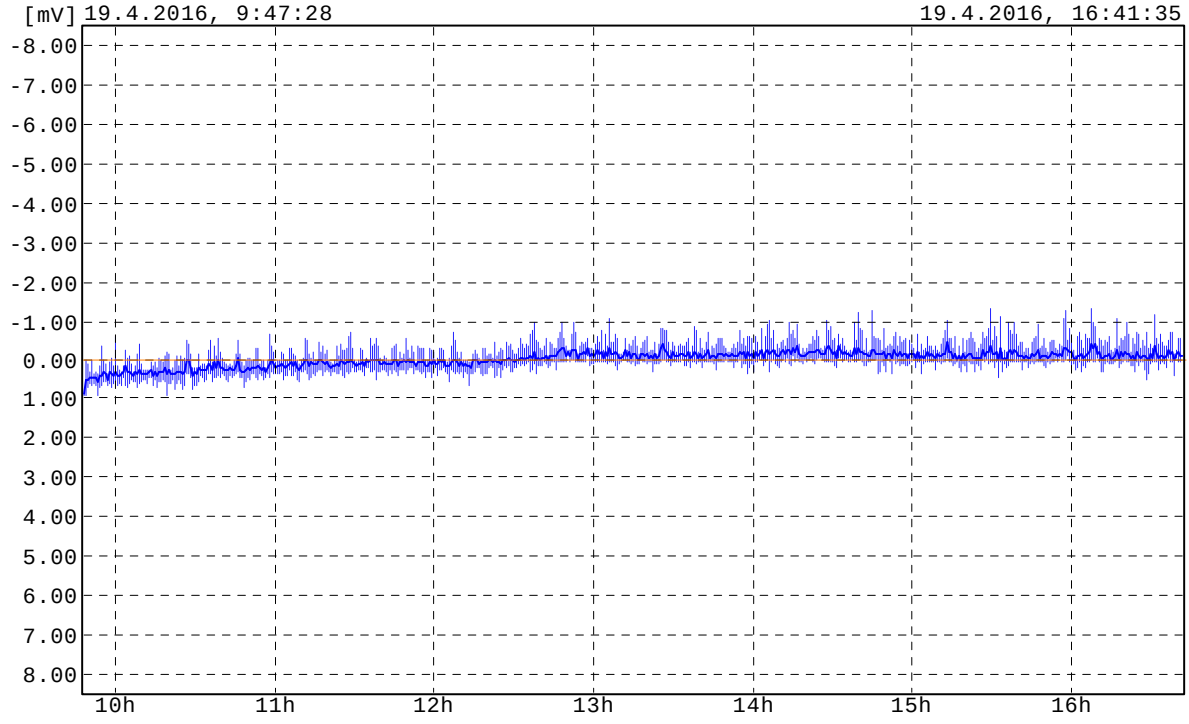
MAXIMÁLNÍ HUSTOTA PROUDU V PŮDĚ V CIZÍM PROUDOVÉM POLI
J = 108.45 uA/m2



PP-3, km 0,22, jednosměrná ul. Mikuláškovo nám.
Intenzity elektrického pole - směr sever-jih



Intenzity elektrického pole - směr východ-západ



PROTOKOL Z MĚŘENÍ
intenzity elektrického pole - hustoty proudu v půdě

Místo měření : PP-3, km 0,22, jednosměrná ul. Mikuláškovo nám.
Začátek měření : 19.04.2016 09:47:17
Konec měření : 19.04.2016 16:41:41

