

REKONSTRUKCE MOSTU NAD UL. MEZIBOŘSKOU, LITVÍNOV

Základní korozní průzkum



Číslo zakázky: 17-B-155
Praha, leden 2018

Vypracoval:

JEKU s.r.o.
Limuzská 8, 100 00
Praha 10 – Strašnice
+272 011 090, JEKU@JEKU.CZ

Ing. Bohumil Kučera
Ing. Lukáš Žák
Radek Dustor

 **JEKU s.r.o.**
ateliér Praha
Limuzská 8
100 00 Praha 10 - Strašnice
ICO: 25031201, Tel.: 272 702 597



Rozsah zprávy:

Celkem 21 stran

výkresová část: schéma orientace bludných proudů

Rozdělovník:

10 výtisky	Novák & Partner, s.r.o., Perucká 2481/5, 120 00 Praha
1 výtisk	JEKU s.r.o., Limuzská 8, 100 00 Praha 10 – Strašnice

Obsah:

1.	Úvod.....	2
2.	Podmínky měření	3
3.	Použité přístroje.....	5
4.	Metodika měření a vyhodnocování	6
5.	Stanovení stupně ochranných opatření proti škodlivým vlivům bludných proudů pro železobetonovou stavbu....	8
6.	Hodnocení výsledků měření ve vztahu ke zpracování projektové dokumentace stavby	8

Seznam výkresů:

1. Situace, umístění bodu M1 a M2

Seznam tabulek:

1. Záznam údajů ΔU , stanoviště M1, měření po 5
2. Záznam údajů ΔU , stanoviště M2, měření po 5
3. Zdánlivý měrný odpor půdy v místech M1 a M2
4. Výpočet pole bludných proudů v bodě M1 a M2

1. Úvod

Na základě objednávky společnosti Novák & Partner s.r.o, provedla firma JEKU s.r.o. elektrická a geofyzikální měření pro zjištění přítomnosti stejnosměrných bludných proudů v místě rekonstrukce mostní stavby nad ulicí Mezibořská. Tento základní korozní průzkum provedený ve smyslu ČSN 03 8372 a norem souvisejících je jedním z podkladů pro návrh projektové dokumentace stavby z hlediska ochrany nelineových zařízení uložených v zemi proti korozním účinkům bludných proudů. Výsledky základního korozního průzkumu jsou vyhodnoceny z hlediska ochrany železobetonové stavby proti účinkům bludných proudů.

Jednotlivá měření a vyhodnocení byla provedena dle metodiky odpovídající ČSN 03 8363, ČSN 03 8365 a ČSN 03 8372. Základní korozní průzkum byl proveden v rozsahu dvou měřených bodů v místě plánované rekonstrukce. Umístění měřených bodů bylo zvoleno s ohledem na uspořádání terénu a celkové rozložení budoucí stavby. Zpracovatel na základě dispozičního upořádání budoucí stavby volil měření ve dvou bodech tak, aby bylo možno pomocí výpočtů s dostatečnou přesností stanovit stupně agresivity prostředí dle následující specifikace:

- 1.1. Stanovení zdánlivého měrného odporu půdy Wennerovou metodou dle ČSN 03 8363.
- 1.2. Zjišťování napětového spádu ΔU , vždy na dvou kolmých dipólech a na třech stanovištích s technickou úpravou v návaznosti na ČSN 03 8365.
- 1.3. Vyhodnocení hustoty a směru bludných proudů s technickou úpravou v návaznosti na ČSN 03 8365.

2. Podmínky měření

2.1. Místní podmínky, charakteristika posuzovaného objektu

2.1.1. Stavba objektu – předpokládaná podoba nové výstavby

Stávající sedmipólová mostní konstrukce (křížení silničních komunikací v ulicích Podkrušnohorská a Mezibořská) bude na základě svého stavebně-technického stavu po etapách demolována a nahrazena novou mostní konstrukcí v plném rozsahu. Nová stavba bude založena plošně pomocí základových patek. Spodní stavba od nosné konstrukce bude oddělena pomocí elastomerových mostních ložisek na opěrách a elektricky izolačně uloženými vrubovými klouby na pilířích.

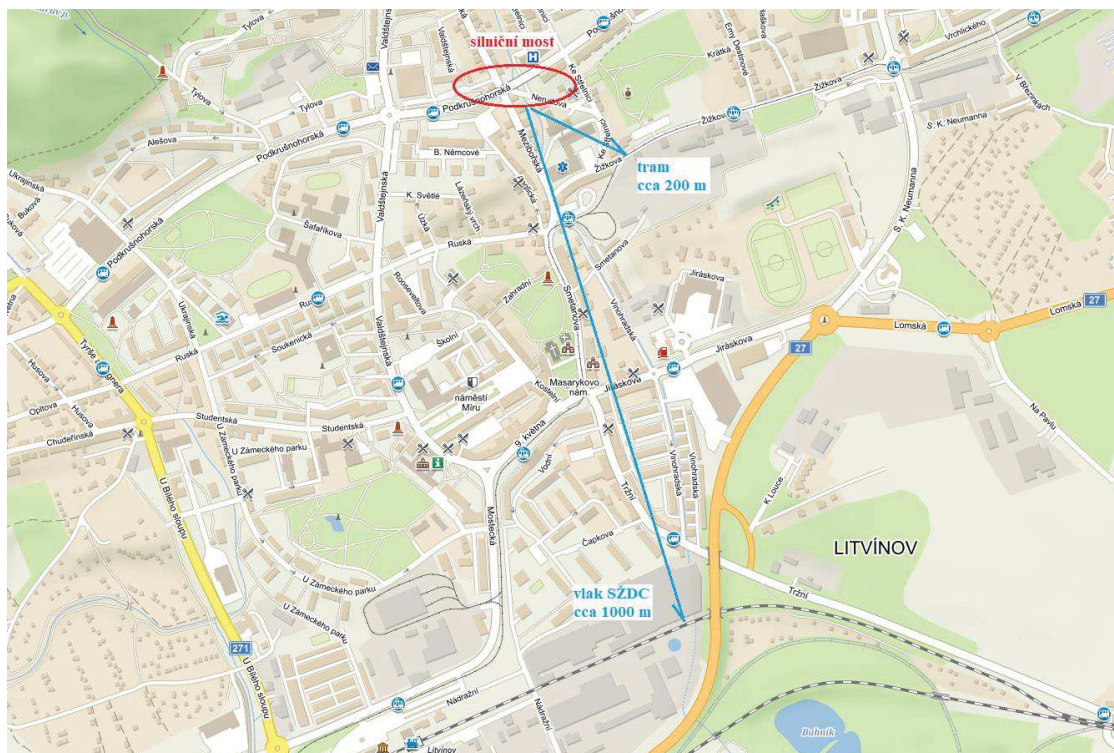
2.1.2. Podrobný průzkum

Nad rámec standardního rozsahu ZKP byl proveden podrobný průzkum ve smyslu ČSN 03 8370, část II.

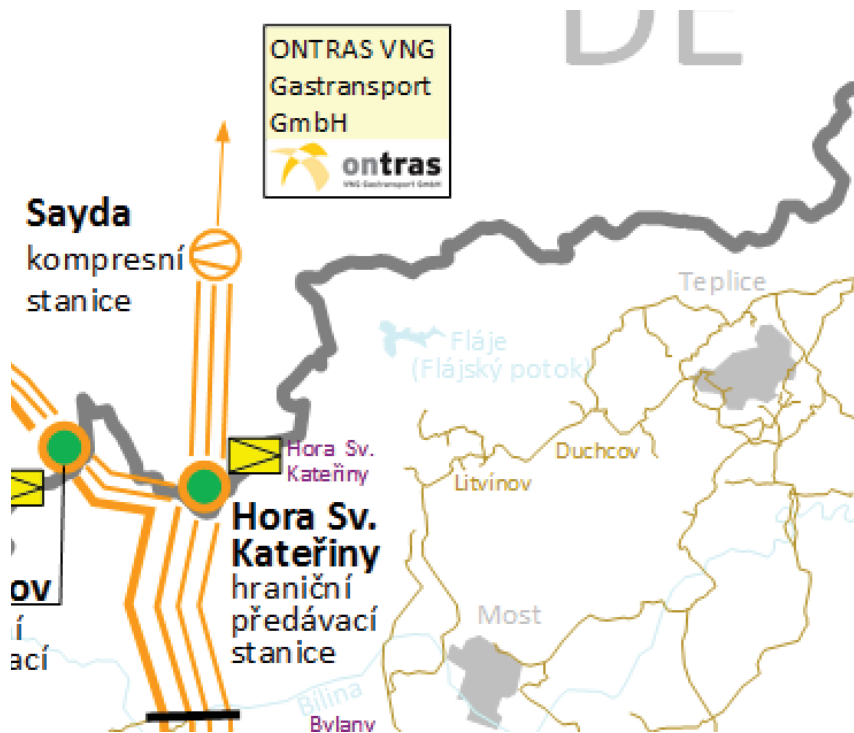
- a) Řešený objekt se nachází přibližně 1000 m od elektrizované trati **SŽDC**. Jedná se o trať č. 134 **Teplice v Čechách – Háj u Duchcova – Litvínov**. Tato železnice je elektrizována stejnosměrnou proudovou trakční soustavou s $U_N=3$ kV, která prokazatelně způsobuje zvýšené korozní namáhání železobetonových konstrukcí.

Objekt se nenachází v ochranném pásmu dráhy.

