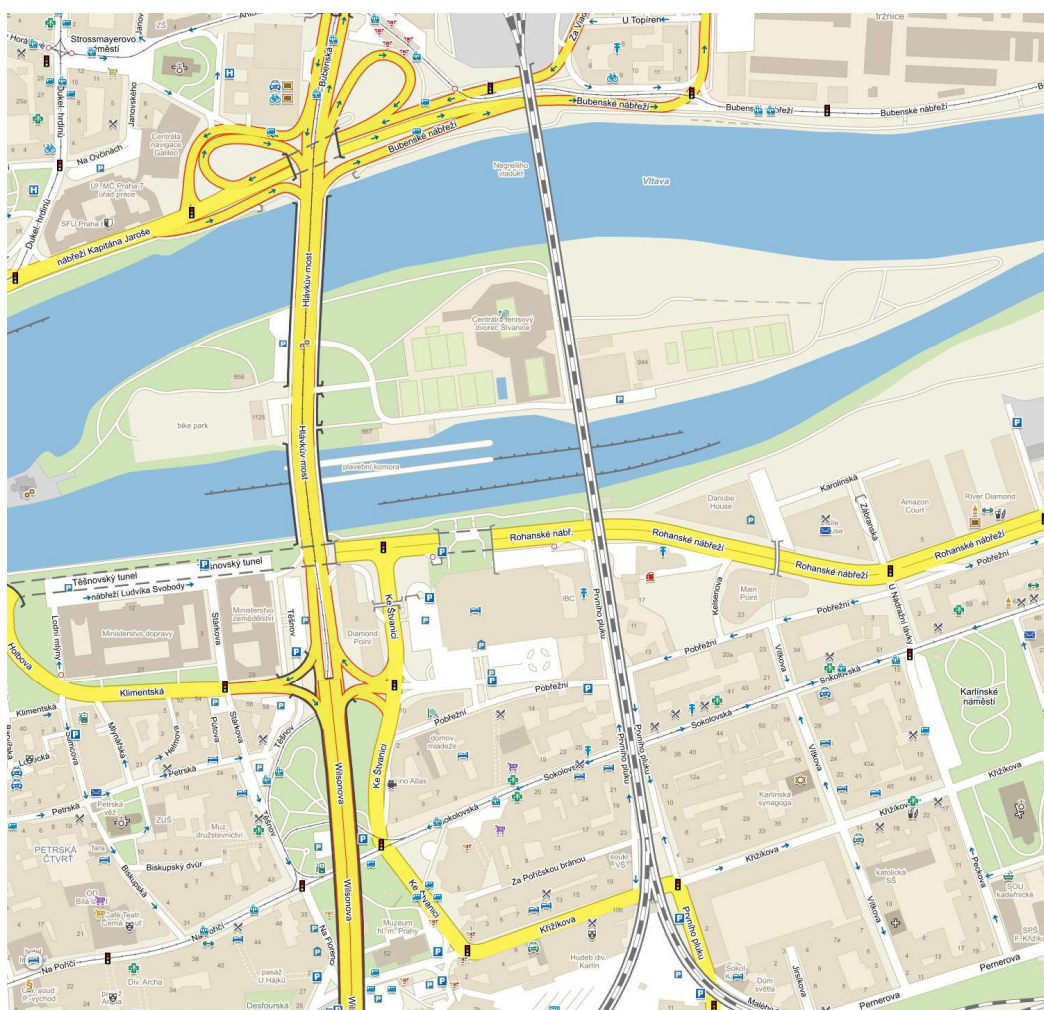


První korozní  
spol. s r.o.

# Korozní průzkum

## na STL plynovodech, pro akci

### "Rekonstrukce Negrelliho viaduktu"



## Obsah

<b>1. ÚVOD .....</b>	<b>3</b>
<b>2. VÝCHOZÍ PODKLADY .....</b>	<b>3</b>
<b>3. POPIS SITUACE V OBLASTI PRŮZKUMU .....</b>	<b>3</b>
<b>4. POSTUP PRACÍ A MĚŘÍCÍ TECHNIKA.....</b>	<b>4</b>
<b>5. MĚŘENÍ POTENCIÁLU PLYNOVOD - ELEKTRODA .....</b>	<b>4</b>
<b>6. MĚŘENÍ PROUDU NA PLYNOVODU .....</b>	<b>5</b>
<b>7. ZÁVĚR A NÁVRH OPATŘENÍ .....</b>	<b>6</b>

## Přílohy:

I. Mapa oblasti s vyznačenými měřenými místy, fotografie .....	3x A4
II. Protokoly a grafy z měření .....	13x 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 na STL plynovodech pro stavbu „Rekonstrukce Negrelliho viaduktu“. Železniční viadukt spojuje Masarykovo nádraží s nádražím Praha Bubny, přes ostrov Štvanice a Vltavu.

Korozní průzkum byl proveden se zaměřením na zjištění vlivu jmenované stavby na STL plynovodní síť a to z hlediska ovlivnění bludnými proudy. Terénní práce byly uskutečněny v dubnu 2015. Objednatel je SUDOP a.s., zhotovitelem korozního průzkumu První korozní spol. s r.o.

## 2. Výchozí podklady

K vypracování korozního průzkumu byly získány následující podklady:

- Objednávka SUDOP Praha, a.s., č. 14 090 209 K46.
- Podklady objednatele - situace stavby, plynovodní síť, mapový podklad, vše v elektronické podobě.
- Podrobnější podklady plynovodní sítě (rozlišení tlakových úrovní, dimenzí a materiálu) plynovodů od správce PPD a.s. a technická konzultace s korozním technikem plynovodní sítě PPD a.s.
- Korozní normy ČSN EN 12954, 13509, ČSN řady 03 83xx, zejména ČSN 03 8375, ČSN 03 8350 a související, dále TPG platné v plynárenském sektoru a ČSN P CEN/TS 15280 a TKP staveb ČD, kapitola 25, část 25 A – Ochrana proti elektrochemické korozi a předpis ČD SR 5/7 (S) a další.

## 3. Popis situace v oblasti průzkumu

Negrelliho viadukt je cca 1100 m dlouhý a je postaven ze žulových a pískovcových kvádrů. Několik původních oblouků bylo postupem doby přestavěno s rozšiřujícími se komunikacemi. Ve sledovaném prostoru se nalézají obvyklé poduliční inženýrské sítě. Z ocelových STL plynovodů křižujících viadukt, na které je tato zpráva zaměřena, to jsou zejména STL OC 500 v ul. Křížíkova, STL OC 200 v ul. Prvního Pluku a Pobřežní a tentýž plynovod na Rohanském nábřeží. Dále na levém břehu Vltavy je veden STL OC 500 u Hlávkovy mostu a na Bubenském nábřeží. Podle mapových podkladů získaných od PPD a.s. jsou tyto plynovody v některých místech vybaveny kontrolními měřicími body (KMB). Ty sice nejsou pro žádná pravidelná měření otevírány a v některých místech ve vozovkách nepřístupné, snažili jsme se je ale v maximální míře využít, protože poskytují často jediný možný galvanický kontakt s ocelovým potrubím. Ne všechny jsou však funkční jako např. v ul. Pobřežní, kde nebyl z obou stran viaduktu funkční ani jeden.

Železniční trať na viaduktu je napájena stejnosměrnou trakční soustavou 3 kV s nejbližšími měnírny Balabenka a Roztoky u Prahy. Dalším zdrojem bludných proudů ve sledované oblasti jsou tramvajové tratě se stejnosměrnou trakční soustavou 600 V, vedené středem ul. Sokolovské, napájené z měnírny Florenc a na Bubenském nábřeží, napájené z měníren Holešovice a Pivovar. Viadukt křížuje také mezi stanicemi Florenc a Křižíkova trasa metra „B“ se stejnosměrnou trakční soustavou 750 V.