1.SOUBOR: PP3S.2KD
Plus pól : SEVER
Korodat číslo : 521

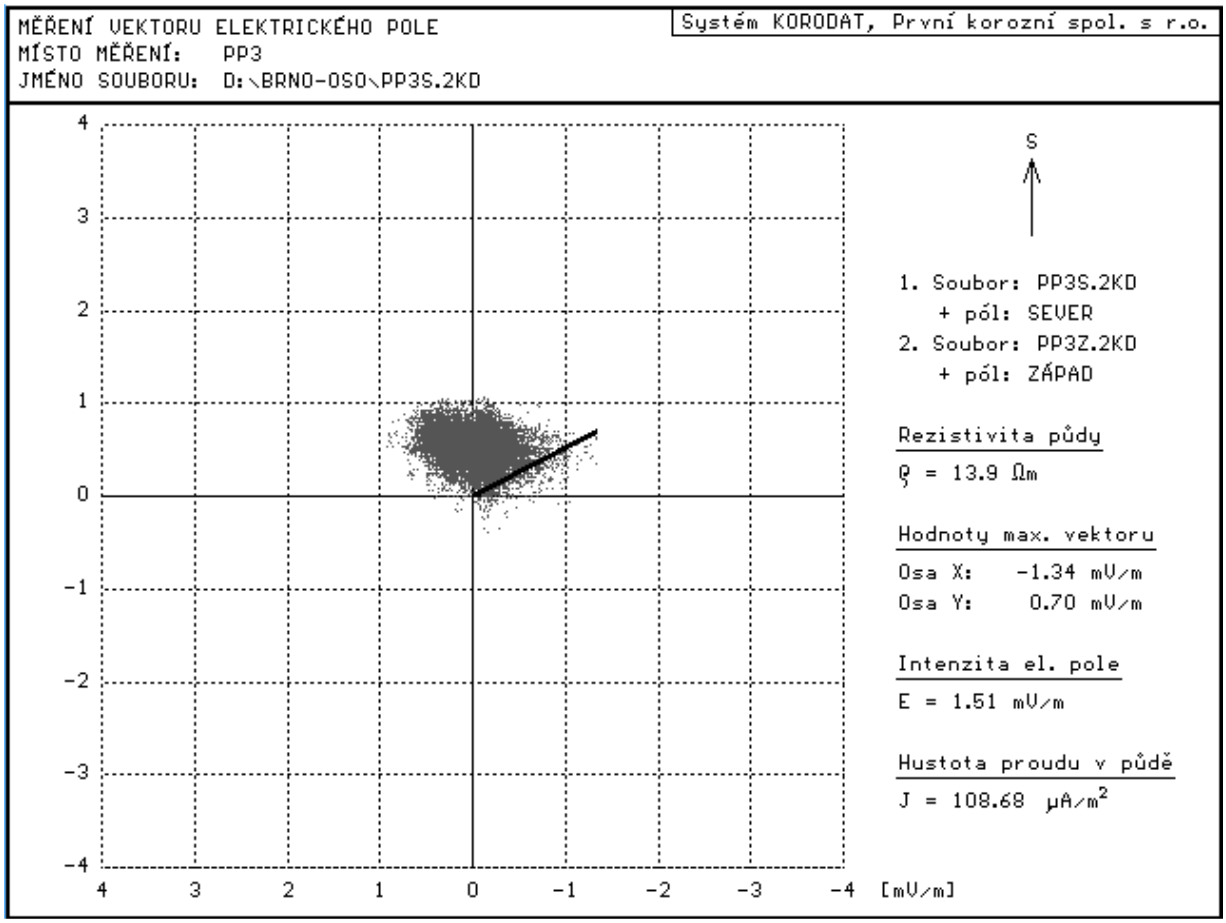
2.SOUBOR: PP3Z.2KD
Plus pól : ZÁPAD
Korodat číslo : 6

Vzdálenost elektrod : 5.0 m
Rezistivita půdy : 13.9 Ohm.m

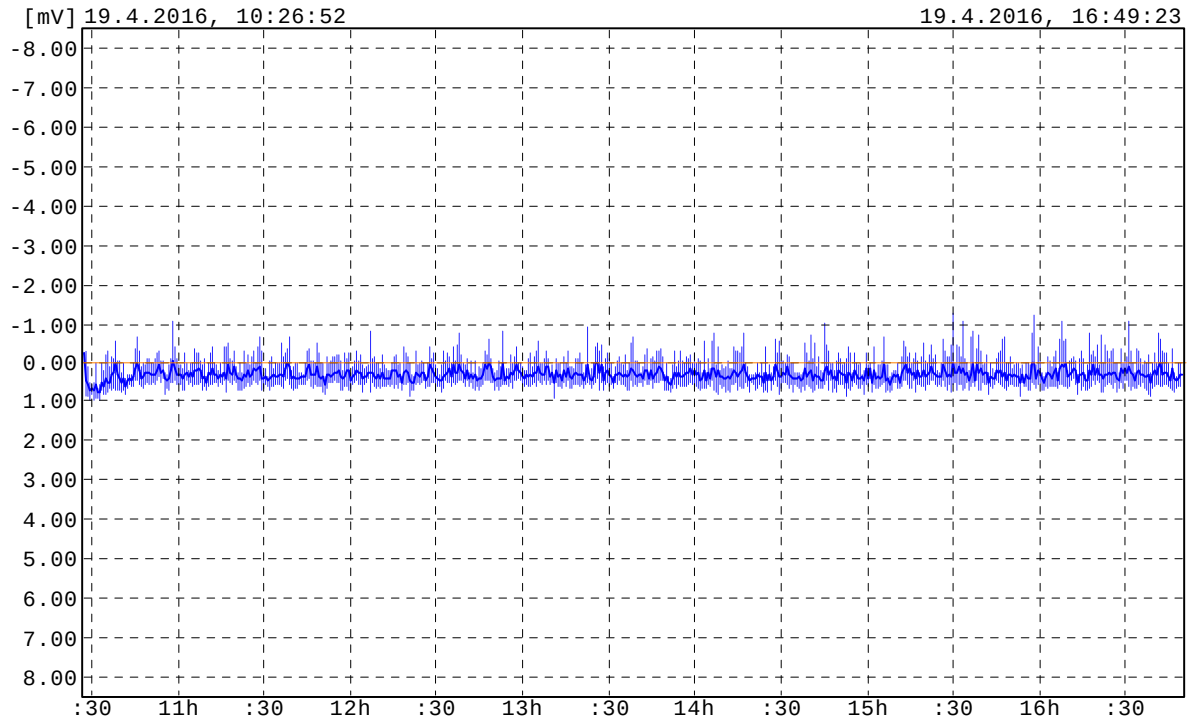
MAXIMÁLNÍ HODNOTY VEKTORU ELEKTRICKÉHO POLE
Osa X: -1.34 mV/m
Osa Y: 0.70 mV/m