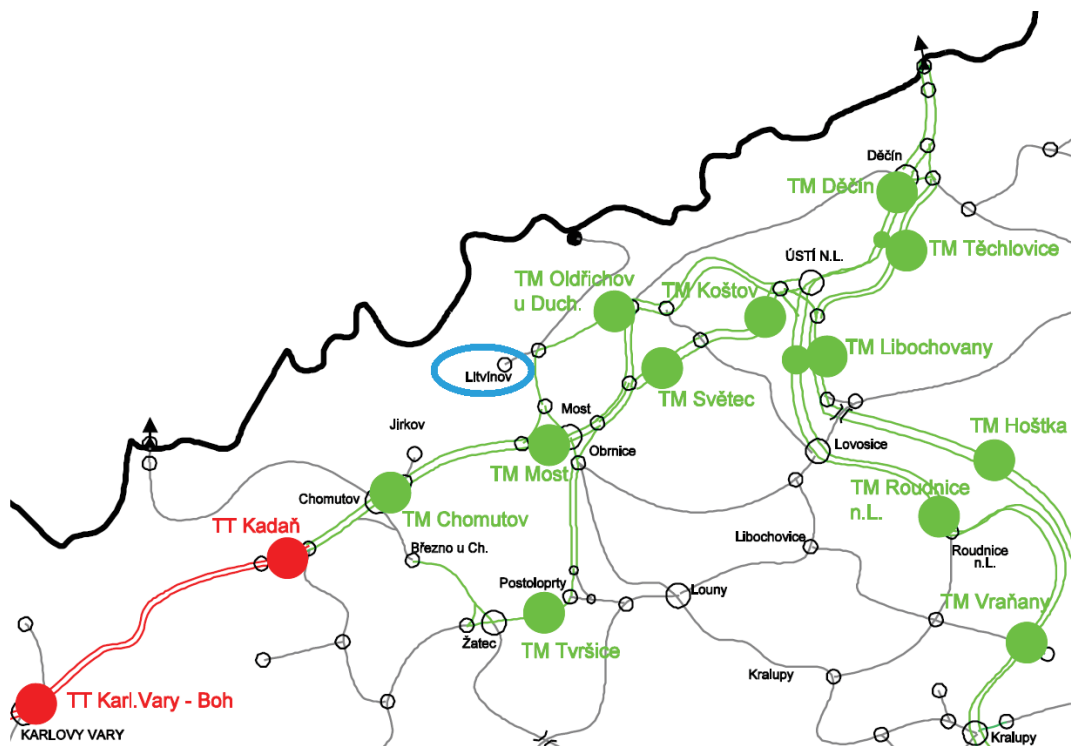
- b) V ulici Žižkova je vedena tramvajová trať, která je rovněž napájena stejnosměrnou proudovou trakční soustavou. Jmenovité napětí tramvajové trakční soustavy $U_N = 600$ V. Kolejnice v nejbližší ulici Žižkova jsou částečně uloženy ve šterkovém loži a částečně jsou realizovány jako pevná jízdní dráha. **Tramvajová trať představuje z hlediska postavení mostní stavby nejvýznamnější zdroj bludných proudů.**
- c) Most křížuje horkovodní síť (podél ulice Mezibořská), včetně nadzemního přechodu horkovodu. Kovové vedení horkovodu může sloužit jako zařízení transportující bludné proudy nasávající proudy v jedné části města a vypouštějící proudy v místě jiném v závislosti na katodických a anodických oblastech prostředí.
- d) Jako zařízení, které zprostředkovává šíření bludných proudů a může negativně spolupůsobit na novou stavbu je uzemňovací soustava **ČEZ Di**. a případně uzemňovací soustava veřejného osvětlení.
- e) Ve městě Litvínov se vyskytují chemické závody s přivedeným ropovodem Družba Předpokládá se, že je katodicky chráněný. Tato zařízení mohou být zdrojem bludných proudů.



Obrázek 1 - Umístění stavby s vyznačením zdrojů bludných proudů



Obrázek 2 – Hustě protkaná oblast města Litvínov VTL plynovody (katodicky chráněny)



Obrázek 3 – Schématické znázornění pozic měření a transformoven

Pozn.: v obci se nachází železniční tratě elektrizované trakční proudovou soustavou 3 kV/DC ve správě jiného provozovatele než SŽDC.

2.1.3. Klimatické podmínky měření

Teplota vzduchu v průběhu dne dosahovala +1 až +5°C, počasí jasno, země vlhká, hlinitá.

Měření se uskutečnilo ve všední, za běžného provozu všech zdrojů bludných proudů, ve všední den 28.12.2017 od 13:00 do 17:00 hod.

3. Použité přístroje

Pro níže specifikovaná měření byly použity následující přístroje:

Měření napětí a proudu: **Owon B35T+** s bezdrátovým datovým přenosem

DC napětí:	60,0 mV/600,0mV 0,01mV $\pm(0,5\%+2\text{dig})$ V 60,0 mV/600,0mV/6,000V/60,00V 0,1mV 600,0V/1000V 0,1V
AC napětí:	60,00mV/600,0mV 0,01mV $\pm(0,8\%+2\text{dig})$ V 60,00mV/600,0mV/6,000V/60,00V 1mV $\pm(0,8\%+2\text{dig})$ 600,0V/750V 0,1V $\pm(1\%+3\text{dig})$
DC proud:	600,0μA 0,1μA $\pm(0,8\%+2\text{dig})$ mA 600,0μA/6,000mA/60,00mA/600,0mA/6,000A 0,01mA $\pm(0,8\%+2\text{dig})$ A 20,00A 1mA $\pm(1,2\%+3\text{dig})$
AC proud:	600,0μA 0,1μA $\pm(1\%+3\text{dig})$ mA 600,0μA/6,000mA/60,00mA/600,0mA/6,000A 0,01mA $\pm(0,8\%+2\text{dig})$ A 20,00A 1mA $\pm(2\%+3\text{dig})$

Měření zemního odporu: **MRU-200**

rozsah:	0,000Ω až 19,99 kΩ přepínání rozsahů automatické, USB přesnost měřených veličin ± 2 až 5%, 4 digity
---------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Víceúčelový přístroj: **DATATAKER DT85g series 2** - třicetikanálový víceúčelový digitální měřicí přístroj

proudový rozsah:	$\pm 0,3, 3, 30 \text{ mA}$
napětíový rozsah:	$\pm 30, 300 \text{ mVss}, \pm 3, 30 \text{ Vss}$ (automaticky)
přesnost měření:	proudu, napětí $\pm 0,1\%$
vstupní odpor voltmetru:	$100 \text{ k}\Omega, >100 \text{ M}\Omega$
kapacita vnitřní paměti:	128 MB, RS 232, USB

4. Metodika měření a vyhodnocování

4.1. Stanovení zdánlivého měrného odporu

Tato hodnota umožňuje výpočet proudových hustot pro stanovení korozní agresivity prostředí dle ČSN 03 8372, tab. 1. Byla použita Wennerova metoda dle ČSN 03 8363, umožňující interpretaci zvolených odporových vrstev. Při této čtyřelektrodové metodě se hloubkový dosah získává zvětšováním vzdálenosti elektrod. Pro daný případ byly měřeny hodnoty v jednotlivých místech s rozstupem elektrod $a = 1, 3$ a 5 m , což odpovídá měřeným vrstvám půdy hb takto:

$$0,75 \text{ hb} \leq a \leq 1,25 \text{ hb}$$

Pro měření byl zvolen měřicí přístroj MRU-200 pro odporová měření s použitím vnějšího zdroje proudu. Výstupní napětí zdroje má střídavý charakter s frekvencí 128 Hz . Odečtené hodnoty na přístroji v ohmech byly podkladem pro výpočet zdánlivého měrného odporu půdy dle rovnice:

$$\rho = 2 \pi a R [\Omega \text{m}]$$

Pro výpočet proudových hustot byl zvolen nejnižší měrný odpor, zjištěný u jednotlivých vrstev půdy v daném místě měření potenciálových spádů $\Delta U1$ a $\Delta U2$.

Místa měření a výsledky zdánlivého měrného odporu jsou uvedeny na situaci. Naměřené údaje jsou uvedeny v tabulce č. 3. Pro přehled jsou naměřené hodnoty měrného zemního odporu vyneseny graficky v příloze.

Zjištěné hodnoty rezistivity půdy v závislosti na měřené ekvivalentní hloubce:

Měřicí bod	Rezistivita půdy
M1	$44,1 - 249,1 \text{ }\Omega\text{m}$
M2	$45,2 - 140,2 \text{ }\Omega\text{m}$

Z hlediska ČSN 03 8372, tab. 1, na základě měrného odporu horniny, se stanovuje agresivita prostředí ve stupni č. III. – zvýšená

4.2. Stanovení přítomnosti bludných proudů v zemi

Pro tato měření byl použit 30kanálový multimetr DATATAKER a ve funkci doplňkových a ověřovacích přístrojů elektrické měřicí digitální přístroje typu METTEX M se vstupním odporem $10 \text{ M}\Omega$. Před vlastním měřením a po něm byla zjišťována polarizace použitých elektrod Cu/CuSO_4 , tj. rozdíl potenciálů mezi jednotlivými elektrodami pro každou sadu elektrod. Při zpracování výsledků se případné rozdíly polarizace elektrod (v rozmezí dovolené tolerance) odečítají. Rovněž v souladu s ČSN byla před měřením provedena kontrola elektrolytu.