#### 4. Postup prací a měřicí technika

V zájmové oblasti byl proveden korozní průzkum sestávající z

- **Měření potenciálu plynovod - elektroda** - Registrační měření potenciálu na vybraných ocelových STL plynovodech.
- **Měření vstupujícího/vystupujícího proudu do/z plynovodu** - Registrační měření vstupujícího/vystupujícího proudu do/z zvoleného STL plynovodu pomocí ocelového vzorku o ploše 100 cm<sup>2</sup>.

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<sub>4</sub> a ocelové vzorky Fe 100 cm<sup>2</sup>, umístěné v armaturních poklopech. Při měření bylo v odpoledních hodinách počasí jasné a denní teploty dosahovaly v odpoledních hodinách maxima 6 °C. Naopak noční teploty poklesly k bodu mrazu, nepředpokládáme však, že by v daném případě zásadně ovlivnily měření. Naopak měření mohl ovlivnit poměrně vytrvalý noční déšť, který způsobil, že do litinových poklopů zatékala voda a více provlhčila okolí externí snímací elektrody a ocelového vzorku.

#### 5. Měření potenciálu plynovod - elektroda

Potenciály byly měřeny registračně na šesti místech ocelových STL plynovodů, pokud možno vždy v místě křížení s viaduktem. Jak již bylo uvedeno, ne vždy je možné ve zvoleném místě získat galvanický kontakt na potrubí plynovodu. Z tohoto hlediska byl nejspolehlivějším místem KMB v úrovni Prvního Pluku/Sokolovská, označený jako POZ (měřicí místo č. 2), vybavený trvalou měřicí sondou MS 110. Tento KMB byl vybudován na

náš popud v r. 2003 (po povodni 2002). 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 DN 500, Křižíkova 267/9	-0,46	-0,02
2	STL DN 200, POZ Prvního pluku - Sokolovská	-0,77	0,31
3	STL DN 200, Prvního pluku mezi ČO 18 a 20 (mezi ul. Sokolovská a Pobřežní)	-0,43	0,05
4	STL DN 200, Rohanské nábřeží	-0,54	0,13
5	STL DN 500, Hlávkův most	-0,43	0,27
6	STL DN 500, Bubenské nábřeží	-0,39	0,25

## 6. 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 vzorky o ploše 100 cm<sup>2</sup>, 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.

## 7. Závěr a návrh opatření

V rámci korozního průzkumu byla provedena vybraná měření a další terénní šetření. Byly měřeny potenciály ocelových potrubí středotlakých plynovodů za použití snímacích elektrod a měření vstupujících/vystupujících proudů na tato potrubí pomocí ocelových vzorků. Průzkum se soustředil na ocelové STL plynovody podle požadavků jejich správce, který je považuje z hlediska bezpečného provozu za prioritní. Přes omezené možnosti měření obvyklé pro městské části (vedení tras pod asfaltovými povrchy chodníků a vozovek) se podařilo získat synchronní, registrační záznamy v délce minimálně 24 hodin, takže je z nich patrný celý jednodenní cyklus provozu elektrické trakce ve městě.

Pokud se jedná o požadavek na sledování průjezdu „elektrických“ vlaků, bylo toto v rámci možností sledováno a porovnáno s jízdním řádem. S jízdním řádem koresponduje pouze část vlaků, ale bylo vysledováno, že vzhledem k výlukovému stavu vlaky jezdí střídavě jen po jedné koleji, často na viaduktu zastavují a čekají na volnou cestu. Některé vlaky jedou v určitých částech viaduktu setrvačností, bez odběru el. proudu, zatímco jiné, vzdálenější nemůžeme zaznamenat. Nákladní vlak jsme zaznamenali pouze v motorové trakci. Ani při podrobné analýze naměřených hodnot na PC nebyla zjištěna souvislost mezi jízdou vlaku a průběhem potenciálu a proudu na potrubí. Také je třeba si uvědomit, že v místě se nacházejí tři trakční soustavy (železnice, tramvaj, metro) a každá z nich v poměru svého výkonu a dalších faktorů vytváří tok bludných proudů na potrubí. Jejich rozlišení by si vyžádalo speciální měření.

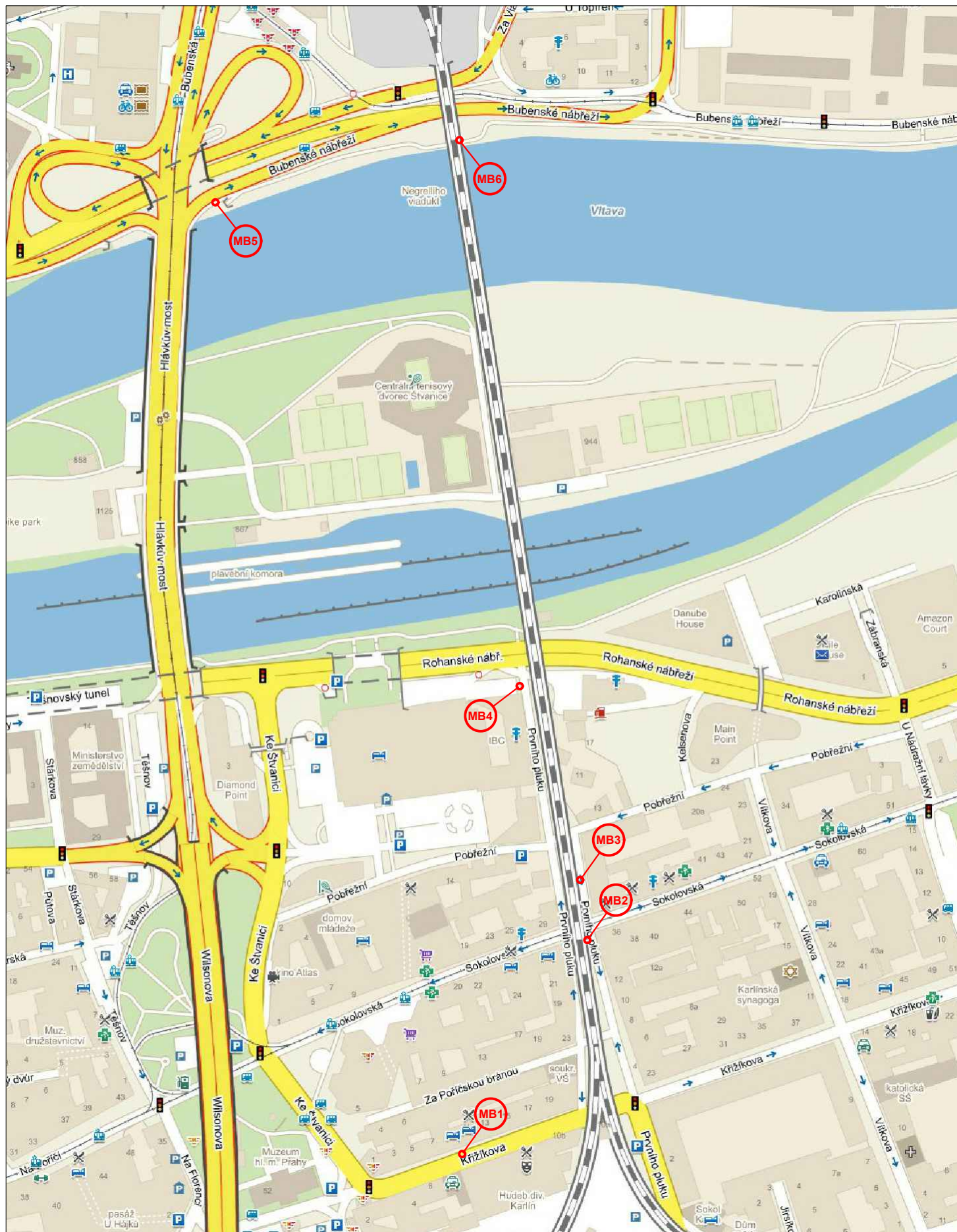
Z naměřených hodnot stojí za povšimnutí zejména místo č. 2 (POZ zmíněný v kap. 5). V tomto místě je průměrná hodnota vystupujícího proudu  $31 \text{ mA/m}^2$  a proud vystupuje téměř po 97% sledované doby. Také v ostatních případech proudy z potrubí převážnou část sledované doby z potrubí vystupují. Útlum intenzity bludných proudů na grafech koresponduje s útlumem dopravy v nočních hodinách tj. přibližně od půlnoci do páté hodiny ranní.