MAXIMÁLNÍ INTENZITA ELEKTRICKÉHO POLE
E = 1.51 mV/m

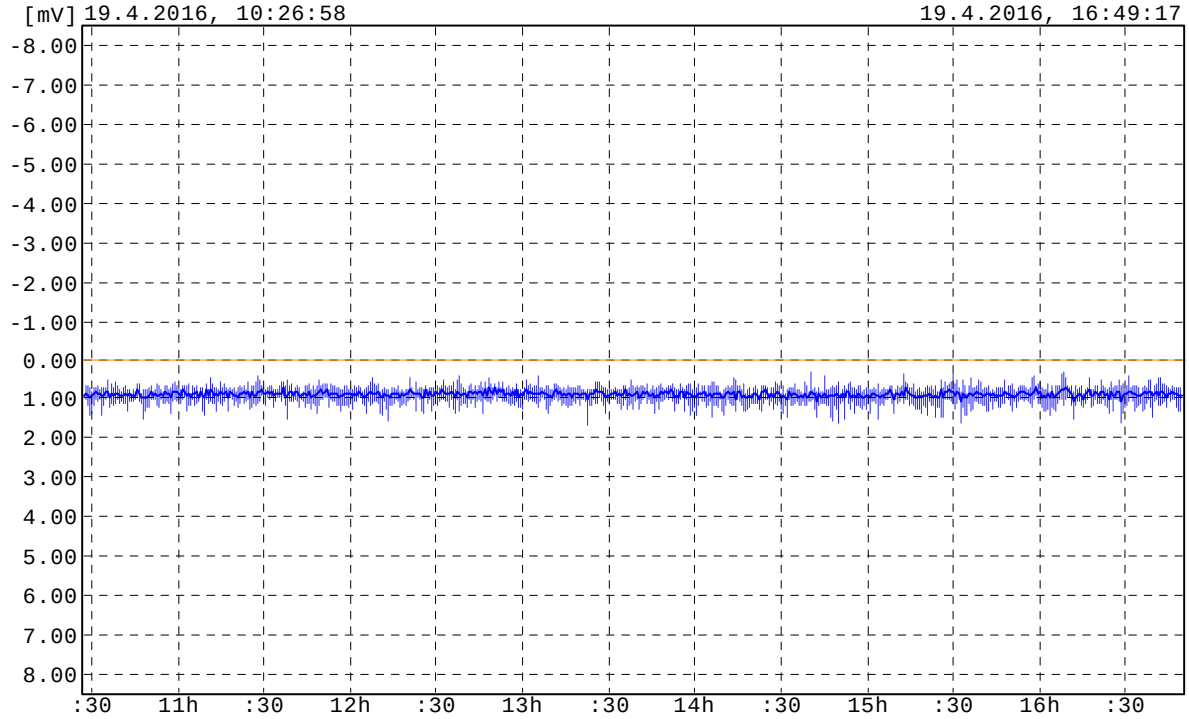
MAXIMÁLNÍ HUSTOTA PROUDU V PŮDĚ V CIZÍM PROUDOVÉM POLI
J = 108.68 uA/m2



PP-4, km 0,45, ul. Labské
Intenzity elektrického pole - směr sever-jih



Intenzity elektrického pole - směr východ-západ



PROTOKOL Z MĚŘENÍ
intenzity elektrického pole - hustoty proudu v půdě

Místo měření : PP-4, km 0,45, ul. Labské
Začátek měření : 19.04.2016 10:26:52
Konec měření : 19.04.2016 16:49:22

