



**Rekonstrukce VŘ,
ulice Krkoškova, Brno
Základní korozní průzkum**

Květen 2020

RNDr. Pavel Vavřda – inženýrská geologie, geotechnika, hydrogeologie

Schweitzerova 28, 779 00 Olomouc :

GSM: 602 77 61 09

vavrdags@volny.cz

T e c h n i c k á z p r á v a

*o provedeném základním korozním průzkumu
v trase vodovodního řadu v Brně, v ulici Krkoškova*

Název zakázky: Rekonstrukce VŘ, ulice Krkoškova, Brno
Základní korozní průzkum

Lokalita: Brno, ul. Krkoškova

Okres: Brno – město

Zpracovatel: RNDr. Pavel Vavřda

Zakázkové číslo: 37 / 2020

RNDr. Pavel Vavřda
Schweitzerova 28
779 00 Olomouc
GSM: 602 776 109

Olomouc, květen 2020

1 Úvod

Na základě požadavku investora byl realizován základní korozní průzkum pro projekt akce *Rekonstrukce VŘ, ulice Krkoškova, Brno*.

Účelem prováděných průzkumných prací bylo stanovení agresivity zemního prostředí na litinová potrubí z titulu zdánlivého měrného odporu půdy a určení agresivity zemního prostředí z titulu přítomnosti bludných proudů.

2 Provedené průzkumné práce

V rámci akce *Rekonstrukce VŘ, ulice Krkoškova, Brno. Základní korozní průzkum* bylo provedeno měření zdánlivého měrného odporu (ZMO) zemin v jedenácti bodech, pravidelně rozmístěných na trase projektovaného vodovodu. Celkem tedy bylo provedeno 11 měření ZMO zemin. Dále bylo realizováno měření bludných proudů (BP). S přihlédnutím k délce trasy projektovaného vodovodního řadu byla měření BP provedena ve třech bodech trasy projektovaného vodovodu. Celkem tedy byla provedena tři měření BP.

3 Geoelektrický průzkum

3.1 Zdánlivý měrný odpor půdy

Stanovení zdánlivého měrného odporu (ZMO) zemin bylo provedeno v souladu s metodikou a pokyny ČSN 03 8363 *Měření zdánlivého měrného odporu půdy Wennerovou metodou*.

Při použití Wennerovy metody se 4 elektrody rozmístí do přímky kolmo na trasu projektovaného vodovodního řadu. Elektrody jsou propojeny vodiči s měřicím přístrojem PU - 431. Vnější elektrody (proudové) jsou napojeny na proudový zdroj, vnitřní elektrody (napěťové) zachycují spád potenciálu. Při měření se hodnoty odporu odečítají na stupnici tranzistorového měřiče zemních odporů PU - 431.

Odpor zemního prostředí se zjišťuje v hloubce, která odpovídá předpokládané hloubce uložení vodovodního řadu. Rozstup elektrod byl v tomto případě zvolen 2,0 m. Pro případ Wennerova uspořádání rozstup elektrod odpovídá hloubce měřené vrstvy půdy.

Terénní měření ZMO půdy bylo provedeno dne 14. května 2020 (protrhaná oblačnost, po deštích, 13 až 15 °C). Celkem byla provedena měření v jedenácti bodech na trase projektovaného vodovodního řadu.

Naměřené hodnoty odporů zemin jsou uvedeny v tabulce č. 1.

Tabulka č. 1 - naměřené hodnoty ZMO zemin

bod měření	změřená hodnota (Ω)	poznámka
1	6,1	zelený zatravněný pás mezi chodníkem a asfaltovou komunikací
2	3,4	zelený zatravněný pás mezi chodníkem a asfaltovou komunikací
3	2,0	na rohu ulic Krkoškovy a Zátíší, bod měření BP A
4	1,7	zelený zatravněný pás mezi chodníkem a asfaltovou komunikací
5	1,2	zatravněná plocha u domu č. 23, u ul. Alešova, bod měření BP B
6	1,4	zatravněná předzahrádka před domem č. 23, ul. Krkoškova
7	1,4	okrasná a zatravněná předzahrádka před domem č. 29 a 31, ul. Krkoškova
8	0,82	zatravněná předzahrádka před domem č. 36b, ul. Krkoškova
9	1,0	předzahrádka před domem č. 37 a 39, ul. Krkoškova, bod měření BP C
10	1,6	předzahrádka domu č. 41, ul. Krkoškova
11	0,76	předzahrádka domu č. 58, ul. Krkoškova