Kontrolní měření polarizace jednotlivých používaných sad elektrod – potenciály naměřené proti ocelové elektrodě ve vzdálenosti 1 m:

V bodě M1		V bodě M2	
el. č. 1	-352 mV	el. č. 1	-466 mV
el. č. 2	-353 mV	el. č. 2	-465 mV
el. č. 3	-352 mV	el. č. 3	-466 mV

Diferenciál napětí mezi jednotlivými elektrodami v dané sadě splňuje ustanovení ČSN 03 8362 a je menší než 50 mV. Krom standardního měření dle shora uvedené tabulky, bylo provedeno i porovnání chybových potenciálů mezi jednotlivými elektrodami. Pro konkrétní měření byly použity všechny sady elektrod.

Pole bludných proudů v zemi bylo stanoveno z hodnot získaných při současném měření časového průběhu potenciálu na dvou kolmých dipólech pro každé stanoviště. Celková doba měření bodu byla více než 30 minut. Z naměřených hodnot se uvádí výběr údajů v tabulce, přičemž výpočty byly provedeny ze všech získaných hodnot, v grafech je uveden průběh napětí po celou dobu.

Zapojení měřicích přístrojů a elektrod Cu/CuSO₄ bylo následující: záporný pól přístroje byl na elektrodě umístěné v bodě 2, kladný pól přístroje na elektrodách v místech bodů 1, 3, (viz situace). Údaje naměřených hodnot dvojic ΔU jednotlivých stanovišť přiřazených do kvadrantů "++ (0 - 90°)", "+ - (90 - 180°)", "- - (180 - 270°)", "- + (270 - 360°)", jsou uvedeny v tabulce č. 1 a č. 2. Základní operace s naměřenými hodnotami pro každý bod jsou provedeny v týchž tabulkách pod naměřenými hodnotami. Prvním údajem jsou průměrné hodnoty U1 a U2 po opravě na polarizaci elektrod (pokud se provádí), na dalším řádku je proveden jejich přepočet na 1 m délky (tj. průměrná intenzita elektrického pole v zemi). Tyto hodnoty jsou stanoveny pro každou polaritu jednotlivých složek snímaného napětí, tj. matematicky ve čtyřech kvadrantech a v dalším řádku je vyhodnocován jejich procentní podíl v každém kvadrantu z celkového počtu naměřených hodnot. V předposledním řádku s označením Ep je uvedena absolutní hodnota vektoru intenzity elektrického pole pro příslušný kvadrant a na posledním řádku úhel tohoto vektoru vztažený k umístění sond v terénu.

Výsledné hodnoty proudových hustot v tabulce č. 4 jsou vypočteny z intenzity elektrického pole Ep a z hodnot zdánlivého měrného odporu půdy dle vzorce:

$$J[A.m^{-2}] = \frac{E_p [V.m^{-1}]}{\rho [\Omega m]}$$

Průměrné hodnoty proudových hustot v jednotlivých bodech a jednotlivých směrech dosahují hodnot:

$$J \in < 1,72 \cdot 10^{-5}; 5,61 \cdot 10^{-5} > [A.m^{-2}]$$

Dle dosažených výsledků průměrných hodnot jsou hustoty proudu dle ČSN 03 8372 tab. 1 ve III. stupni korozní agresivity

Na situaci jsou uvedeny směry výsledných proudových hustot (nikoli elektrického pole v zemi). Ke každému směru jsou připsány základní informace o velikosti proudové hustoty $J [A.m^{-2}]$ a výskyt daného směru v procentech. Šipkou je označen směr toku proudu. Pokud v některém směru dosáhla četnost výskytu hustoty bludných proudů pod deset procent, není vektor v tomto směru v situaci zobrazen, je však uveden v tab. 4.

Časové průběhy intenzity elektrického pole v zemi mají klidný průběh s nepatrnými napěťovými změnami, které mohou být způsobeny blízkými zdroji bludných proudů včetně blízkého horkovodu. Pouze v místě měření M2 se objevují přechodné jevy v rozsazích desetin až jednotek mV.

5. Stanovení stupně ochranných opatření proti škodlivým vlivům bludných proudů pro železobetonovou stavbu

Výsledky měření hustot bludných proudů dle tab. 4 ve dvou místech v lokalitě nové stavby dle **TP 124** „Základní ochranná opatření pro omezení vlivu bludných proudů na mostní objekty a ostatní betonové stavby pozemních komunikací, Praha 2009“, tab. 1 jsou hodnoceny:

Stanovení sacího efektu stavby:

$$K_s = k_{sm} + k_k + k_p$$

k_{sm} (vlastní sací koeficient stavby) . . . 0

k_k (konstrukce) . . . 1

k_p (prostředí) . . . 0

K_s = 1

Výsledná proudová hustota bludného proudu:

$$J_v = K_s \cdot J; \quad J_v \in < 1,72 \cdot 10^{-5}; 5,61 \cdot 10^{-5} > [A/m^2]$$

kde J_v je přepočtená proudová hustota pro stanovení stupně ochranných opatření

**Stupeň ochranných opatření pro rekonstrukci mostu přes ulici
Mezibořskou, se dle TP 124, tab. 1 stanovuje na: č. 3**

Výsledky základního korozního průzkumu – hustoty bludných proudů se pohybují v intervalech odpovídající třetímu stupni ochranných opatření. Rekonstrukcí mostu se nepředpokládá změna elektrických parametrů v okolí, je uvažován sací koeficient $K_s=1$.

Vzhledem k blízkému horkovodu a vodovodním a plynovodním řadům se doplňují některé požadavky pasivní ochranných opatření ke stanovenému stupni č.3.

6. Hodnocení výsledků měření ve vztahu ke zpracování projektové dokumentace stavby

Z výsledků měření provedených v rámci základního korozního průzkumu vyplývá zvýšené riziko korozního namáhání železobetonové stavby. V rámci zpracování projektové dokumentace se doporučuje navrhnout adekvátní ochranná opatření snižující působení bludných proudů.

Při zpracování projektové dokumentace zejména spodní stavby objektu bude projektant stavební části pro návrh ochranných opatření vycházet z platné normy – ČSN EN 50 162, příloha NA, resp. technických podmínek TP 124 MD ČR “Základní ochranná opatření pro omezení vlivu bludných proudů na mostní objekty a ostatní betonové konstrukce pozemních komunikací” (účinnost 1.1.2009).

Hlavními zásadami ochrany proti účinkům bludných proudů jsou:

- **na úrovni primárních ochran:** Stanovení kvality betonů: Navržený beton pro spodní stavbu bude odpovídat dle ČSN EN 206 a ČSN EN 1992-1-1. Budou navrženy betony se zvýšenou kvalitou ve smyslu TP 124 MD ČR. Pro ŽB konstrukce ve styku se zeminou (základové patky) bude navrženo krytí výztuže ve výši 50 mm.

- **na úrovni sekundárních ochran:** Z hlediska ochrany proti účinkům bludných proudů se nestanovuje požadavek na aplikaci sekundárních ochran (foliové izolace, natavovací asfaltové pasy), avšak doporučuje se, pokud to bude možné použít například dvojité asfaltpryskyřičné penetrační nátěry.

- **na úrovni konstrukčních opatření:** Doporučuje se využít s ohledem na požadavek na ochranu před bleskem a dotykovým napětím provést provaření výztuže spodní stavby pod úroveň terénu, pokud nebude

požadována i příprava pro ochranu před chemickými vlivy do úrovně terénu. Svislá výztuž v pilířích bude využita pro účely svodů. Vývody z výztuže budou navrženy nad terénem na každé podpěře jeden.

Bude zachován návrh elektrického izolačního uložení nosné konstrukce v s využitím trnů uložených v polymerní maltě.

S ohledem na nově navržené TP pro integrované mosty se pouze doporučuje volit elektricky izolované předpětí kategorie alespoň B dle TP 124, resp. P2 dle ČSN EN 1992-2, zm1.

- **uzemňovací soustava:** Vzhledem k délce mostu (117,108 km) musí být mostní stavba vybavena ochranou před bleskem. V rámci PD budou zpracována jiskřiště s ohledem na uložení NK a podpěrách. Navrhují základové zemniče z výztuže patek.

- **požadavky pro ostatní specialisty** – elektroinstalace budou provedeny dle TP 124, zejména bude dbáno na dodržení požadavků pro návrh venkovního osvětlení na NK.

Odvodnění bude navrženo bez překlenutí NK a spodní stavby a voda nebude zatěžovat patky mostu.

Žádná trvale zabudovaná zařízení pro sledování vlivu bludných proudů se pro tuto stavbu nenavrhují. Kontrolní a měřicí vývody budou zároveň vývody z navržený základových zemničů – jiné vývody se nenavrhují.