1.SOUBOR: PP4S.2KD
Plus pól : SEVER
Korodat číslo : 14

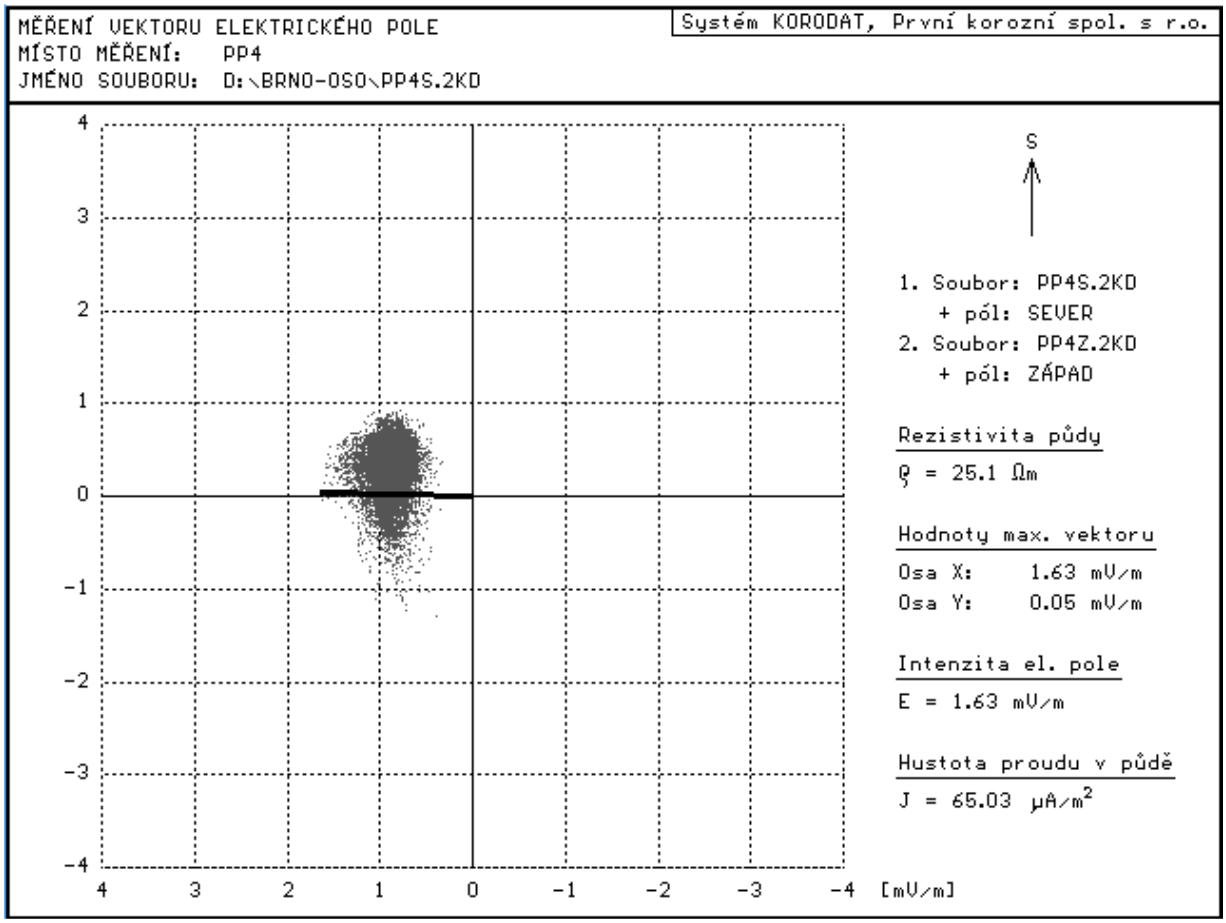
2.SOUBOR: PP4Z.2KD
Plus pól : ZÁPAD
Korodat číslo : 13