Na základě změřeného odporu půdy R v terénu se vypočítá hodnota ZMO půdy ρ_z , který je pro případ Wennerova uspořádání dán vztahem:

$$\rho_z = 2 \times \pi \times a \times k \times R \text{ (}\Omega\text{m)}$$

kde: $a = 2,0$
 $k = 1,1$
 $R \text{ [}\Omega\text{]}$

rozestup elektrod
koeficient zohledňující vlivy klimatu (květen = 1,1); ČSN 03 8363
naměřená hodnota půdního odporu

Výsledky měření ZMO zemin a návrh typu ochrany pro litinové trouby jsou uvedeny v tabulce č. 2.

Tabulka č. 2: ZMO zemin, navržený typ ochrany pro litinové trouby z hlediska ZMO zemin

Bod měření ZMO zemin	R (Ω)	ZMO (Ωcm)	orientačně * navržený typ trouby (ochrany)
1	6,1	8432	základní
2	3,4	4700	základní
3	2,0	2765	zesílená
4	1,7	2350	zesílená
5	1,2	1659	speciální
6	1,4	1935	zesílená
7	1,4	1935	zesílená
8	0,82	1133	speciální
9	1,0	1382	speciální
10	1,6	2212	zesílená
11	0,76	1050	speciální

* jednotlivé typy ochrany jsou uvedeny pouze orientačně, pro potřebu rozpočtu. Přesný typ ochrany musí určit až konkrétní výrobce (dodavatel) litinových trub.

3.2 Bludné proudy

Měření velikosti bludných proudů bylo provedeno podle ČSN 03 8365 - *Stanovení přítomnosti bludných proudů v zemi*. S přihlédnutím na celkovou projektovanou délku vodovodu byla měření bludných proudů provedena ve třech bodech (bod č. 3, bod č. 5, bod č. 9 měření ZMO zemin) na trase projektovaného vodovodu.

Metodika měření:

Přítomnost BP v zemi se určuje na základě úbytku napětí mezi dvěma body, vzdálenými od sebe 10 metrů (v bodě měření BP c 5 metrů). Podle proměnlivosti měřeného potenciálu se hodnoty odečítají v intervalech 15 až 30 vteřin po dobu cca 15 až 30 minut. V bodě stanovení BP se provádělo měření ve dvou na sebe kolmých směrech (U_1 , U_2). Zjištěné hodnoty byly vyneseny do mapy a byl proveden jejich vektorový součet (U).

Z naměřených hodnot se stanoví intenzita elektrického pole bludných proudů E (mV/m) podle vztahu:

$$E = \frac{U}{L} \text{ (mV/m)}$$

kde: L - vzdálenost elektrod (10 m)

Hustota bludných proudů J (mA/m²) je dána poměrem hodnoty intenzity E elektrického pole BP a hodnoty ρ_z ZMO půdy v daném bodě:

$$J = \frac{E}{\rho_z} \text{ (mV / m}^2\text{)}$$

Tabulka č. 3: Bludné proudy, vyhodnocení

Bod měření BP (bod měření ZMO)	Vektor BP U (mV)	Intenzita BP E (mV / m)	Hustota BP J (mA / m ²)	systém ochrany potrubí z tvárné litiny
A (ZMO č. 1)	19,9	1,99	0,071	ZESÍLENÁ
B (ZMO č. 5)	40,9	4,09	0,246	SPECIÁLNÍ
C (ZMO č. 9)	7,0	1,4	0,101	ZESÍLENÁ / SPECIÁLNÍ

4 Závěry základního korozního průzkumu

V trase rekonstrukce vodovodního řádu v Brně, v ulici Krkoškova lze doporučit užití litinových trub se zesílenou a speciální ochranou.

Zde navržený typ ochrany litinových trub je jen hrubě orientační, konečný návrh ochrany litinových trub je plně na výrobcí – dodavateli litinových trub.