Pro zajištění objektivních měření a sledování vlivů bludných proudů v delším časovém období navrhujeme na exponovaná místa STL plynovodů tj. Křižíkova ul., Pobřežní ul., Rohanské a Bubenské nábřeží, vybudovat propojovací objekty typu POZ (zemní provedení v chodnících) s trvalými měřicími sondami. Po dokončení „Rekonstrukce Negrelliho viaduktu“ a obnovení provozu v elektrické trakci doporučujeme zajistit obdobné korozní měření stejnou technikou na stejných místech a současné a budoucí měření porovnat.

## **Příloha I.**

# **Mapa oblasti s vyznačenými měřenými místy, fotografie**





**První korozní  
spol. s r.o.**

Londýnská 71  
120 00 Praha 2

Navrhl, vypracoval / podpis  
**Pavel Rada**

Kontroloval / podpis  
**Milan Janeček**

Název

**Rekonstrukce Negrelliho viaduktu  
Situace měřených míst**

Měřítko

Formát / Počet A4  
**A4 / 1**

Soubor  
Negrelliho viadukt.dwg

Číslo zakázky

**2015 D 11**

Datum

**02. 04. 2015**

Číslo výkresu

**PK-15-11-01**

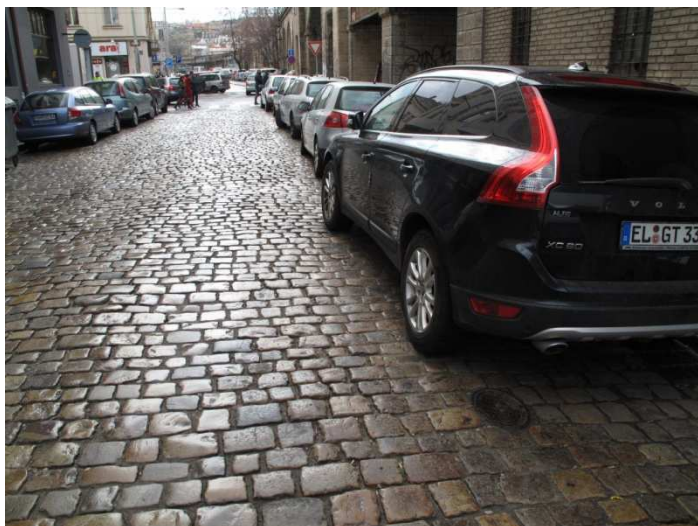




1, STL DN 500, Křižíkova 267/9



2, STL DN 200, POKDZ Prvního pluku - Sokolovská



3, STL DN 200, Prvního pluku mezi ČO 18 a 20  
(mezi ul. Sokolovská a Pobřežní)



4, STL DN 200, Rohanské nábřeží



5, STL DN 500, Hlávkův most



6, STL DN 500, Bubenské nábřeží

## **Příloha II.**

### **Protokoly a grafy z měření**

**potenciálu potrubí – elektroda,  
proudu do ocelové elektrody**

## POTENCIÁL POTRUBÍ – ELEKTRODA

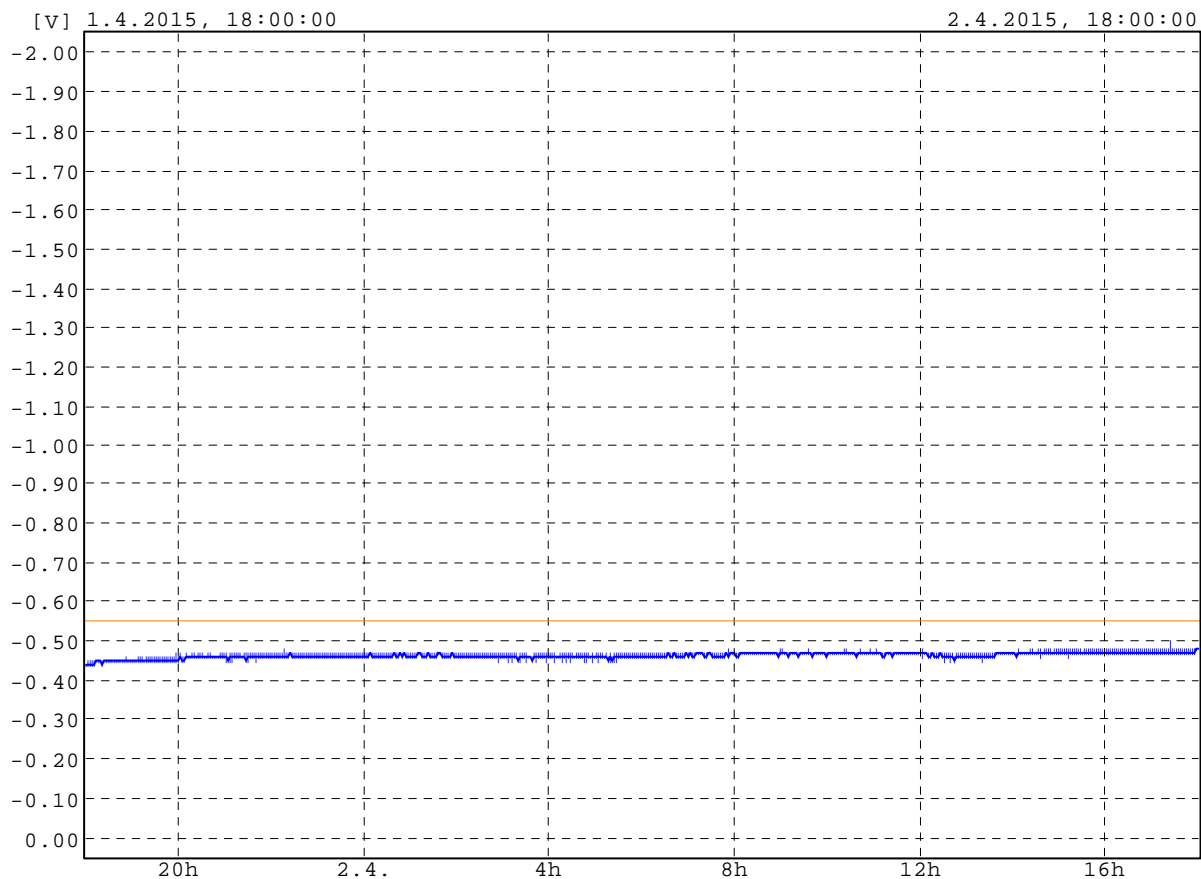
### Měření

Místo: 1, STL DN 500, Křižíkova 267/9  
Záznamník: KD5.1/P13 Kanál: 1: 12 bit, -+20.0V  
Začátek: 1.4.2015, 18:00:00 Perioda: 1s  
Konec: 2.4.2015, 18:00:00 Počet hodnot: 86400  
Soubor: d:\Dropbox\1korozni\Pruzkumy\2015\Negrelliho viadukt\KD-data\1Křižíkova.1kk

### Statistika

Průměrná hodnota .....	-0.46V	Limitní hodnota.....	-0.55
Minimální hodnota .....	-0.50V	Nad hranicí .....	0.0%/-
Maximální hodnota .....	-0.44V	Pod hranicí .....	100.0%/-0.46V

### Grafické zobrazení



## PROUD DO OCELOVÉ ELEKTRODY 100 cm<sup>2</sup>

### Měření

Místo: 1, STL DN 500, Křižíkova 267/9  
Záznamník: KD5.1/P13 Kanál: 2: 12 bit, -+4.50mA  
Začátek: 1.4.2015, 18:00:00 Perioda: 1s  
Konec: 2.4.2015, 18:00:00 Počet hodnot: 86400  
Soubor: d:\Dropbox\1korozni\Pruzkumy\2015\Negrelliho viadukt\KD-data\1Křižíkova.2kk