Vzdálenost elektrod : 5.0 m
Rezistivita půdy : 25.1 Ohm.m

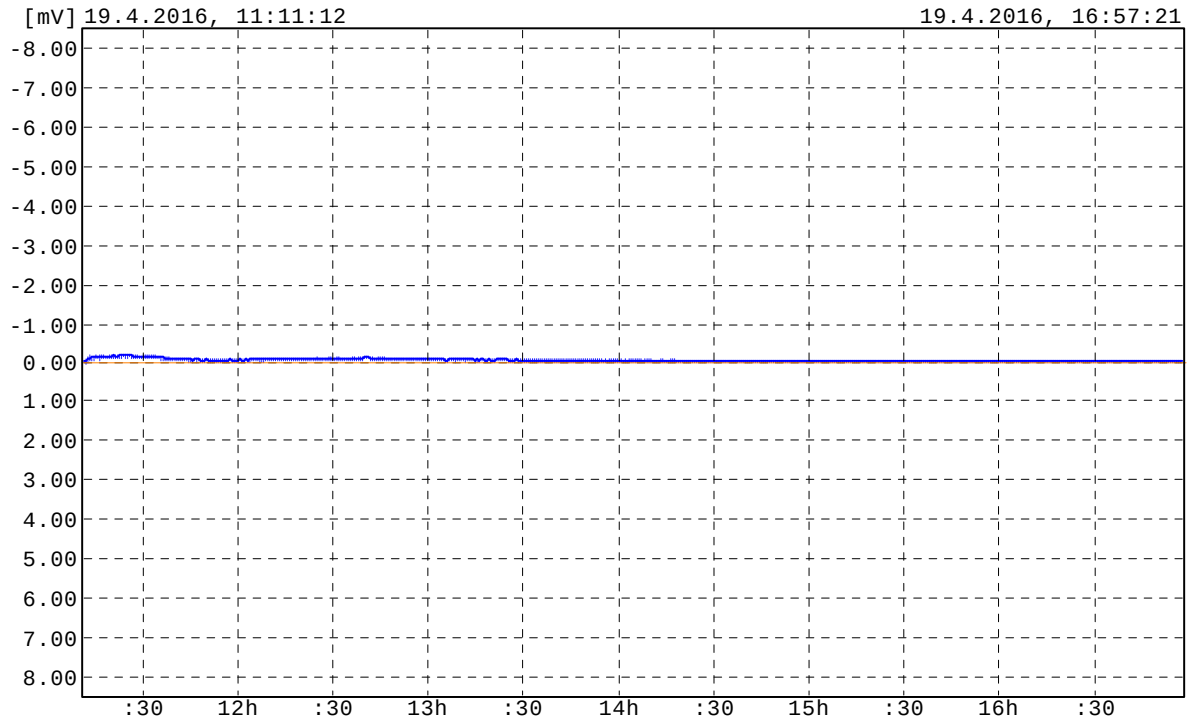
MAXIMÁLNÍ HODNOTY VEKTORU ELEKTRICKÉHO POLE
Osa X: 1.63 mV/m
Osa Y: 0.05 mV/m