V Olomouci, den 20. května 2020

RNDr. Pavel Vavřda

RNDr. Pavel Vavřda
Schweitzerova 28
779 00 Olomouc
 GSM: 602 776 109

PŘÍLOHY

Protokol o provedeném měření bludného proudu BP A podle ČSN 03 8365

Zakázka: Rekonstrukce VŘ, ul. Krkoškova, Brno
Základní geoelektrický průzkum

Datum měření: 14. 5. 2020

Klimatické podmínky: protřhaná oblačnost, po dešti, 13 - 15° C

Místo: měřeno na rohu ulice Krkoškova a ulice Zátíší v zatravněných uličních pásech, bod měření ZMO č. 3 (ZMO = 27,6 Ωm)

Aritmetický průměr naměřených hodnot:

$$\Sigma U_{1+n} = 0,0 \text{ mV} \quad \Sigma U_{1-n} = 7,5 \text{ mV}$$

$$\Sigma U_{2+n} = 18,4 \text{ mV} \quad \Sigma U_{2-n} = 0,0 \text{ mV}$$

$$|U| = 19,9 \text{ mV}$$

$\Sigma U_{1+n}, \Sigma U_{2+n}$ - naměřená hodnota kladná, odečtená na voltmetru ve směru U1, U2

$\Sigma U_{1-n}, \Sigma U_{2-n}$ - naměřená hodnota záporná, odečtená na voltmetru ve směru U1, U2

$|U|$ - absolutní hodnota vektoru bludných proudů.

E - Intenzita elektrického pole BP :

J - Hustota pole bludných proudů :

$$E = \frac{U}{r}$$

$$J = \frac{E}{\rho}$$

kde : ρ - hodnota odporu ZMO v místě měření bludných proudů [ZMO = 27,6 Ωm]
 r - rozestup elektrod [10 m]

Velikost vektoru BP [U]	19,9 mV	
Intenzita el. pole BP [E]	1,99 mV.m ⁻¹	střední bludné proudy
Hustota BP [J]	0,071 mA.m ⁻²	III. stupeň - zvýšená agresivita*
Hodnota ZMO [ρ]	27,6 Ωm	III. stupeň - zvýšená agresivita*

*Stupně agresivity jsou stanoveny podle ČSN 03 8365

Protokol o provedeném měření bludného proudu BP B podle ČSN 03 8365

Zakázka: Rekonstrukce VŘ, ul. Krkoškova, Brno
Základní geoelektrický průzkum

Datum měření: 14. 5. 2020

Klimatické podmínky: protrhaná oblačnost, po dešti, 13 - 15° C

Místo: měřeno na zatravněné ploše v předzahrádce domu or. č. 23, na rohu ulic Krkoškovy a Alešovy, bod měření ZMO č. 5 (ZMO = 16,6 Ωm)

Aritmetický průměr naměřených hodnot:

$$\Sigma U_{1+n} = 39,2 \text{ mV} \quad \Sigma U_{1-n} = 0,0 \text{ mV}$$

$$\Sigma U_{2+n} = 0,0 \text{ mV} \quad \Sigma U_{2-n} = 11,8 \text{ mV}$$

$$|U| = 40,9 \text{ mV}$$

$\Sigma U_{1+n}, \Sigma U_{2+n}$ - naměřená hodnota kladná, odečtená na voltmetru ve směru U1, U2
 $\Sigma U_{1-n}, \Sigma U_{2-n}$ - naměřená hodnota záporná, odečtená na voltmetru ve směru U1, U2
 $|U|$ - absolutní hodnota vektoru bludných proudů.

E - Intenzita elektrického pole BP :

$$E = \frac{U}{r}$$

J - Hustota pole bludných proudů :

$$J = \frac{E}{\rho}$$

kde : ρ - hodnota odporu ZMO v místě měření bludných proudů [ZMO = 16,6 Ωm]
 r - rozestup elektrod [10 m]

Velikost vektoru BP [U]	40,9 mV	
Intenzita el. pole BP [E]	4,09 mV.m ⁻¹	střední bludné proudy
Hustota BP [J]	0,246 mA.m ⁻²	IV. stupeň – velmi vysoká agresivita*
Hodnota ZMO [ρ]	16,6 Ωm	IV. stupeň – velmi vysoká agresivita*

*Stupně agresivity jsou stanoveny podle ČSN 03 8365

Protokol o provedeném měření bludného proudu BP C podle ČSN 03 8365

Zakázka: Rekonstrukce VŘ, ul. Krkoškova, Brno
Základní geoelektrický průzkum

Datum měření: 14. 5. 2020

Klimatické podmínky: protrhaná oblačnost, po dešti, 13 - 15° C

Místo: měřeno na okrasné předzahrádce u domů or. č. 37 a or. č. 39 v ulici Krkoškova, bod měření ZMO č. 9 (ZMO = 13,8 Ωm)