### Statistika

Průměrná hodnota .....	-0.02mA	Limitní hodnota.....	0.00
Minimální hodnota .....	-0.05mA	Vstupuje .....	100.0%/-0.02mA
Maximální hodnota .....	-0.00mA	Vystupuje .....	0.0%/-

### Grafické zobrazení



## POTENCIÁL POTRUBÍ – ELEKTRODA

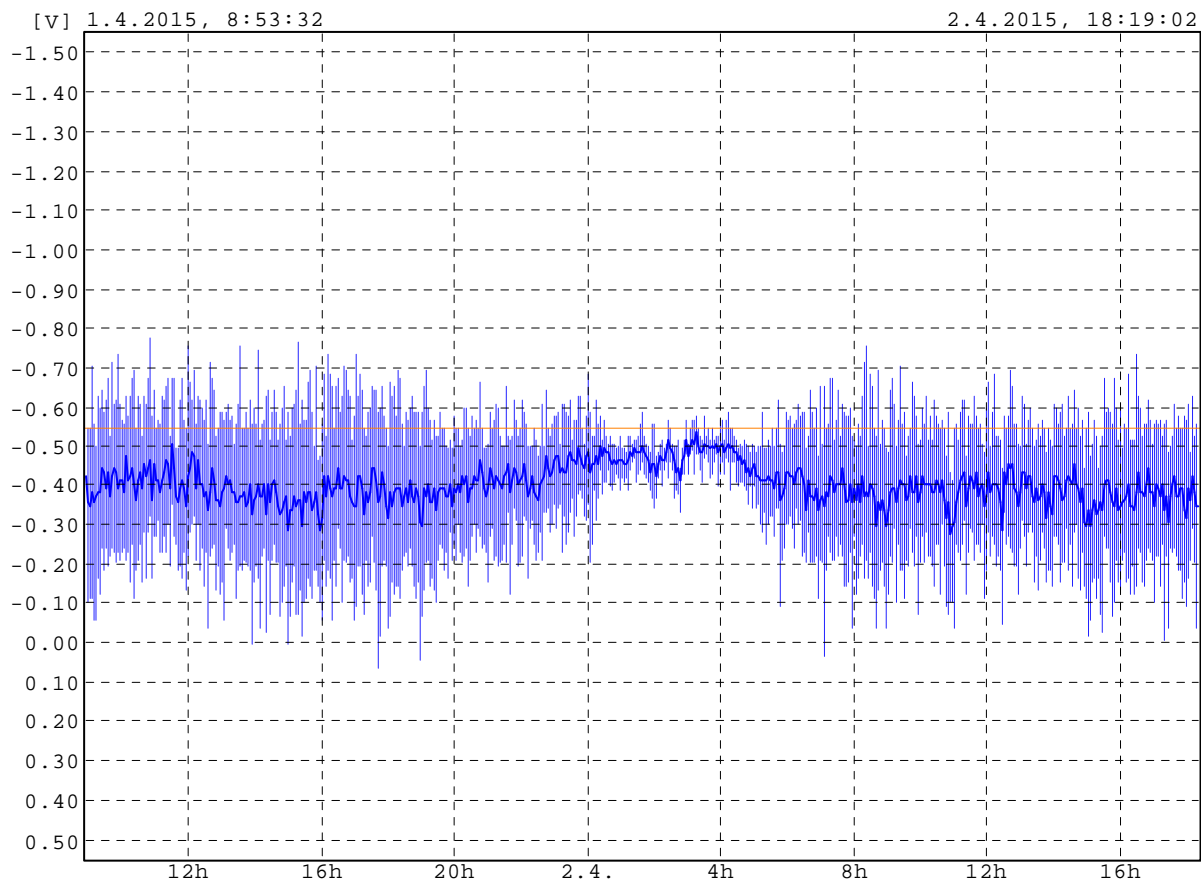
### Měření

Místo: 2, STL DN 200, POZ Prvního pluku - Sokolovská  
Záznamník: KD5.1/13 Kanál: 1: 12 bit, -+20.0V  
Začátek: 1.4.2015, 8:53:32 Perioda: 1s  
Konec: 2.4.2015, 18:19:02 Počet hodnot: 120330  
Soubor: d:\Dropbox\1korozni\Pruzkumy\2015\Negrelliho viadukt\KD-data\2POKDZ Prvního pluku - Sokolovská.1kk

### Statistika

Průměrná hodnota .....	-0.40V	Limitní hodnota.....	-0.55
Minimální hodnota .....	-0.77V	Nad hranicí .....	3.6%/-0.57V
Maximální hodnota .....	0.06V	Pod hranicí .....	96.4%/-0.39V

### Grafické zobrazení



## PROUD DO OCELOVÉ ELEKTRODY 100 cm<sup>2</sup>

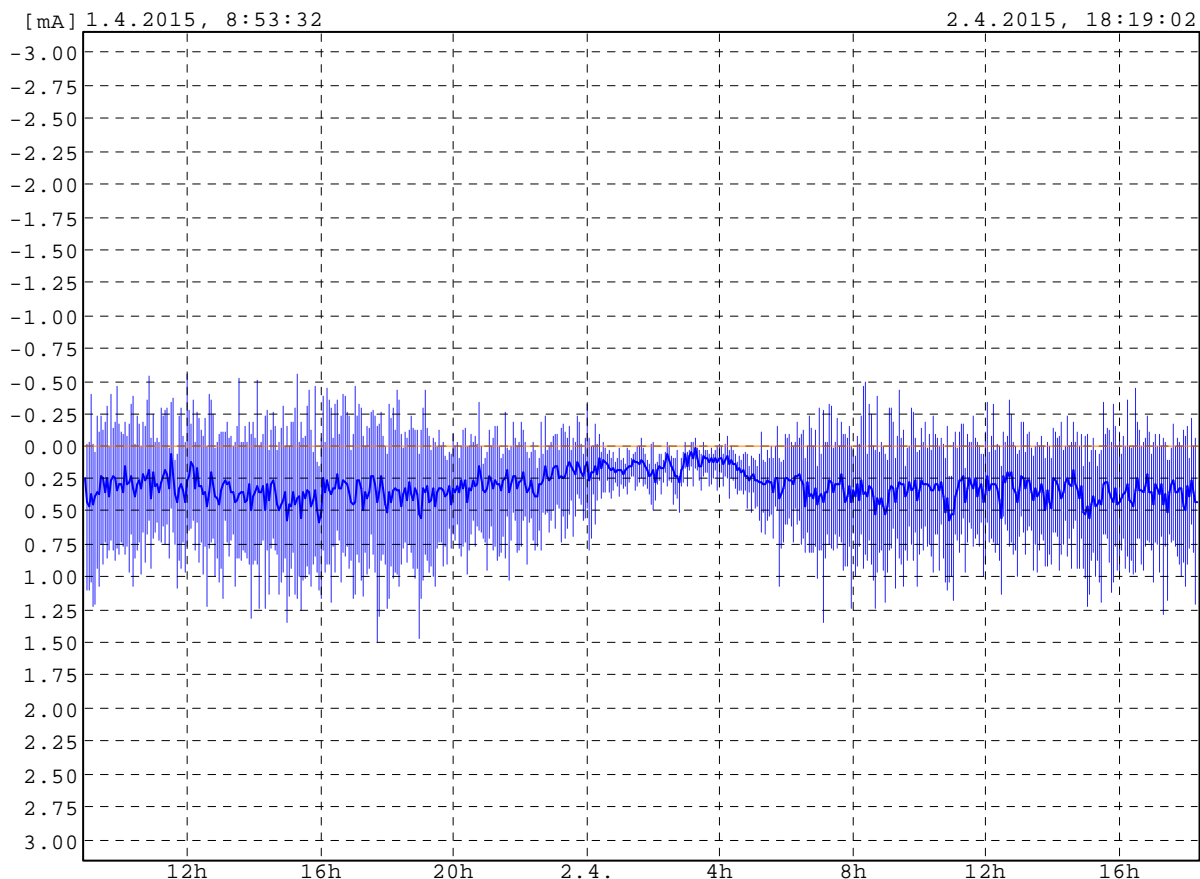
### Měření

Místo: 2, STL DN 200, POZ Prvního pluku - Sokolovská  
Záznamník: KD5.1/13 Kanál: 2: 12 bit, -+21.3mA  
Začátek: 1.4.2015, 8:53:32 Perioda: 1s  
Konec: 2.4.2015, 18:19:02 Počet hodnot: 120330  
Soubor: d:\Dropbox\1korozni\Pruzkumy\2015\Negrelliho viadukt\KD-data\2POKDZ Prvního pluku - Sokolovská.2kk