MAXIMÁLNÍ INTENZITA ELEKTRICKÉHO POLE
E = 1.63 mV/m

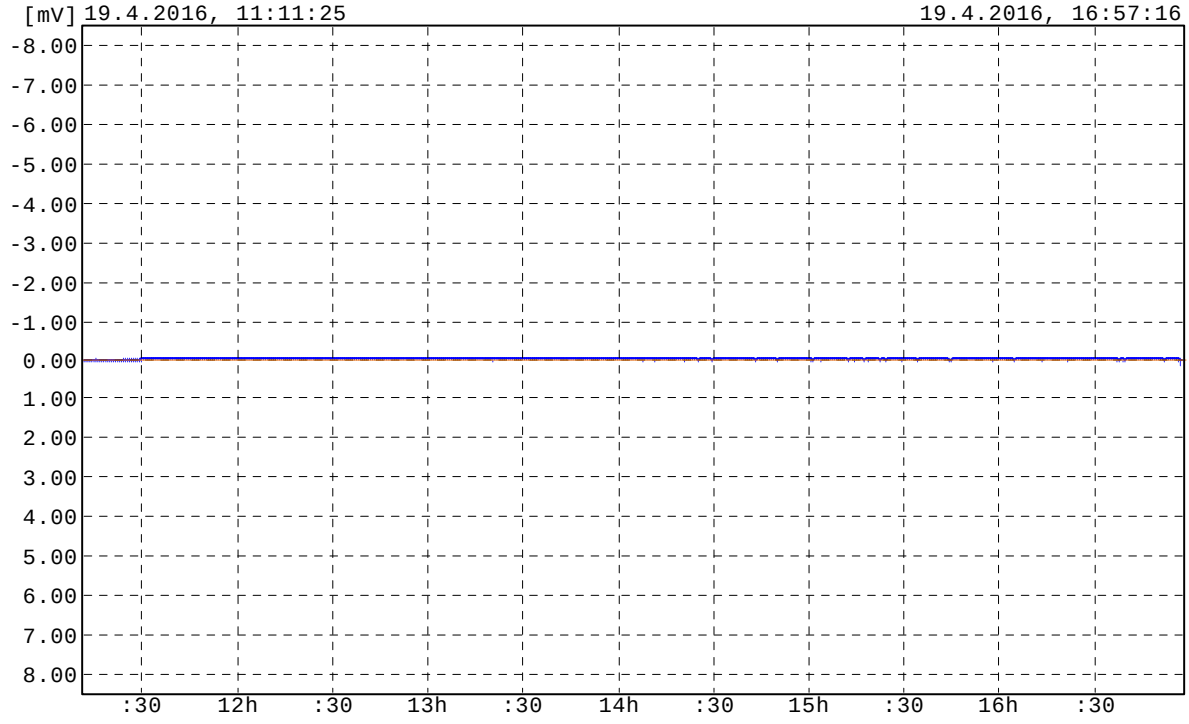
MAXIMÁLNÍ HUSTOTA PROUDU V PŮDĚ V CIZÍM PROUDOVÉM POLI
J = 65.03 uA/m2



PP-5, km 6,8, kříž. Jihlavská-Netroufalky
Intenzity elektrického pole - směr sever-jih



Intenzity elektrického pole - směr východ-západ



PROTOKOL Z MĚŘENÍ
intenzity elektrického pole - hustoty proudu v půdě

Místo měření : PP-5, km 6,8, kříž. Jihlavská-Netroufalky
Začátek měření : 19.04.2016 11:11:12
Konec měření : 19.04.2016 16:57:20

1.SOUBOR: PP5S.2KD
Plus pól : SEVER
Korodat číslo : 21

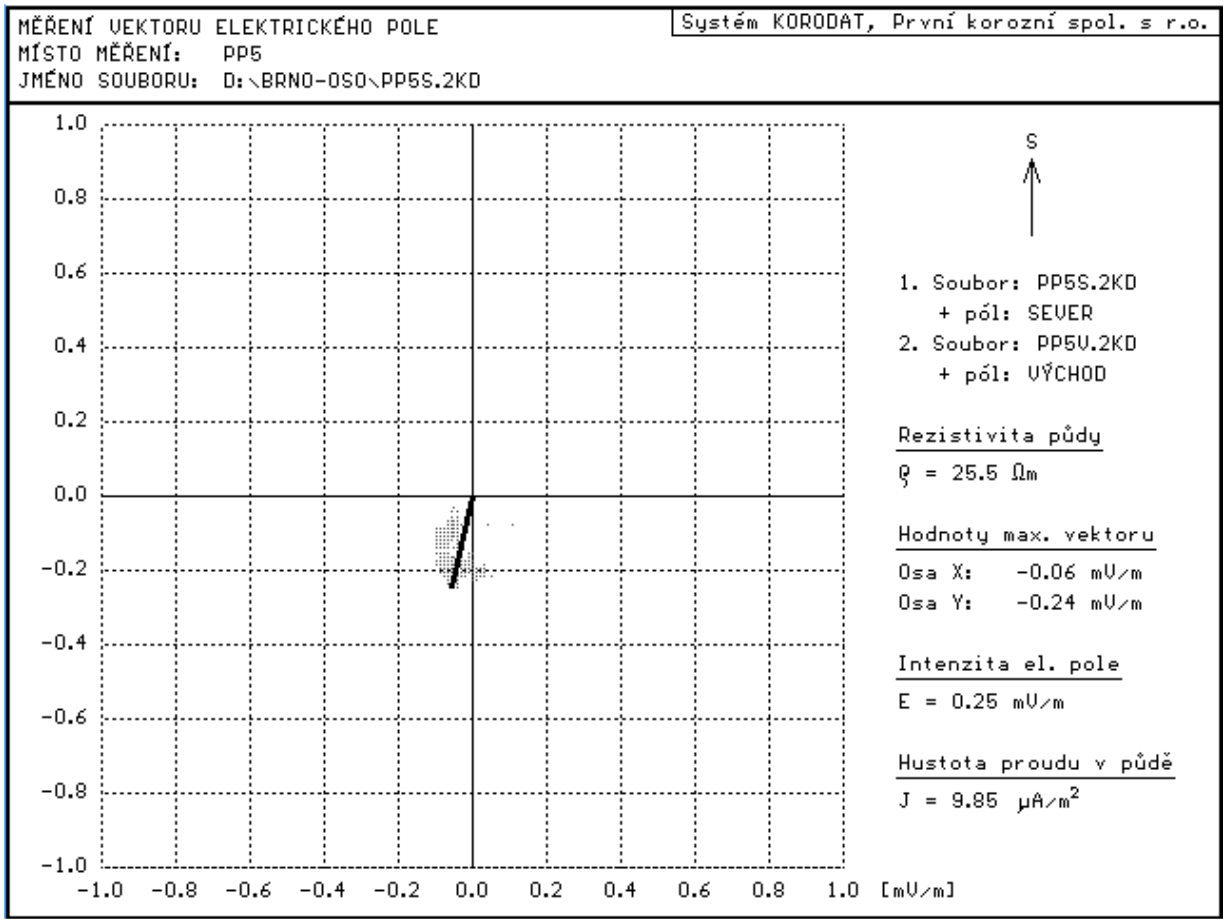
2.SOUBOR: PP5V.2KD
Plus pól : VÝCHOD
Korodat číslo : 13