Aritmetický průměr naměřených hodnot:

$$\Sigma U_{1+n} = 7,0 \text{ mV} \quad \Sigma U_{1-n} = 0,0 \text{ mV}$$

$$\Sigma U_{2+n} = 0,0 \text{ mV} \quad \Sigma U_{2-n} = 0,7 \text{ mV}$$

$$|U| = 7,0 \text{ mV}$$

$\Sigma U_{1+n}, \Sigma U_{2+n}$ - naměřená hodnota kladná, odečtená na voltmetru ve směru U1, U2

$\Sigma U_{1-n}, \Sigma U_{2-n}$ - naměřená hodnota záporná, odečtená na voltmetru ve směru U1, U2

$|U|$ - absolutní hodnota vektoru bludných proudů.

E - Intenzita elektrického pole BP :

J - Hustota pole bludných proudů :

$$E = \frac{U}{r}$$

$$J = \frac{E}{\rho}$$

kde : ρ - hodnota odporu ZMO v místě měření bludných proudů [ZMO = 13,8 Ωm]
 r - rozestup elektrod [5 m]

Velikost vektoru BP [U]	7,0 mV	
Intenzita el. pole BP [E]	1,4 mV.m ⁻¹	střední bludné proudy
Hustota BP [J]	0,101 mA.m ⁻²	IV. stupeň – velmi vysoká agresivita*
Hodnota ZMO [ρ]	13,8 Ωm	IV. stupeň – velmi vysoká agresivita*

*Stupně agresivity jsou stanoveny podle ČSN 03 8365

Rekonstrukce VŘ, ul. Krkoškova, Brno

Naměřené hodnoty bludných proudů (mV)

BP A

vše minus

U1	1.9	20.3	7.2	7.8	13.7	11.9	12.6	5.7	12.6	13.7	22.5	vše minus průměr 7.491919
	15.1	11.1	6.8	4	4.1	8.8	9.1	14.5	1.9	8.3	14.9	
	9.2	25	9.6	13.7	2.7	5.6	2.8	6.8	2.8	7.7	10.6	
	3.6	2.8	7.1	2.7	1.2	0.7	3.9	5.3	4	5	20.7	
	4.2	8	1.6	5.6	2.2	1.9	7.5	9.2	3.1	1.8	12.9	
	6	16.7	3.4	15.7	5.8	4.3	12.6	2.3	9.2	1.6	14.6	
	3.5	6.6	2.9	21.6	2.7	2	13.9	5.9	7.2	4.8	5.8	
	1.9	3.1	6.9	10.7	3.1	6.1	4.5	12.8	3.4	3.3	10.9	
	6.8	2	4.5	5	7.7	4.4	2.1	4.6	5.1	17.1	6.6	

U2	50.1	1.2	1.9	12.4	18.8	8.4	-0.1	16.9	12.6	-0.2	57.3
	19.6	-1	-6.4	6.8	2.3	2	44.2	2.1	8.1	4.6	62.1
	20.3	4.2	1.5	36.6	29.5	-1.7	1	0.9	2.2	16.5	88.2
	13.8	10.9	-3.1	11.9	5.5	12.6	-5.4	23.3	44.3	29.9	3.2
	39.9	15.5	24.3	13.1	-0.5	28.3	2.9	8.3	15.4	3.2	-3
	7.8	5.7	53.7	8.1	66.5	-1.9	-3.2	59.2	-8.8	60.1	9.9
	11.4	43.3	4.2	5.5	93.6	18.2	62.3	44.7	2.7	53.2	11.5
	16.2	3.2	16.3	1.9	47.3	2.8	73.3	33.8	6	5.1	47 průměr
	0.7	-0.7	6.3	-5.2	18.7	36.3	10.2	28.1	18.6	1.1	26.3 18.36566