### Statistika

Průměrná hodnota .....	0.31mA	Limitní hodnota.....	0.00
Minimální hodnota .....	-0.55mA	Vstupuje .....	3.5%/-0.08mA
Maximální hodnota .....	1.48mA	Vystupuje .....	96.5%/0.32mA

### Grafické zobrazení





## POTENCIÁL POTRUBÍ – ELEKTRODA

### Měření

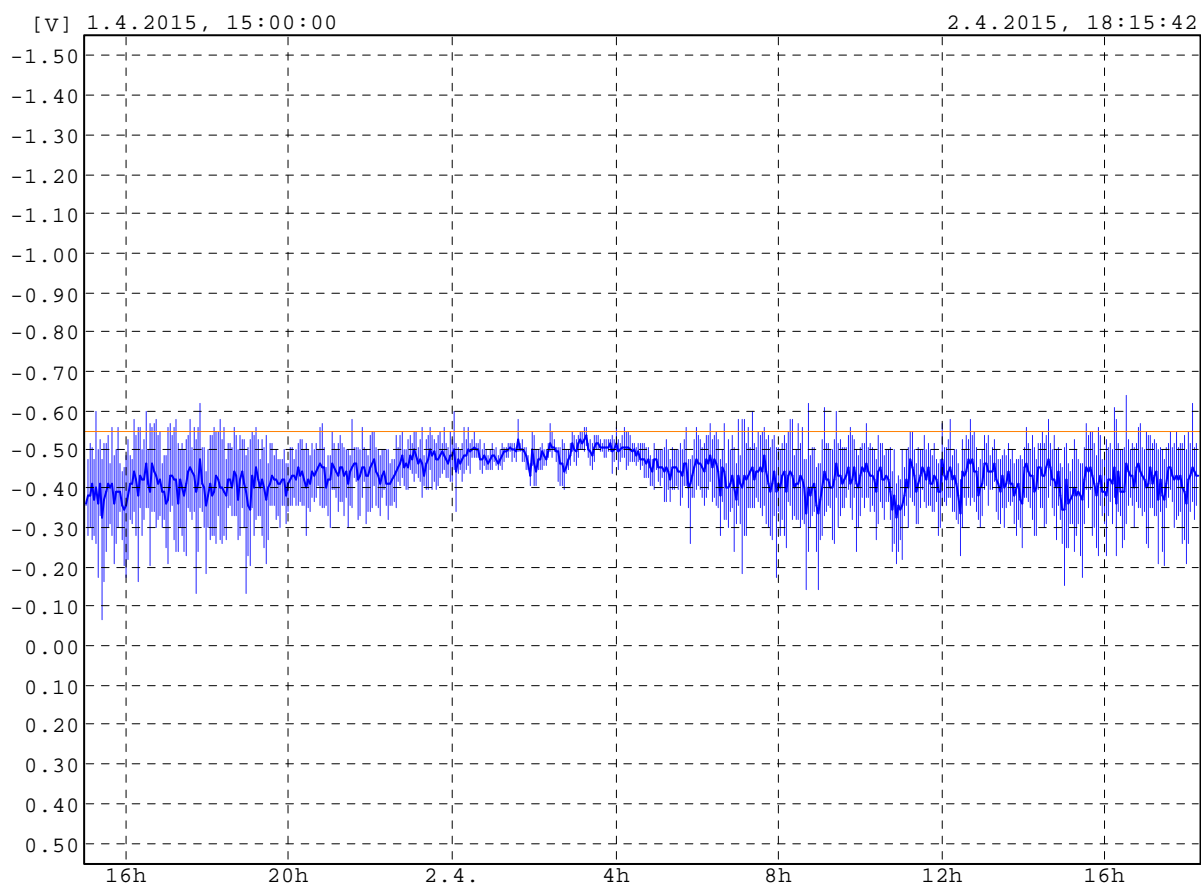
Místo: 3, STL DN 200, Prvního pluku mezi ČO 18 a 20 (mezi ul. Sokolovská a Pobřežní)

Záznamník: KD5.1/P10	Kanál: 1: 12 bit, -+20.0V
Začátek: 1.4.2015, 15:00:00	Perioda: 1s
Konec: 2.4.2015, 18:15:42	Počet hodnot: 98142
Soubor: d:\Dropbox\1korozni\Pruzkumy\2015\Negrelliho viadukt\KD-data\3Prvního pluku 18-20.1kk	

### Statistika

Průměrná hodnota .....	-0.43V	Limitní hodnota.....	-0.55
Minimální hodnota .....	-0.63V	Nad hranicí .....	0.9%/-0.55V
Maximální hodnota .....	-0.07V	Pod hranicí .....	99.1%/-0.43V