- Stanovuje se na kontrolní měření pouze v průběhu stavby pro ověření funkce základových zemničů, jiskřišť a případně kvality elektricky izolovaného předpětí.

tab.1 Záznam údajů dU1 a dU2 v bodě M1
Rekonstrukce mostu nad ul. Mezibořskou, Litvínov

měř. č.	Stanoviště M1		přijímač v mV					
	28.12.2017		pro dU1: 10			pro dU2: 10		
	délka dipolu [m]		dU1		dU2		dU2	
	+	+	+	-	-	-	+	
1	12,0	10,0						12,00 10,00
2	10,0	10,0						10,00 10,00
3	10,0	10,0						10,00 10,00
4	10,0	11,0						10,00 11,00
5	6,0	11,0						6,00 11,00
6	6,0	11,0						6,00 11,00
7	8,0	10,0						8,00 10,00
8	7,0	10,0						7,00 10,00
9	8,0	10,0						8,00 10,00
10	8,0	10,0						8,00 10,00
11	7,0	10,0						7,00 10,00
12	7,0	10,0						7,00 10,00
13	11,0	10,0						11,00 10,00
14	11,0	10,0						11,00 10,00
15	8,0	11,0						8,00 11,00
16	10,0	12,0						10,00 12,00
17	11,0	11,0						11,00 11,00
18	9,0	11,0						9,00 11,00
19	9,0	11,0						9,00 11,00
20	7,0	11,0						7,00 11,00
21	8,0	11,0						8,00 11,00
22	8,0	11,0						8,00 11,00
23	9,0	10,0						9,00 10,00
24	9,0	11,0						9,00 11,00
25	11,0	11,0						11,00 11,00
26	10,0	11,0						10,00 11,00
27	9,0	10,0						9,00 10,00
28	8,0	11,0						8,00 11,00
29	10,0	11,0						10,00 11,00
30	7,0	10,0						7,00 10,00
31	6,0	11,0						6,00 11,00
32	10,0	11,0						10,00 11,00
33	9,0	10,0						9,00 10,00
34	10,0	10,0						10,00 10,00
35	9,0	11,0						9,00 11,00
36	10,0	11,0						10,00 11,00
37	11,0	10,0						11,00 10,00
38	10,0	11,0						10,00 11,00
39	10,0	11,0						10,00 11,00
40	10,0	11,0						10,00 11,00
41	11,0	11,0						11,00 11,00
42	9,0	11,0						9,00 11,00
43	8,0	11,0						8,00 11,00
44	10,0	11,0						10,00 11,00
45	10,0	11,0						10,00 11,00
46	10,0	11,0						10,00 11,00
47	8,0	11,0						8,00 11,00
48	7,0	12,0						7,00 12,00
49	10,0	10,0						10,00 10,00
50	8,0	11,0						8,00 11,00
51	8,0	11,0						8,00 11,00
52	15,0	11,0						15,00 11,00
53	8,0	10,0						8,00 10,00
54	8,0	11,0						8,00 11,00
55	16,0	11,0						16,00 11,00
56	12,0	10,0						12,00 10,00
57	17,0	11,0						17,00 11,00
58	16,0	12,0						16,00 12,00
59	16,0	13,0						16,00 13,00
60	11,0	14,0						11,00 14,00
61	11,0	12,0						11,00 12,00
62	16,0	11,0						16,00 11,00
63	19,0	10,0						19,00 10,00
64	18,0	11,0						18,00 11,00
65	11,0	13,0						11,00 13,00
66	10,0	12,0						10,00 12,00
67	13,0	11,0						13,00 11,00
68	14,0	11,0						14,00 11,00
69	15,0	11,0						15,00 11,00
70	13,0	12,0						13,00 12,00
71	13,0	11,0						13,00 11,00
72	13,0	11,0						13,00 11,00
73	11,0	12,0						11,00 12,00
74	10,0	11,0						10,00 11,00
75	9,0	11,0						9,00 11,00
76	12,0	11,0						12,00 11,00
77	13,0	11,0						13,00 11,00
78	11,0	12,0						11,00 12,00
79	10,0	12,0						10,00 12,00
80	10,0	11,0						10,00 11,00
81	10,0	11,0						10,00 11,00
82	11,0	12,0						11,00 12,00
83	12,0	11,0						12,00 11,00
84	11,0	11,0						11,00 11,00
85	10,0	11,0						10,00 11,00
86	10,0	12,0						10,00 12,00
87	10,0	12,0						10,00 12,00
88	10,0	11,0						10,00 11,00
89	9,0	11,0						9,00 11,00
90	10,0	12,0						10,00 12,00
91	10,0	12,0						10,00 12,00
92	8,0	12,0						8,00 12,00
93	9,0	12,0						9,00 12,00
94	10,0	11,0						10,00 11,00
95	11,0	11,0						11,00 11,00
96	11,0	11,0						11,00 11,00
97	10,0	11,0						10,00 11,00
98	10,0	12,0						10,00 12,00
99	10,0	11,0						10,00 11,00
100	10,0	11,0						10,00 11,00
101	10,0	11,0						10,00 11,00
102	11,0	11,0						11,00 11,00
103	10,0	11,0						10,00 11,00
104	11,0	12,0						11,00 12,00
105	11,0	12,0						11,00 12,00
106	12,0	11,0						12,00 11,00
107	10,0	11,0						10,00 11,00
108	10,0	12,0						10,00 12,00
109	11,0	11,0						11,00 11,00
110	10,0	11,0						10,00 11,00
111	10,0	11,0						10,00 11,00
112	11,0	11,0						11,00 11,00
113	10,0	11,0						10,00 11,00
114	9,0	12,0						9,00 12,00
115	10,0	12,0						10,00 12,00
116	10,0	11,0						10,00 11,00
117	10,0	11,0						10,00 11,00
118	10,0	11,0						10,00 11,00
119	10,0	12,0						10,00 12,00
120	11,0	12,0						11,00 12,00

887	15.0	13.0						15.00	13.00	
888	13.0	13.0						13.00	13.00	
889	16.0	13.0						16.00	13.00	
890	18.0	11.0						18.00	11.00	
891	16.0	12.0						16.00	12.00	
892	13.0	13.0						13.00	13.00	
893	17.0	12.0						17.00	12.00	
894	13.0	12.0						13.00	12.00	
895	5.0	12.0						5.00	12.00	
896	14.0	12.0						14.00	12.00	
897	10.0	11.0						10.00	11.00	
898	26.0	11.0						26.00	11.00	
899	7.0	9.0						7.00	9.00	
900	15.0	15.0						15.00	15.00	
901	17.0	13.0						17.00	13.00	
902	15.0	14.0						15.00	14.00	
903	14.0	13.0						14.00	13.00	
904	16.0	13.0						16.00	13.00	
905	13.0	13.0						13.00	13.00	
906	4.0	13.0						4.00	13.00	
907	15.0	13.0						15.00	13.00	
908	1.0	9.0						1.00	9.00	
909	4.0	11.0						4.00	11.00	
910						-143.0	12.0	-143.00	12.00	
911						-159.0	9.0	-159.00	9.00	
912						-123.0	12.0	-123.00	12.00	
913						-70.0	13.0	-70.00	13.00	
914						-56.0	11.0	-56.00	11.00	
915						-36.0	13.0	-36.00	13.00	
916						-63.0	13.0	-63.00	13.00	
917						-42.0	13.0	-42.00	13.00	
918						-15.0	12.0	-15.00	12.00	
919						-15.0	13.0	-15.00	13.00	
920						-13.0	13.0	-13.00	13.00	
921						-10.0	13.0	-10.00	13.00	
922						-9.0	13.0	-9.00	13.00	
923						-6.0	13.0	-6.00	13.00	
924						-9.0	13.0	-9.00	13.00	
925						-6.0	13.0	-6.00	13.00	
926						-3.0	12.0	-3.00	12.00	
927						-3.0	12.0	-3.00	12.00	
928						-3.0	12.0	-3.00	12.00	
929	0.0	13.0						0.00	13.00	
930						-16.0	11.0	-16.00	11.00	
931	0.0	12.0						0.00	12.00	
932						-6.0	8.0	-6.00	8.00	
933	3.0	8.0						3.00	8.00	
934	3.0	11.0						3.00	11.00	
935						-2.0	11.0	-2.00	11.00	
936	6.0	12.0						6.00	12.00	
937						-2.0	11.0	-2.00	11.00	
938	6.0	14.0						6.00	14.00	
939	6.0	12.0						6.00	12.00	
940	5.0	12.0						5.00	12.00	
941						-11.0	12.0	-11.00	12.00	
942						-6.0	13.0	-6.00	13.00	
943	4.0	10.0						4.00	10.00	
944	1.0	9.0						1.00	9.00	
945						-3.0	14.0	-3.00	14.00	
946						-7.0	12.0	-7.00	12.00	
947						-6.0	11.0	-6.00	11.00	
948	5.0	13.0						5.00	13.00	
949						-4.0	13.0	-4.00	13.00	
950						-8.0	14.0	-8.00	14.00	
951	3.0	11.0						3.00	11.00	
952						-14.0	10.0	-14.00	10.00	
953						-11.0	13.0	-11.00	13.00	
954						-14.0	12.0	-14.00	12.00	
955	4.0	11.0						4.00	11.00	
956	8.0	11.0						8.00	11.00	
957	7.0	12.0						7.00	12.00	
958						-3.0	13.0	-3.00	13.00	
959	4.0	13.0						4.00	13.00	
960	8.0	12.0						8.00	12.00	
961	7.0	13.0						7.00	13.00	
962	17.0	14.0						17.00	14.00	
963	18.0	14.0						18.00	14.00	
964	19.0	14.0						19.00	14.00	
965	6.0	17.0						6.00	17.00	
966						-2.0	16.0	-2.00	16.00	
967	16.0	16.0						16.00	16.00	
968	0.0	11.0						0.00	11.00	
969	5.0	14.0						5.00	14.00	
970	15.0	13.0						15.00	13.00	
971	13.0	13.0						13.00	13.00	
972	4.0	15.0						4.00	15.00	
973	6.0	15.0						6.00	15.00	
974	9.0	13.0						9.00	13.00	
975	4.0	15.0						4.00	15.00	
976	14.0	14.0						14.00	14.00	
977	8.0	13.0						8.00	13.00	
978	0.0	13.0						0.00	13.00	
979	7.0	15.0						7.00	15.00	
980	5.0	13.0						5.00	13.00	
981	13.0	14.0						13.00	14.00	
982	6.0	12.0						6.00	12.00	
983	10.0	16.0						10.00	16.00	
984	6.0	14.0						6.00	14.00	
985	7.0	16.0						7.00	16.00	
986	7.0	15.0						7.00	15.00	
987	11.0	14.0						11.00	14.00	
988	7.0	13.0						7.00	13.00	
989	10.0	15.0						10.00	15.00	
990	6.0	15.0						6.00	15.00	
991	9.0	15.0						9.00	15.00	
992	7.0	13.0						7.00	13.00	
993	5.0	15.0						5.00	15.00	
994	6.0	13.0						6.00	13.00	
995	4.0	13.0						4.00	13.00	
996	3.0	13.0						3.00	13.00	
997	8.0	13.0						8.00	13.00	
998	9.0	13.0						9.00	13.00	
999	7.0	14.0						7.00	14.00	
1000	5.0	14.0						5.00	14.00	
1001	5.0	13.0						5.00	13.00	
1002	6.0	13.0						6.00	13.00	
1003	1.0	13.0						1.00	13.00	
1004	4.0	13.0						4.00	13.00	
1005	0.0	13.0						0.00	13.00	
1006	4.0	13.0						4.00	13.00	
1007	3.0	12.0						3.00	12.00	
průměr	10.65	12.29	0.00	0.00	0.00	0.00	-21.47	12.30	9.28	12.29
mV.m-1	1.06	1.23	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.15	1.23	0.93	1.23
procent	95.73		0.00		0.00		4.27		100	
Ep	1.827		0.000		0.000		2.474			
uhel st.	49.1		0.0		0.0		150.3			

tab.2 Záznam údajů dU1 a dU2 v bodě M2
Rekonstrukce mostu nad ul. Mezibořskou, Litvinov