BP B

U1	110.3	13.9	83	53.3	10.8	94.7	60.5	8.2	6.4	16	17.1	
	58.3	19.9	26.1	67	1.9	39.4	57.2	24.4	18	13.1	8	
	61.7	38.7	10.1	39.3	34.7	100	66.1	4.4	13.1	108.3	11.3	
	24.9	41.3	41.7	22.2	12.9	85.9	-2.1	48.8	7.1	64.5	6.7	
	6.5	29.9	34.6	5.9	19.9	66.1	23.9	19.3	11.1	29.1	8	
	74.1	40.5	91	25.3	32.1	20.4	31.4	81.7	25.8	32.5	7.4	
	83.1	58.1	97	49.2	73.1	4.9	67.2	112	52.6	12	10.4	
	50.9	64.8	34.1	51.4	57.2	7.4	5.8	68.1	45.3	91.7	38.7	průměr
	4	85.5	4.9	5.1	101	3.6	13	7	22.7	128.5	3.3	39.1899

U2	-23.7	-25.6	-11.4	-2.9	-1.2	-11.1	-16.8	-30.3	-4.4	-18.8	-6
	-4.9	-29.9	-29.1	0	-4.6	-23	-9.3	-11.8	-1.9	-33.2	-14.1
	-10.9	-8.4	-7.5	-14.7	-10.1	-16.1	-4.4	-1.1	-3.6	-28.8	-21.2
	-41.3	-62.1	-11.1	-18.8	-0.2	-12.2	-0.8	-12.1	-10.2	-19.9	1.9
	1.5	-8.4	-17.2	2.9	-1.2	-18	-4.1	-5	-16.3	-6.4	-38.5
	0.7	-5	2.7	-6.5	-14	-13.4	-14.4	-3.1	-2.5	-13.7	-1.6
	1.5	-31.4	1.5	-7.1	-27.7	-36.1	-26.4	-2.4	-5.4	-15.2	-6.6
	-16	-18.2	0.2	-10.9	-6.8	-25.5	-10.1	-0.8	1.2	-9.9	-10.2 průměr
	-24.5	-1.2	-4.1	-2.7	-7.2	-17.3	-15	-13	-5.9	-5	-4.8 -11.8394

Rekonstrukce VR, ul. Krkoškova, Brno
 Naměřené hodnoty bludných proudů (mV)

Bludný proud 3		BP C										vše plus
U1	19.1	10.2	10.1	6.8	3.2	4.6	6.3	4.2	4.8	6.6	5.5	
	18.5	11.5	11.2	4.2	5.4	5.5	7.8	7	3.9	3.2	5.3	
	17.8	9.1	12.2	4	4.8	5.9	4.9	6.6	2.8	3.7	6.7	
	16.9	7.5	9.5	3.8	4.4	3.6	5.8	6.8	3.8	7	9.9	
	18.1	7.8	4.7	5.3	4.1	4.9	3.8	4.9	3.4	4.4	5.5	
	17.5	6	5.2	4.8	3.3	7.2	9.1	3	10.6	3.3	8.1	
	17	9	6.8	3.4	3.7	10.1	7.3	3.3	8	2.4	6.2	
	7.4	9.5	7.7	5	9.9	10.4	5.5	5.3	9.9	3.9	5.3	průměr
	8	9.9	5.3	4.2	8.8	8	3.2	4.3	7.7	2.9	7.7	7.014141
U2	8.3	-1.8	0.8	-4.9	-0.7	-4	-1.4	-3.2	-4	-2.2	-2.7	
	10.1	1.4	-2.9	-1.1	1.1	-2.8	-0.9	-1.1	-2.2	-0.6	-3.8	
	10.5	1.3	1.2	-0.9	-0.8	-0.6	-2.3	-0.1	-1.4	-0.7	-0.7	
	9.7	-0.7	1.8	-0.7	-0.5	-0.3	-1.6	0.7	-1	-1	-0.3	
	10.2	-2.3	1.1	-1.2	-0.2	-4.8	-5.8	-1.8	-0.2	-2.3	-2.4	
	10.5	-1.3	0.2	-0.8	-1.6	-2.9	-1.1	-3.8	-0.8	-1.1	-3.1	
	10.1	0.7	-1.6	-1.5	-2.3	-3.4	-1.7	-4.1	-3.1	-3	-2.8	
	1.6	-3	-2.1	0	-3	-1.8	-0.6	-3	-1.7	-1.9	-0.4	průměr
	-1.3	-1	-1.7	-0.5	-2.6	-1.1	-1.8	-0.5	-2.8	-3.9	-0.1	-0.69091