### Grafické zobrazení



## PROUD DO OCELOVÉ ELEKTRODY 100 cm<sup>2</sup>

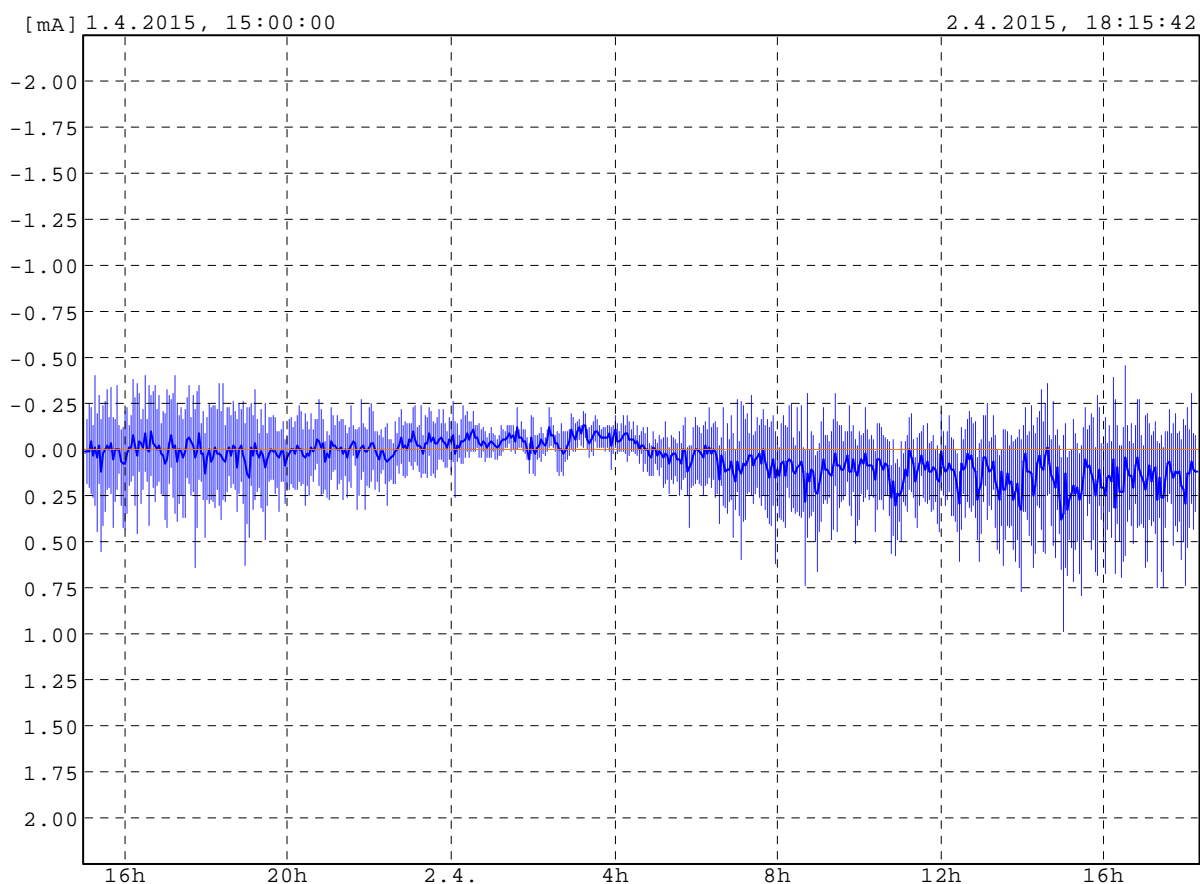
### Měření

Místo:	3, STL DN 200, Prvního pluku mezi ČO 18 a 20 (mezi ul. Sokolovská a Pobřežní)		
Záznamník:	KD5.1/P10	Kanál:	2: 12 bit, -+2.13mA
Začátek:	1.4.2015, 15:00:00	Perioda:	1s
Konec:	2.4.2015, 18:15:42	Počet hodnot:	98142
Soubor:	d:\Dropbox\1korozni\Pruzkumy\2015\Negrelliho viadukt\KD-data\3Prvního pluku 18-20.2kk		

### Statistika

Průměrná hodnota .....	0.05mA	Limitní hodnota.....	0.00
Minimální hodnota .....	-0.46mA	Vstupuje .....	39.9%/-0.07mA
Maximální hodnota .....	0.98mA	Vystupuje .....	60.1%/0.13mA

### Grafické zobrazení



## POTENCIÁL POTRUBÍ – ELEKTRODA

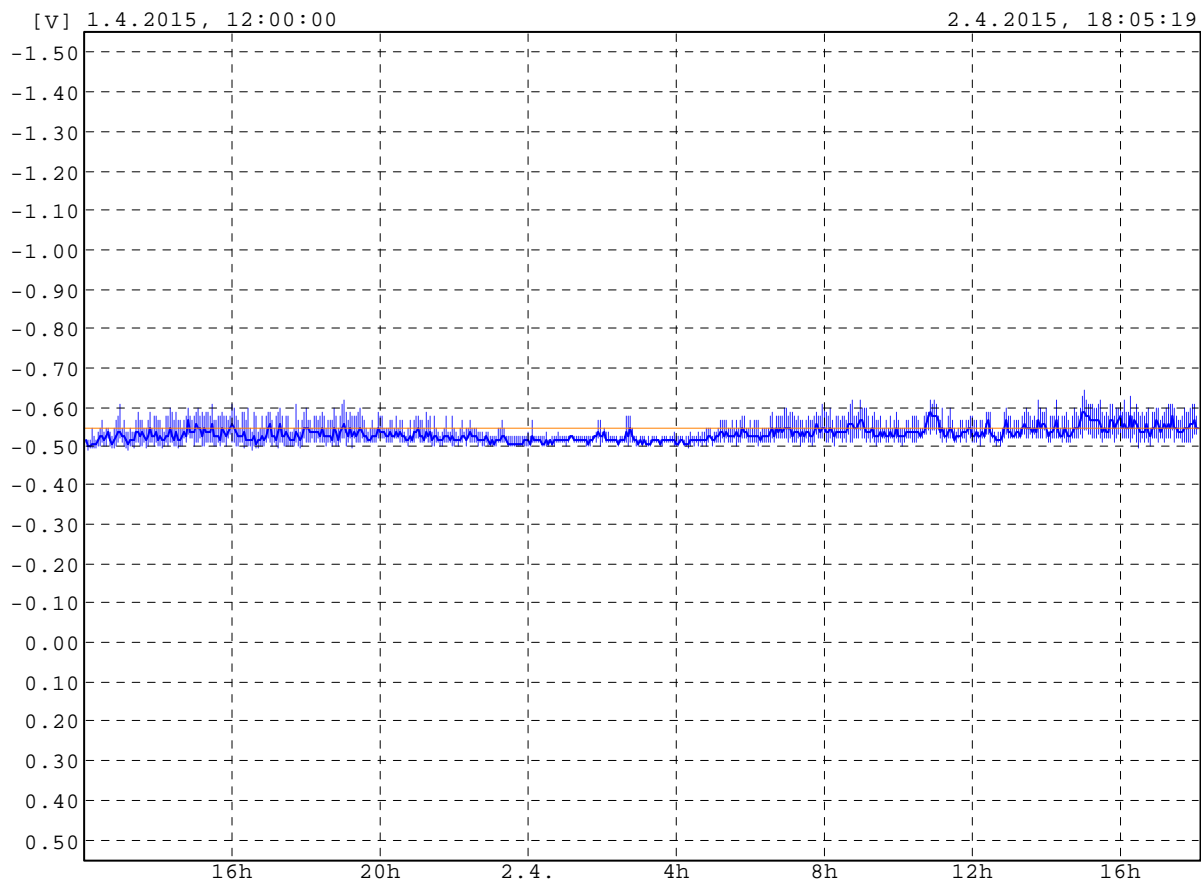
### Měření

Místo: 4, STL DN 200, Rohanské nábřeží  
Záznamník: KD5.1/6 Kanál: 1: 12 bit, -+20.0V  
Začátek: 1.4.2015, 12:00:00 Perioda: 1s  
Konec: 2.4.2015, 18:05:19 Počet hodnot: 108319  
Soubor: d:\Dropbox\1korozni\Pruzkumy\2015\Negrelliho viadukt\KD-data\4Rohanské nábřeží.1kk

### Statistika

Průměrná hodnota .....	-0.54V	Limitní hodnota.....	-0.55
Minimální hodnota .....	-0.64V	Nad hranicí .....	30.7%/-0.56V
Maximální hodnota .....	-0.49V	Pod hranicí .....	69.3%/-0.52V