Stanoviště M2									
28.12.2017									
délka dipolu [m]									
měř. č.	pro dU1		10		pro dU2		10		dU2
	dU1	dU2	dU1	dU2	dU1	dU2	dU1	dU2	
	+	+	+	-	-	-	-	+	
1			1.0	-10.0					1.00 -10.00
2			1.0	-8.0					1.00 -8.00
3			0.0	-8.0					0.00 -8.00
4					-2.0	-9.0			-2.00 -9.00
5			3.0	-8.0					3.00 -8.00
6					-9.0	-8.0			-9.00 -8.00
7					-7.0	-6.0			-7.00 -6.00
8			0.0	-7.0					0.00 -7.00
9					-9.0	-8.0			-9.00 -8.00
10					-1.0	-6.0			-1.00 -6.00
11					-2.0	-8.0			-2.00 -8.00
12					-2.0	-8.0			-2.00 -8.00
13					-5.0	-8.0			-5.00 -8.00
14					-6.0	-8.0			-6.00 -8.00
15					-4.0	-7.0			-4.00 -7.00
16					-8.0	-8.0			-8.00 -8.00
17					-6.0	-8.0			-6.00 -8.00
18					-6.0	-8.0			-6.00 -8.00
19					-4.0	-7.0			-4.00 -7.00
20					-5.0	-7.0			-5.00 -7.00
21					-6.0	-7.0			-6.00 -7.00
22					-4.0	-7.0			-4.00 -7.00
23					-4.0	-7.0			-4.00 -7.00
24					-5.0	-7.0			-5.00 -7.00
25					-6.0	-7.0			-6.00 -7.00
26					-5.0	-7.0			-5.00 -7.00
27					-5.0	-8.0			-5.00 -8.00
28					-5.0	-9.0			-5.00 -9.00
29					-7.0	-8.0			-7.00 -8.00
30					-6.0	-9.0			-6.00 -9.00
31					-5.0	-8.0			-5.00 -8.00
32					-5.0	-8.0			-5.00 -8.00
33					-7.0	-8.0			-7.00 -8.00
34					-7.0	-7.0			-7.00 -7.00
35					-5.0	-8.0			-5.00 -8.00
36					-7.0	-8.0			-7.00 -8.00
37					-5.0	-8.0			-5.00 -8.00
38					-5.0	-8.0			-5.00 -8.00
39					-6.0	-9.0			-6.00 -9.00
40					-6.0	-9.0			-6.00 -9.00
41					-6.0	-8.0			-6.00 -8.00
42					-6.0	-8.0			-6.00 -8.00
43					-7.0	-8.0			-7.00 -8.00
44					-7.0	-8.0			-7.00 -8.00
45					-6.0	-8.0			-6.00 -8.00
46					-7.0	-7.0			-7.00 -7.00
47					-7.0	-9.0			-7.00 -9.00
48					-6.0	-8.0			-6.00 -8.00
49					-7.0	-8.0			-7.00 -8.00
50					-7.0	-8.0			-7.00 -8.00
51					-7.0	-9.0			-7.00 -9.00
52					-7.0	-8.0			-7.00 -8.00
53					-6.0	-8.0			-6.00 -8.00
54					-7.0	-9.0			-7.00 -9.00
55					-9.0	-8.0			-9.00 -8.00
56					-8.0	-8.0			-8.00 -8.00
57					-6.0	-8.0			-6.00 -8.00
58					-7.0	-7.0			-7.00 -7.00
59					-8.0	-8.0			-8.00 -8.00
60					-6.0	-10.0			-6.00 -10.00
61					-9.0	-8.0			-9.00 -8.00
62					-7.0	-9.0			-7.00 -9.00
63					-6.0	-8.0			-6.00 -8.00
64					-8.0	-8.0			-8.00 -8.00
65					-7.0	-8.0			-7.00 -8.00
66					-7.0	-8.0			-7.00 -8.00
67					-7.0	-8.0			-7.00 -8.00
68			3.0	-8.0					3.00 -8.00
69			0.0	-8.0					0.00 -8.00
70					-4.0	-8.0			-4.00 -8.00
71			0.0	-8.0					0.00 -8.00
72					-6.0	-8.0			-6.00 -8.00
73					-7.0	-8.0			-7.00 -8.00
74					-6.0	-8.0			-6.00 -8.00
75					-7.0	-8.0			-7.00 -8.00
76					-7.0	-8.0			-7.00 -8.00
77					-7.0	-8.0			-7.00 -8.00
78					-8.0	-7.0			-8.00 -7.00
79					-5.0	-8.0			-5.00 -8.00
80					-8.0	-8.0			-8.00 -8.00
81					-7.0	-7.0			-7.00 -7.00
82					-7.0	-8.0			-7.00 -8.00
83					-7.0	-9.0			-7.00 -9.00
84					-6.0	-9.0			-6.00 -9.00
85					-9.0	-8.0			-9.00 -8.00
86					-7.0	-8.0			-7.00 -8.00
87					-7.0	-8.0			-7.00 -8.00
88					-10.0	-8.0			-10.00 -8.00
89					-6.0	-8.0			-6.00 -8.00
90					-8.0	-7.0			-8.00 -7.00
91					-6.0	-9.0			-6.00 -9.00
92					-7.0	-8.0			-7.00 -8.00
93					-6.0	-8.0			-6.00 -8.00
94					-5.0	-8.0			-5.00 -8.00
95					-5.0	-8.0			-5.00 -8.00
96					-7.0	-9.0			-7.00 -9.00
97					-5.0	-9.0			-5.00 -9.00
98					-7.0	-8.0			-7.00 -8.00
99					-5.0	-9.0			-5.00 -9.00
100					-8.0	-8.0			-8.00 -8.00
101					-10.0	-9.0			-10.00 -9.00
102					-7.0	-9.0			-7.00 -9.00
103					-1.0	-8.0			-1.00 -8.00
104					-5.0	-9.0			-5.00 -9.00
105					-5.0	-9.0			-5.00 -9.00
106					-7.0	-9.0			-7.00 -9.00
107					-8.0	-8.0			-8.00 -8.00
108					-8.0	-9.0			-8.00 -9.00
109					-8.0	-8.0			-8.00 -8.00
110					-8.0	-8.0			-8.00 -8.00
111					-7.0	-9.0			-7.00 -9.00
112					-9.0	-8.0			-9.00 -8.00
113					-10.0	-8.0			-10.00 -8.00
114					-7.0	-9.0			-7.00 -9.00
115					-7.0	-8.0			-7.00 -8.00
116					-7.0	-8.0			-7.00 -8.00
117					-7.0	-8.0			-7.00 -8.00
118					-8.0	-9.0			-8.00 -9.00
119					-8.0	-7.0			-8.00 -7.00
120					-7.0	-10.0			-7.00 -10.00