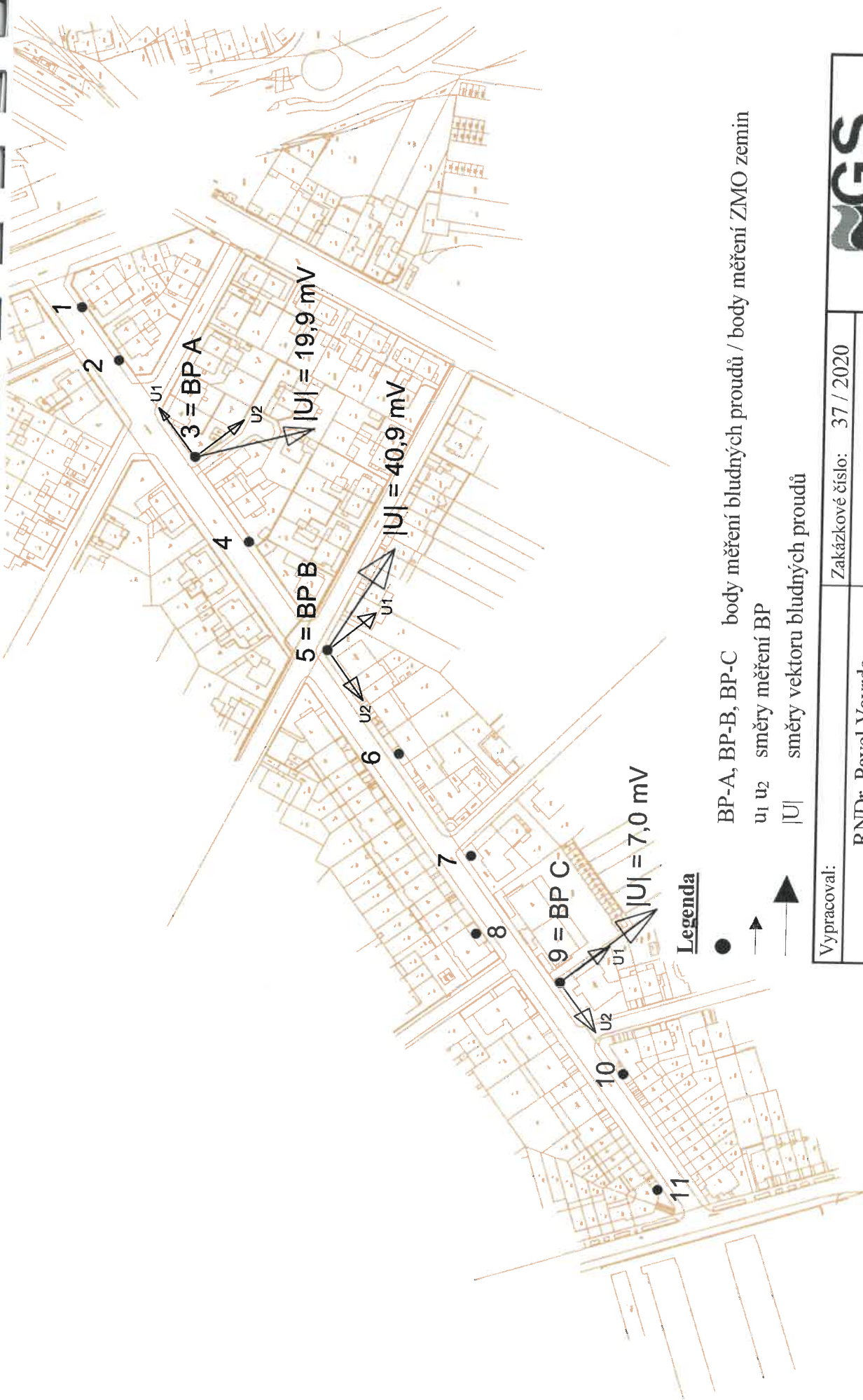
Bludný proud 4 BP D

U1

průměr
 #####

U2

průměr
 #####



Legenda

- BP-A, BP-B, BP-C body měření bludných proudů / body měření ZMO zemin
- u_1 u_2 směry měření BP
- $|U|$ směry vektoru bludných proudů

Vypracoval:		Zakázkové číslo: 37 / 2020		
RNDr. Pavel Vavrda				
Zakázka:				Formát: 1 × A4
Rekonstrukce VŘ, ulice Krkoškova, Brno				Stupeň: Základní GKP
Základní korozní průzkum				Datum: V / 2020
Obsah:		Situace se zakreslenými body měření ZMO zemin a BP		Příloha č.: 3
				Měřítko: 1:5.000