### Grafické zobrazení



## PROUD DO OCELOVÉ ELEKTRODY 100 cm<sup>2</sup>

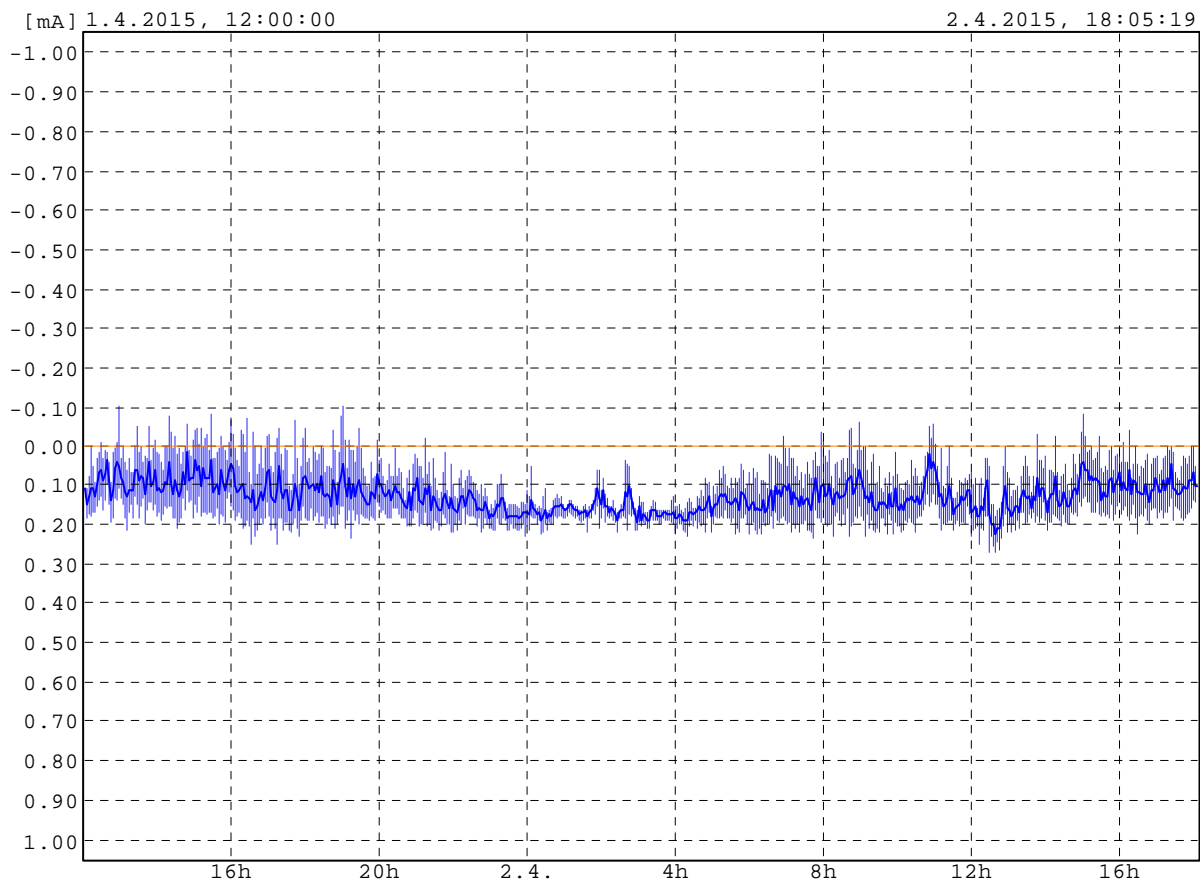
### Měření

Místo:	4, STL DN 200, Rohanské nábřeží	Kanál:	2: 12 bit, -+4.50mA
Záznamník:	KD5.1/6	Perioda:	1s
Začátek:	1.4.2015, 12:00:00	Počet hodnot:	108319
Konec:	2.4.2015, 18:05:19		
Soubor:	d:\Dropbox\1korozni\Pruzkumy\2015\Negrelliho viadukt\KD-data\4Rohanské nábřeží.2kk		

### Statistika

Průměrná hodnota .....	0.13mA	Limitní hodnota.....	0.00
Minimální hodnota .....	-0.11mA	Vstupuje .....	1.2%/-0.02mA
Maximální hodnota .....	0.27mA	Vystupuje .....	98.8%/0.13mA

### Grafické zobrazení



## POTENCIÁL POTRUBÍ – ELEKTRODA

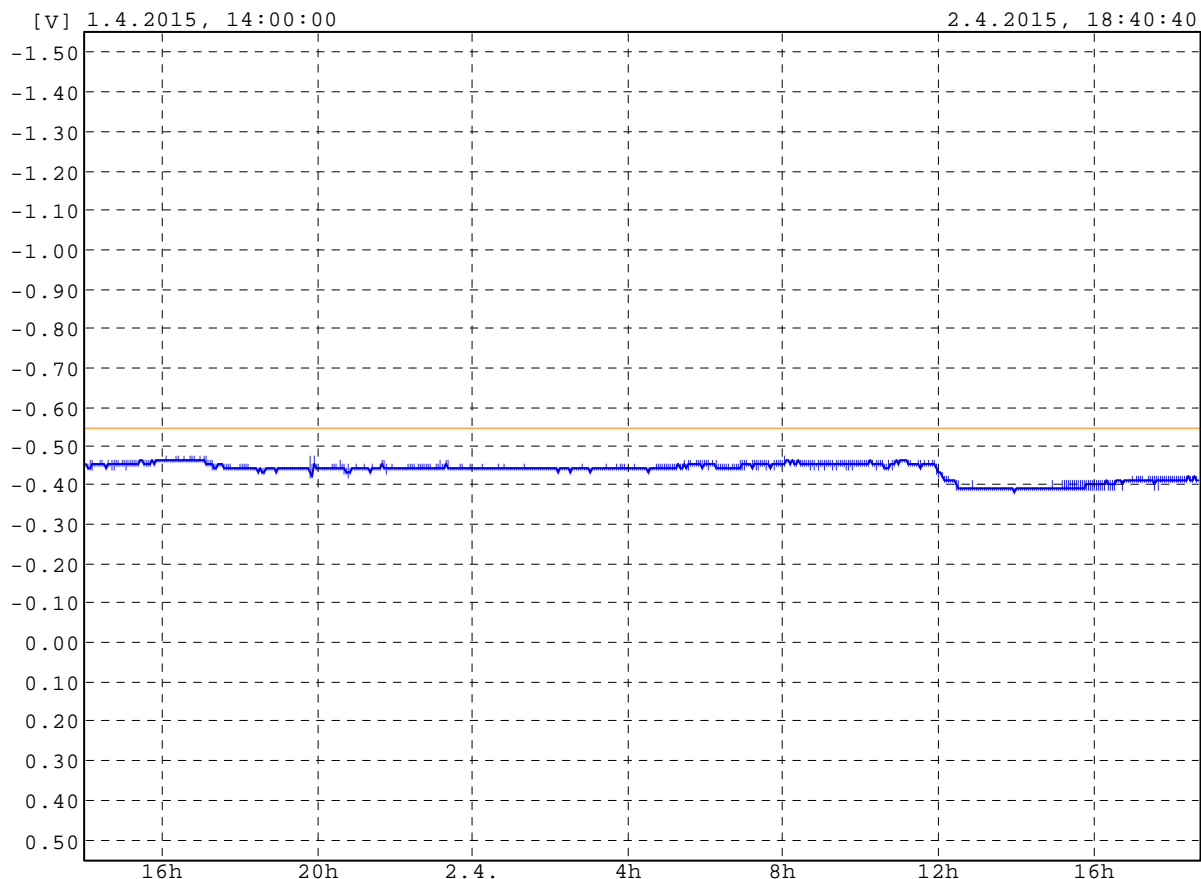
### Měření

Místo:	5, STL DN 500, Hlávčův most	Kanál:	1: 12 bit, -+20.0V
Záznamník:	KD5.1/P14	Perioda:	1s
Začátek:	1.4.2015, 14:00:00	Počet hodnot:	103240
Konec:	2.4.2015, 18:40:40		
Soubor:	d:\Dropbox\1korozni\Pruzkumy\2015\Negrelliho viadukt\KD-data\5Hlávčův most.1kk		

### Statistika

Průměrná hodnota .....	-0.43V	Limitní hodnota.....	-0.55
Minimální hodnota .....	-0.47V	Nad hranicí .....	0.0%/-
Maximální hodnota .....	-0.38V	Pod hranicí .....	100.0%/-0.43V