747	10.0	8.0							10.00	8.00
748	11.0	7.0							11.00	7.00
749	10.0	9.0							10.00	9.00
750	13.0	5.0							13.00	5.00
751	10.0	6.0							10.00	6.00
752	11.0	9.0							11.00	9.00
753	9.0	11.0							9.00	11.00
754	15.0	9.0							15.00	9.00
755	6.0	8.0							6.00	8.00
756	11.0	5.0							11.00	5.00
757	12.0	7.0							12.00	7.00
758	14.0	8.0							14.00	8.00
759	10.0	8.0							10.00	8.00
760	11.0	8.0							11.00	8.00
761	9.0	7.0							9.00	7.00
762	11.0	7.0							11.00	7.00
763	8.0	8.0							8.00	8.00
764	12.0	7.0							12.00	7.00
765	9.0	7.0							9.00	7.00
766	9.0	8.0							9.00	8.00
767	8.0	8.0							8.00	8.00
768	8.0	9.0							8.00	9.00
769	8.0	8.0							8.00	8.00
770	8.0	8.0							8.00	8.00
771	11.0	8.0							11.00	8.00
772	9.0	7.0							9.00	7.00
773	9.0	7.0							9.00	7.00
774	9.0	7.0							9.00	7.00
775	10.0	8.0							10.00	8.00
776	8.0	7.0							8.00	7.00
777	9.0	7.0							9.00	7.00
778	7.0	7.0							7.00	7.00
779	10.0	7.0							10.00	7.00
780	9.0	8.0							9.00	8.00
781	9.0	7.0							9.00	7.00
782	9.0	7.0							9.00	7.00
783	9.0	7.0							9.00	7.00
784	9.0	7.0							9.00	7.00
785	10.0	7.0							10.00	7.00
786	8.0	7.0							8.00	7.00
787	8.0	7.0							8.00	7.00
788	8.0	7.0							8.00	7.00
789	6.0	7.0							6.00	7.00
790	9.0	7.0							9.00	7.00
791	9.0	6.0							9.00	6.00
792	11.0	7.0							11.00	7.00
793	7.0	7.0							7.00	7.00
794	7.0	7.0							7.00	7.00
795	7.0	7.0							7.00	7.00
796	7.0	7.0							7.00	7.00
797	9.0	8.0							9.00	8.00
798	9.0	7.0							9.00	7.00
799	7.0	8.0							7.00	8.00
800	9.0	8.0							9.00	8.00
801	13.0	7.0							13.00	7.00
802	12.0	7.0							12.00	7.00
803	11.0	8.0							11.00	8.00
804	11.0	8.0							11.00	8.00
805	8.0	9.0							6.00	9.00
806	7.0	7.0							7.00	7.00
807	9.0	7.0							9.00	7.00
808	7.0	7.0							7.00	7.00
809	12.0	7.0							12.00	7.00
810	13.0	7.0							13.00	7.00
811	12.0	7.0							12.00	7.00
812	9.0	6.0							9.00	6.00
813	10.0	7.0							10.00	7.00
814	9.0	7.0							9.00	7.00
815	10.0	6.0							10.00	6.00
816	8.0	7.0							8.00	7.00
817	9.0	8.0							9.00	8.00
818	8.0	7.0							8.00	7.00
819	8.0	6.0							8.00	6.00
820	8.0	7.0							8.00	7.00
821	11.0	7.0							11.00	7.00
822	9.0	5.0							9.00	5.00
823	6.0	6.0							6.00	6.00
824	7.0	6.0							7.00	6.00
825	8.0	6.0							8.00	6.00
826	9.0	6.0							9.00	6.00
827	8.0	6.0							8.00	6.00
828	11.0	7.0							11.00	7.00
829	9.0	5.0							9.00	5.00
830	9.0	6.0							9.00	6.00
831	9.0	5.0							9.00	5.00
832	8.0	5.0							8.00	5.00
833	8.0	5.0							8.00	5.00
834	9.0	4.0							9.00	4.00
835	10.0	6.0							10.00	6.00
836	9.0	6.0							9.00	6.00
837	6.0	6.0							6.00	6.00
838	10.0	6.0							10.00	6.00
839	2.0	6.0							2.00	6.00
840	6.0	6.0							6.00	6.00
841	8.0	7.0							8.00	7.00
842	8.0	6.0							8.00	6.00
843	8.0	7.0							8.00	7.00
844	8.0	6.0							8.00	6.00
845	8.0	6.0							8.00	6.00
846	9.0	7.0							9.00	7.00
847	8.0	6.0							8.00	6.00
848	8.0	7.0							8.00	7.00
849	8.0	7.0							8.00	7.00
850	8.0	4.0							8.00	4.00
851	8.0	6.0							8.00	6.00
852	10.0	7.0							10.00	7.00
853	9.0	5.0							9.00	5.00
854	9.0	5.0							9.00	5.00
855	5.0	7.0							5.00	7.00
856	8.0	6.0							8.00	6.00
857	8.0	6.0							8.00	6.00
858	5.0	7.0							5.00	7.00
859	5.0	8.0							5.00	8.00
860	9.0	6.0							9.00	6.00
861	8.0	7.0							8.00	7.00
862	6.0	6.0							6.00	6.00
863	9.0	4.0							9.00	4.00
864	13.0	7.0							13.00	7.00
865	8.0	7.0							8.00	7.00
866	8.0	6.0							8.00	6.00
867									8.00	0.00
průměr	11.47	10.01	1.67	-7.61	-6.83	-7.92	-6.33	3.33	3.77	2.25
mV.m-1:	1.15	1.00	0.17	-0.76	-0.66	-0.79	-0.63	0.33	0.38	0.22
procent	56.40		2.08		41.06		0.35		99.88465975	
Ep	1.522		0.779		1.033		0.716			
uhel st.	41.1		282.3		230.0		152.3			

+ + + || + - - || - - || - + ||
 1 4 3 2
 Měření v bodě M2

tab. 3 *Zdánlivý měrný odpor půdy v místech M1 a M2*

podmínky: zataženo, teplota +5°C, zem vlhká, hlinitá

datum měření: 28.12.2017

Rekonstrukce mostu nad ul. Mezibořskou, Litvínov

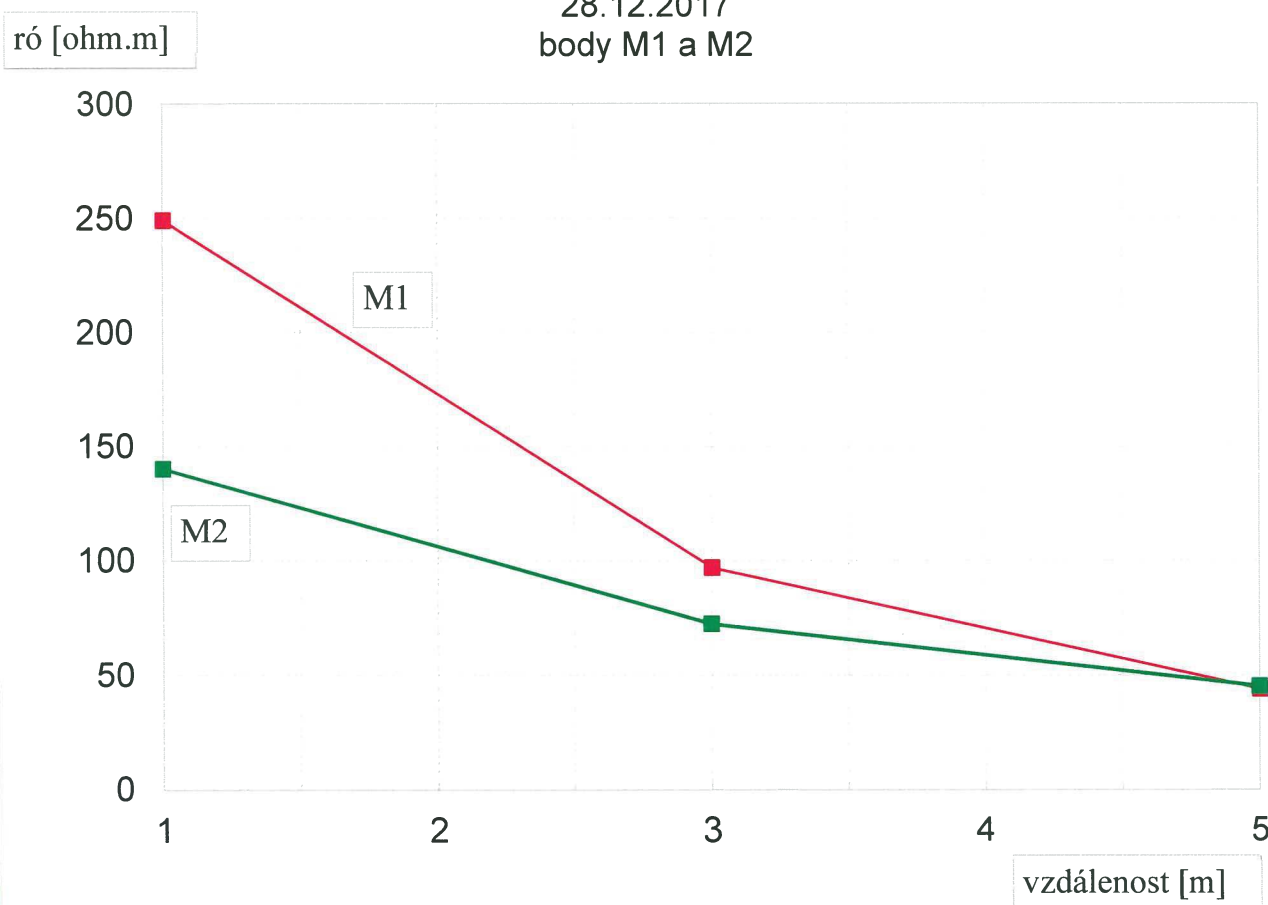
bod M1		SONEL MRU 200		
vzdál elektrod [m]	R [ohm]	koeficient	ró [ohm.m]	stupeň agresivity
1	33,04	1,2	249,1	I.
3	4,29	1,2	97,0	II.
5	1,17	1,2	44,1	III.

bod M2		SONEL MRU 200		
vzdál elektrod [m]	R [ohm]	koeficient	ró [ohm.m]	stupeň agresivity
1	18,60	1,2	140,2	I.
3	3,20	1,2	72,4	II.
5	1,20	1,2	45,2	III.

tab. 4 *Výpočet pole bludných proudů v bodech M1 a M2*

		četnost [%]	Ep [mV.m-1]	směr [st.]	ró [ohm.m]	I [A.m-2]	stupeň agresivity
M1	I.kv. ++	95,7	1,6	49,1	44,1	3,69E-05	III.
	II.kv. +-	4,3	2,5	150,3	44,1	5,61E-05	III.
	III.kv. --	0,0	0,0	0,0	44,1	0,00E+00	-
	IV.kv. -+	0,0	0,0	0,0	44,1	0,00E+00	-
M2	I.kv. ++	56,4	1,5	41,1	45,2	3,37E-05	III.
	II.kv. +-	0,3	0,7	152,3	45,2	1,58E-05	III.
	III.kv. --	41,1	1,0	230,0	45,2	2,28E-05	III.
	IV.kv. -+	2,1	0,8	282,3	45,2	1,72E-05	III.