Vzdálenost elektrod : 5.0 m
Rezistivita půdy : 25.5 Ohm.m

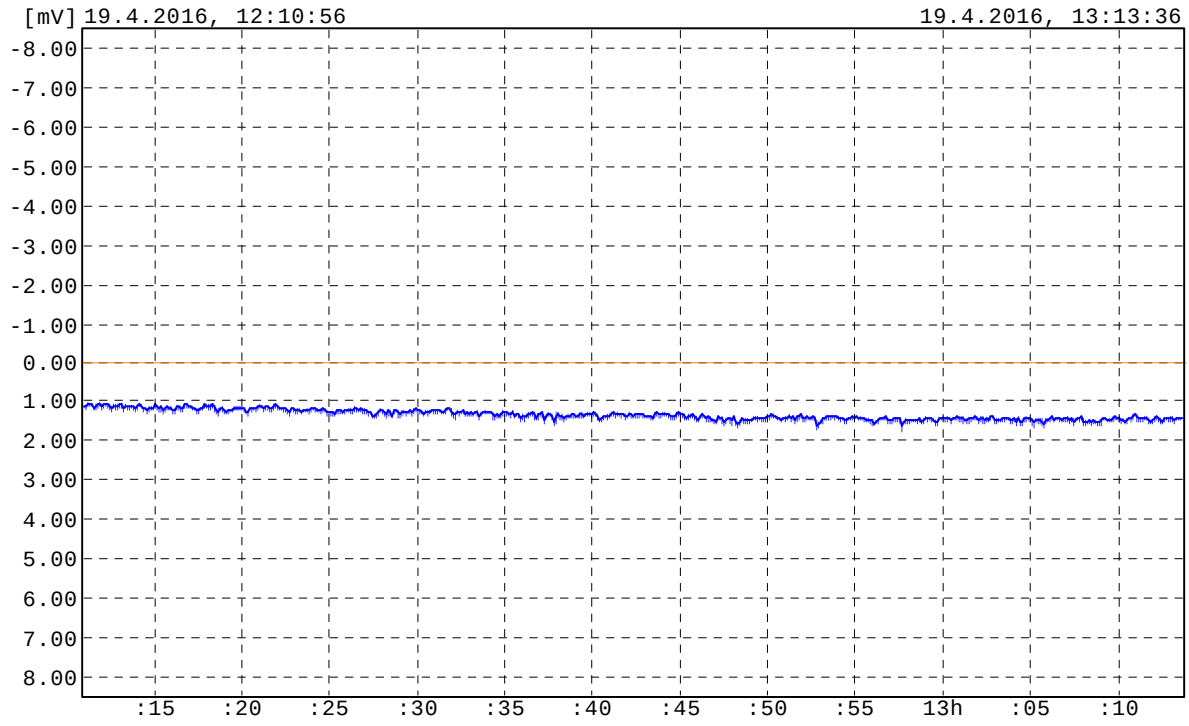
MAXIMÁLNÍ HODNOTY VEKTORU ELEKTRICKÉHO POLE
Osa X: -0.06 mV/m
Osa Y: -0.24 mV/m