### Grafické zobrazení



## PROUD DO OCELOVÉ ELEKTRODY 100 cm<sup>2</sup>

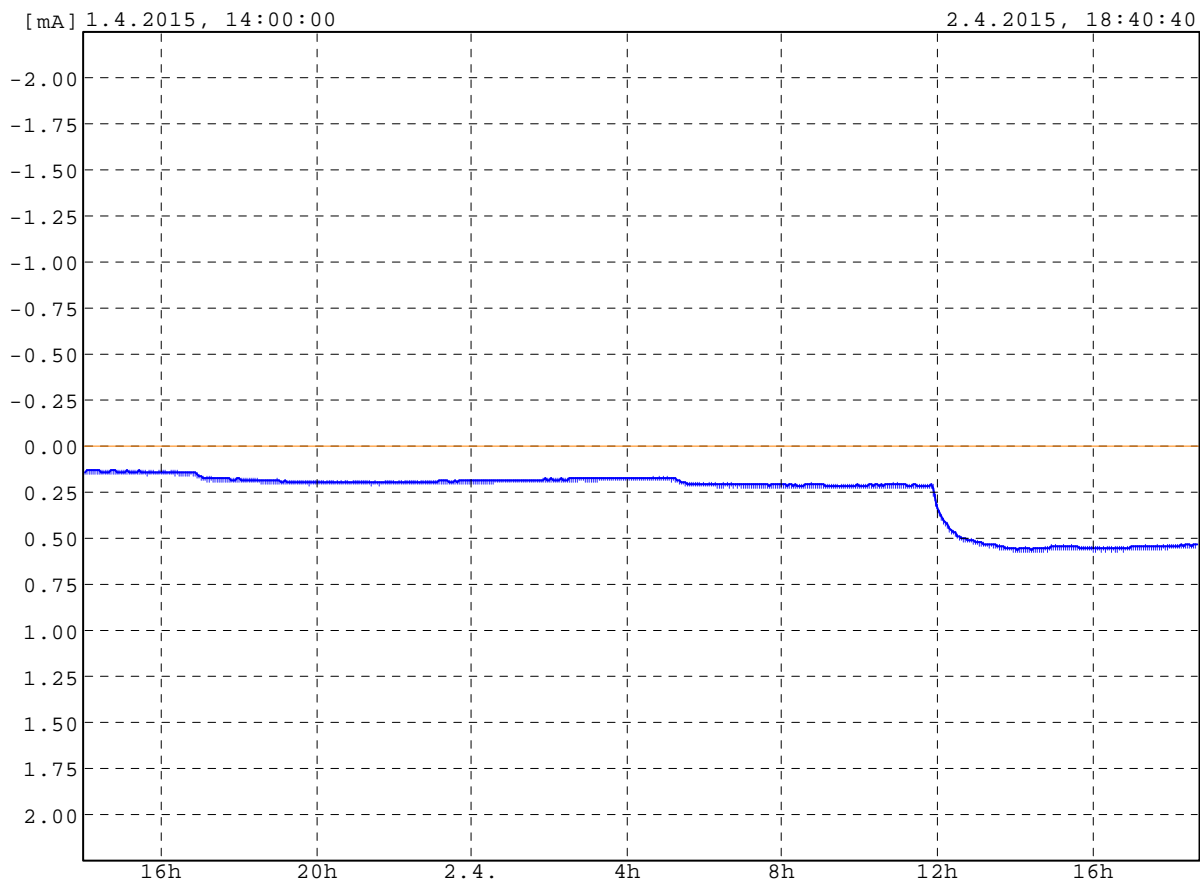
### Měření

Místo:	5, STL DN 500, Hlávčův most	Kanál:	2: 12 bit, -+2.13mA
Záznamník:	KD5.1/P14	Perioda:	1s
Začátek:	1.4.2015, 14:00:00	Počet hodnot:	103240
Konec:	2.4.2015, 18:40:40		
Soubor:	d:\Dropbox\1korozni\Pruzkumy\2015\Negrelliho viadukt\KD-data\5Hlávčův most.2kk		

### Statistika

Průměrná hodnota .....	0.27mA	Limitní hodnota.....	0.00
Minimální hodnota .....	0.13mA	Vstupuje .....	0.0%/-
Maximální hodnota .....	0.57mA	Vystupuje .....	100.0%/0.27mA

### Grafické zobrazení





## POTENCIÁL POTRUBÍ – ELEKTRODA

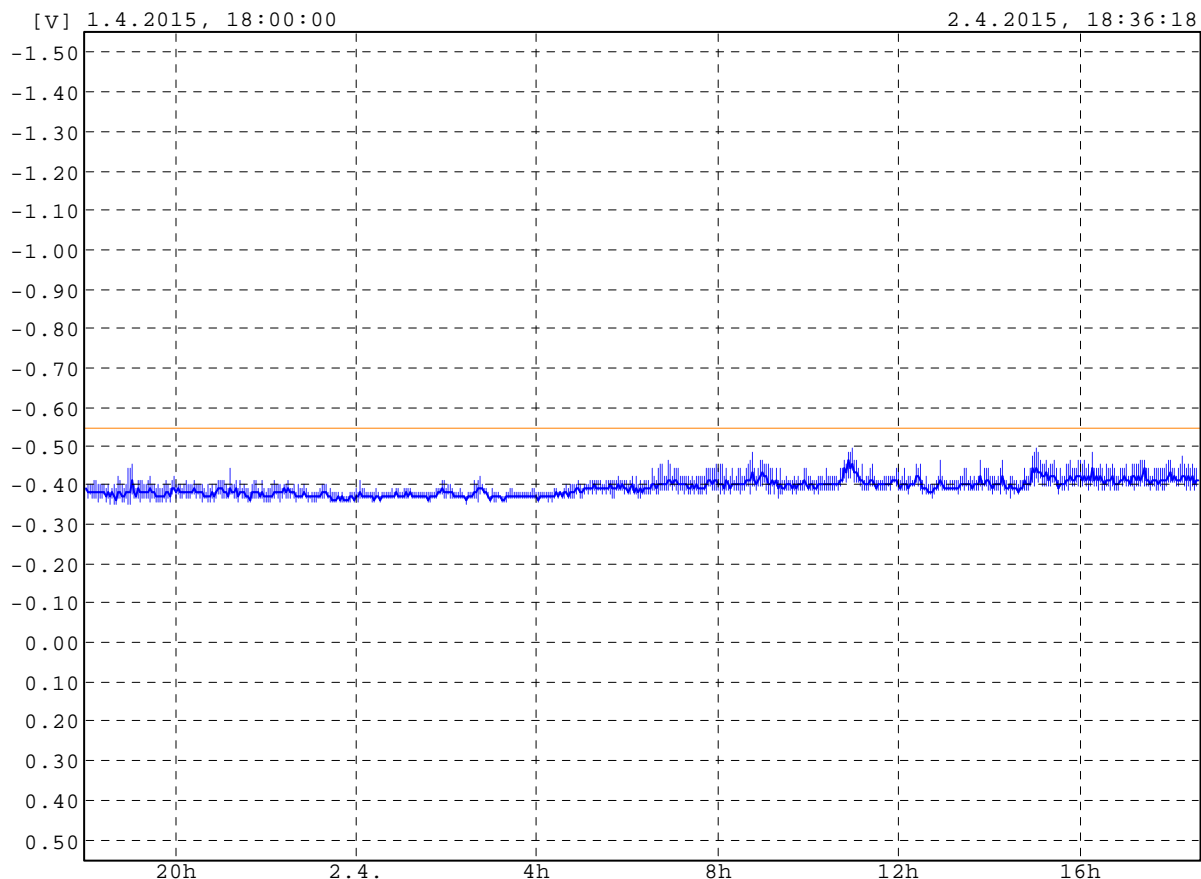
### Měření

Místo: 6, STL DN 500, Bubenské nábřeží  
Záznamník: KD5.1/P12 Kanál: 1: 12 bit, -+20.0V  
Začátek: 1.4.2015, 18:00:00 Perioda: 1s  
Konec: 2.4.2015, 18:36:18 Počet hodnot: 88578  
Soubor: d:\Dropbox\1korozni\Pruzkumy\2015\Negrelliho viadukt\KD-data\6Bubenské nábřeží.1kk

### Statistika

Průměrná hodnota .....	-0.39V	Limitní hodnota.....	-0.55
Minimální hodnota .....	-0.49V	Nad hranicí .....	0.0%/-
Maximální hodnota .....	-0.35V	Pod hranicí .....	100.0%/-0.39V

### Grafické zobrazení



## PROUD DO OCELOVÉ ELEKTRODY 100 cm<sup>2</sup>

### Měření

Místo:	6, STL DN 500, Bubenské nábřeží	Kanál:	2: 12 bit, -+4.50mA
Záznamník:	KD5.1/P12	Perioda:	1s
Začátek:	1.4.2015, 18:00:00	Počet hodnot:	88578
Konec:	2.4.2015, 18:36:18		
Soubor:	d:\Dropbox\1korozni\Pruzkumy\2015\Negrelliho viadukt\KD-data\6Bubenské nábřeží.2kk		

### Statistika

Průměrná hodnota .....	0.25mA	Limitní hodnota.....	0.00
Minimální hodnota .....	-0.17mA	Vstupuje .....	0.3%/-0.04mA
Maximální hodnota .....	0.46mA	Vystupuje .....	99.7%/0.25mA

### Grafické zobrazení