Graf č. 1
Grafický záznam hodnot měrného odporu
Rekonstrukce mostu nad ul. Mezibořskou, Litvínov
28.12.2017
body M1 a M2

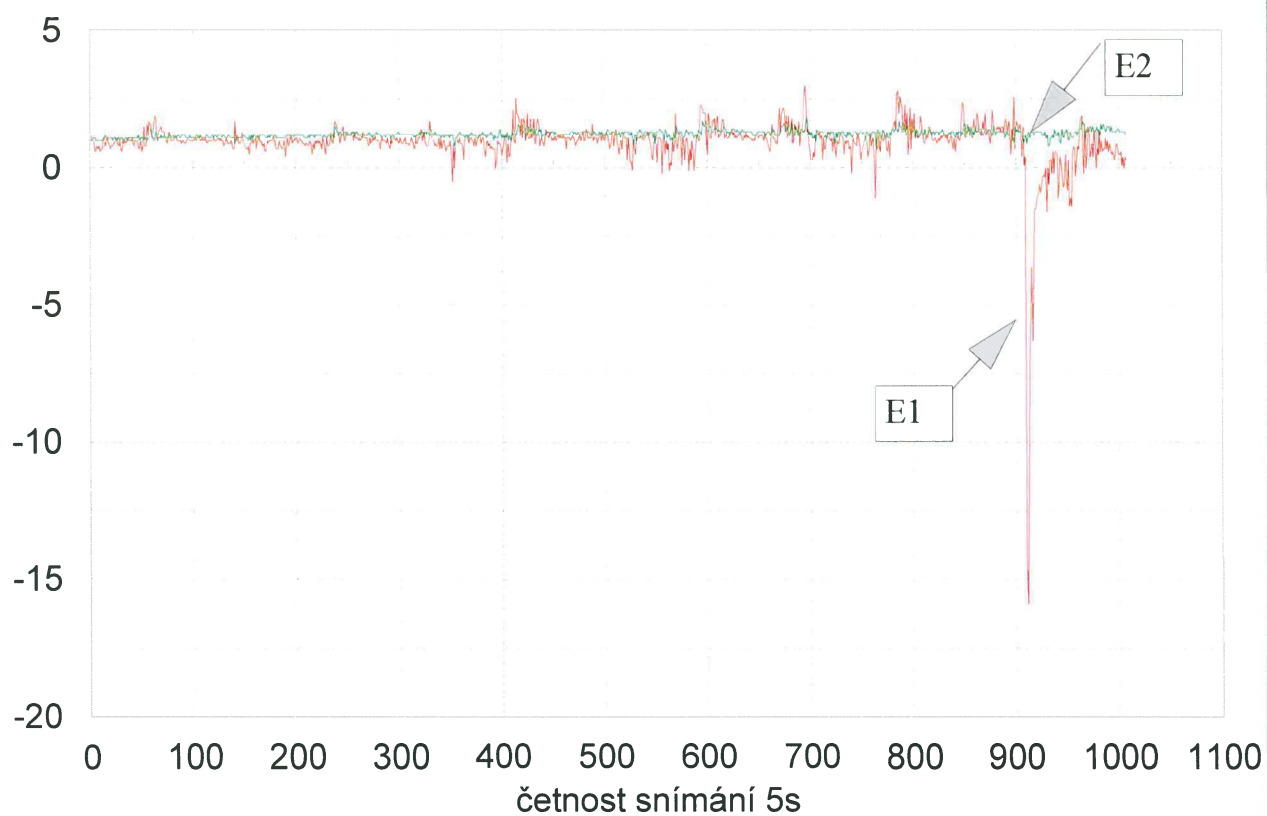


E
[mV/m]

Graf č. 2

Záznam údajů M1, 28.12.2017

Intenzita elektrického pole v zemi
(přepočteno z naměřených hodnot na mV/m)
Rekonstrukce mostu nad ul. Mezibořskou, Litvínov

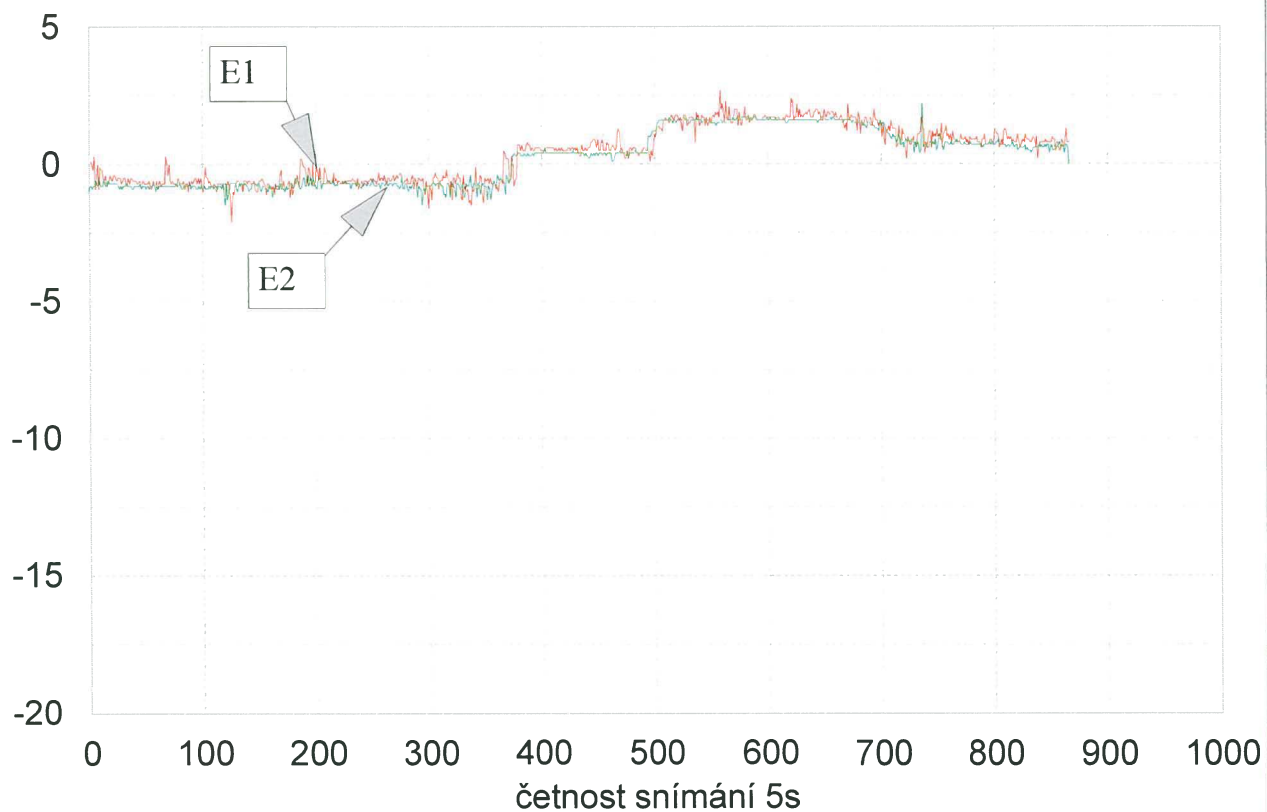


E
[mV/m]