MAXIMÁLNÍ INTENZITA ELEKTRICKÉHO POLE
E = 0.25 mV/m

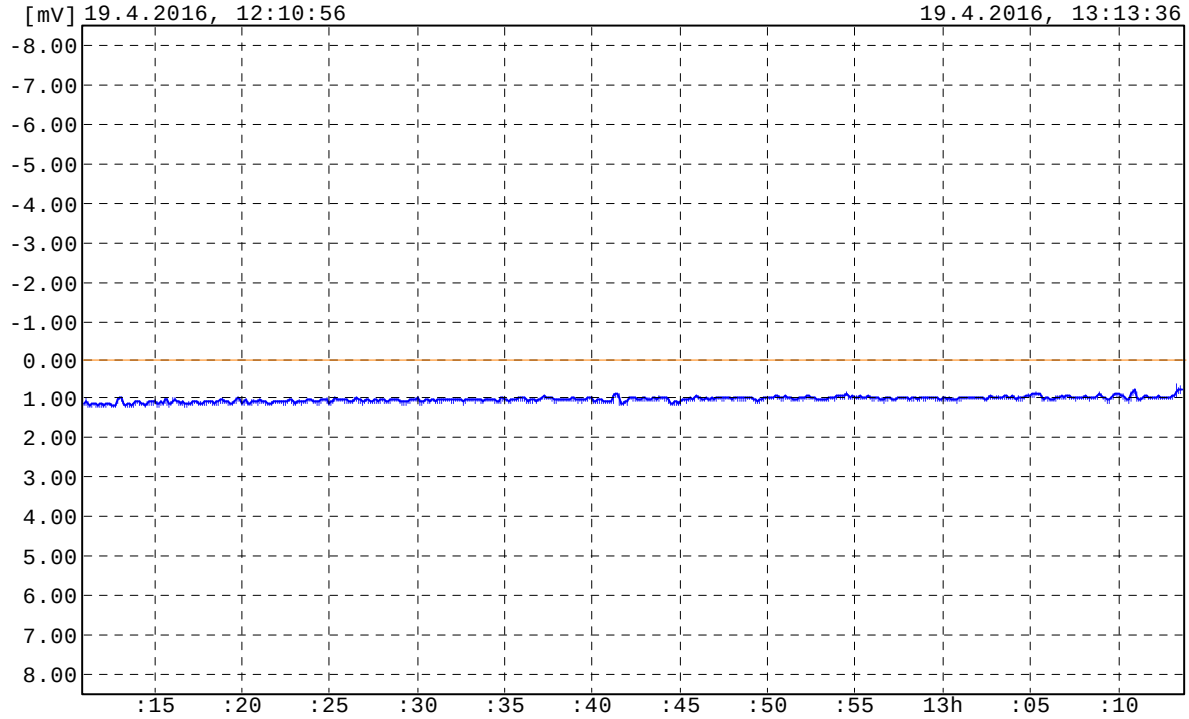
MAXIMÁLNÍ HUSTOTA PROUDU V PŮDĚ V CIZÍM PROUDOVÉM POLI
J = 9.85 uA/m2



PP-6, km 0,9, konec TT, FN Bohunice
Intenzity elektrického pole - směr sever-jih



Intenzity elektrického pole - směr východ-západ



PROTOKOL Z MĚŘENÍ
intenzity elektrického pole - hustoty proudu v půdě

Místo měření : PP-6, km 0,9, konec TT, FN Bohunice
Začátek měření : 19.04.2016 12:10:56
Konec měření : 19.04.2016 13:13:35

1.SOUBOR: PP6J.2KD
Plus pól : JIH
Korodat číslo : 10

2.SOUBOR: PP6V.2KD
Plus pól : VÝCHOD
Korodat číslo : 901

Vzdálenost elektrod : 5.0 m
Rezistivita půdy : 42.8 Ohm.m

MAXIMÁLNÍ HODNOTY VEKTORU ELEKTRICKÉHO POLE
Osa X: -1.01 mV/m
Osa Y: 1.72 mV/m

MAXIMÁLNÍ INTENZITA ELEKTRICKÉHO POLE
E = 1.99 mV/m

MAXIMÁLNÍ HUSTOTA PROUDU V PŮDĚ V CIZÍM PROUDOVÉM POLI
J = 46.55 uA/m2