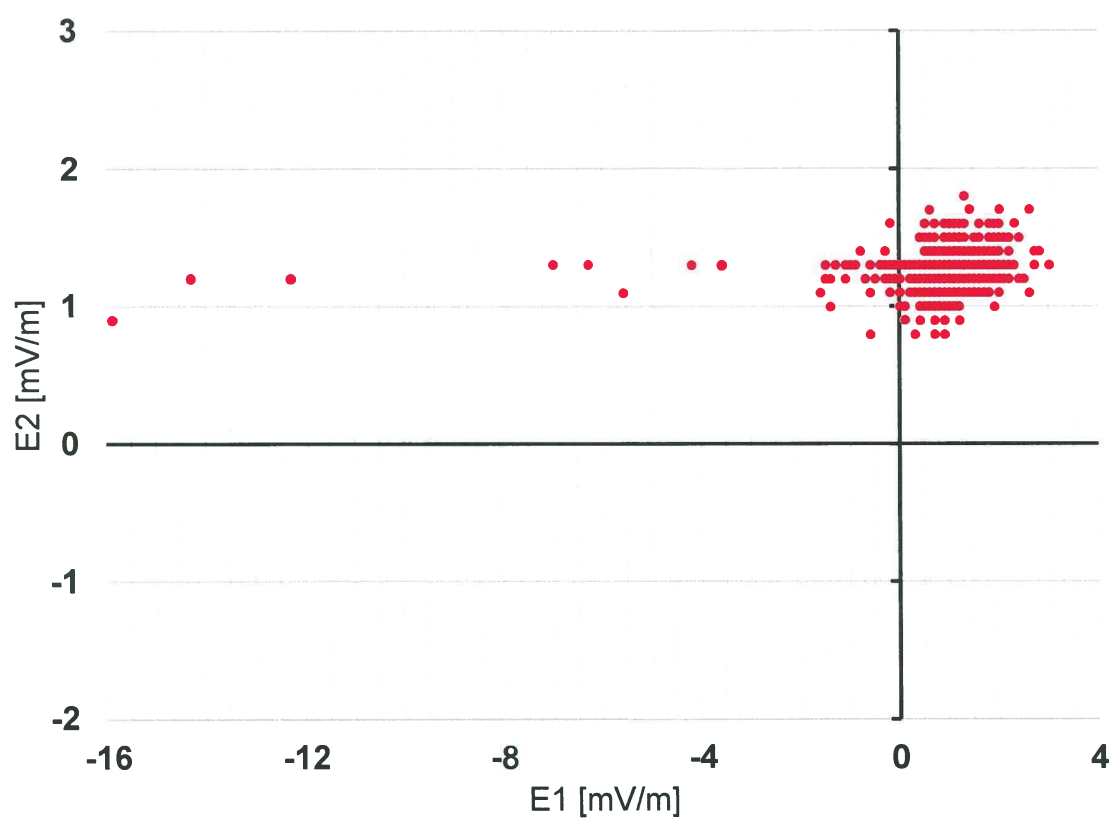
Graf č. 3

Záznam údajů M2, 28.12.2017

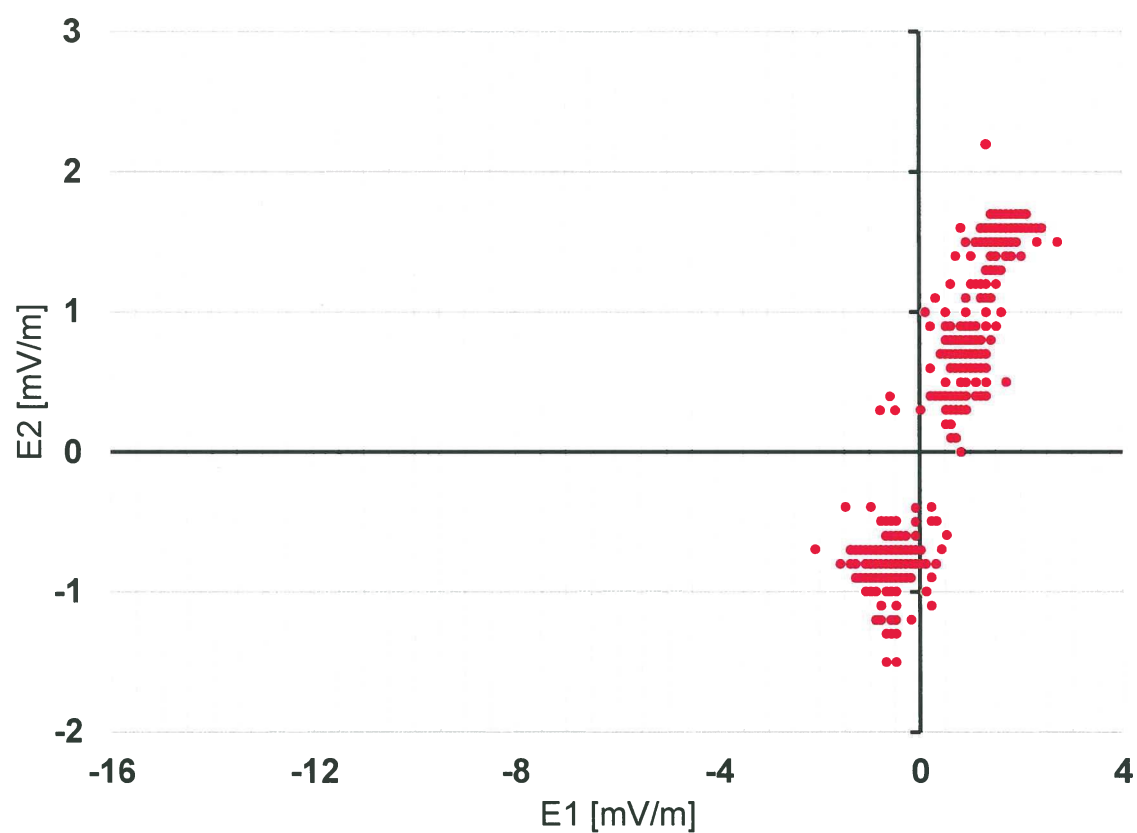
Intenzita elektrického pole v zemi
(přepočteno z naměřených hodnot na mV/m)
Rekonstrukce mostu nad ul. Mezibořskou, Litvínov

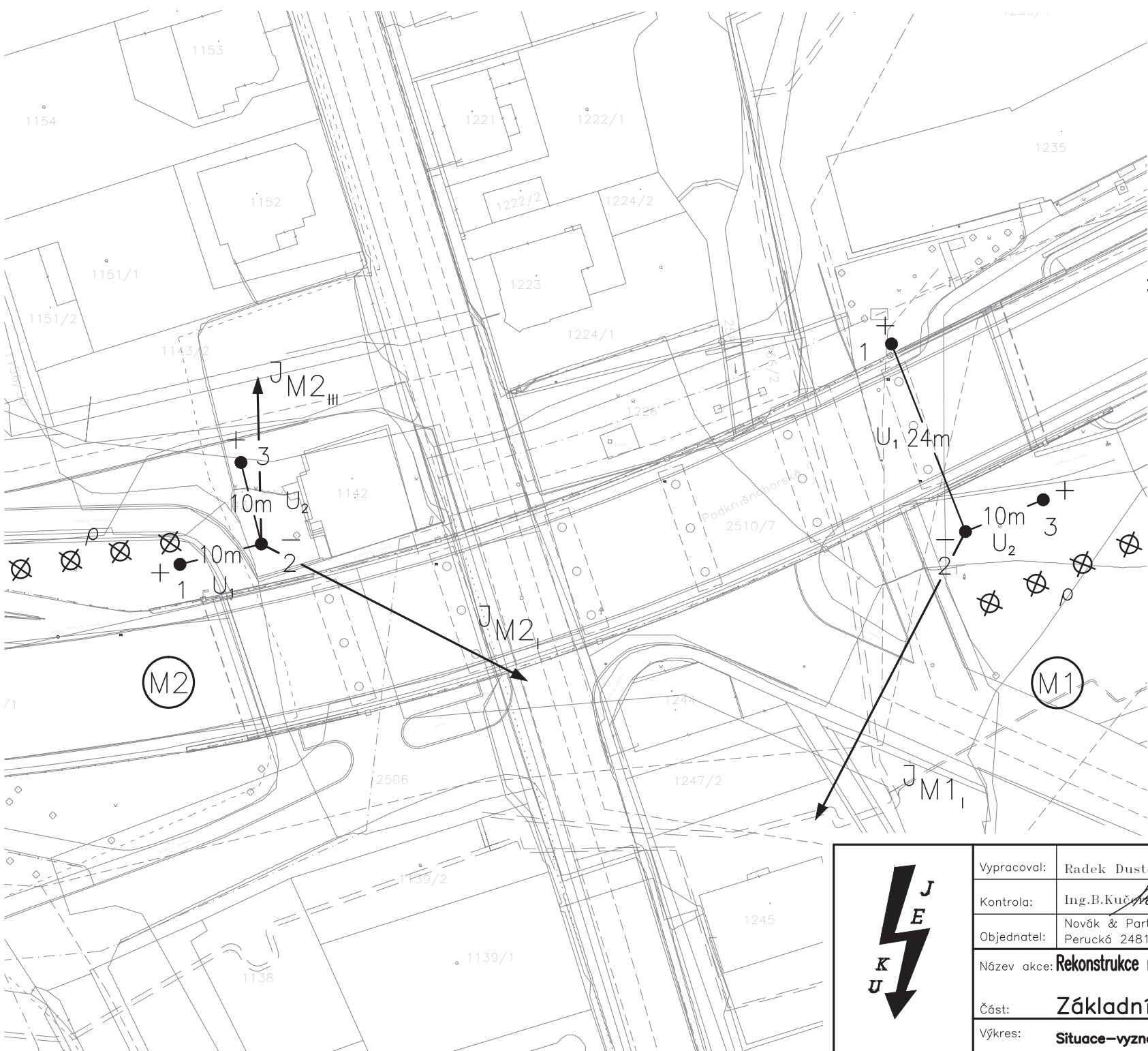


Graf č. 4
Histogram měřených hodnot v bodě M1
Rekonstrukce mostu nad ul. Mezibořskou, Litvínov
28.12.2017



Graf č. 5
Histogram měřených hodnot v bodě M2
Rekonstrukce mostu nad ul. Mezibořskou, Litvínov
28.12.2017





LEGENDA:

- M1** měření el.pole v bodě M1
- velikost bludného proudu v prvním kvadrantu daného uspořádání elektrod v bodě M1
- umístění a polarita elektrod Cu/CuSO₄
- vzdálenost elektrod pro měření U₁ U₂
- měrný odpor půdy s umístěním elektrod

Měřítka velikosti BP:

$$1 \text{ cm} = 1 \cdot 10^{-5} \text{ A} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$\hat{J}_{M_x}$$

HODNOTY:

M1

$$\rho = 44,1 \text{ } \Omega \cdot \text{m}$$

$$E_{pl} = 1,6 \text{ mV} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$I_l = 3,69 \cdot 10^{-5} \text{ A} \cdot \text{m}^{-2}, 95,7\%$$

M2

$$\rho = 45,2 \text{ } \Omega \cdot \text{m}$$

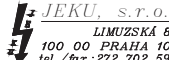

$$E_{pl} = 1,5 \text{ mV} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$I_l = 3,37 \cdot 10^{-5} \text{ A} \cdot \text{m}^{-2}, 56,4\%$$

$$E_{pll} = 1,0 \text{ mV} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$I_{lll} = 2,28 \cdot 10^{-5} \text{ A} \cdot \text{m}^{-2}, 41,1\%$$



Vypracoval:	Radek Duster		Zak.číslo: 17-B-155
Kontrola:	Ing.B.Kučerka 		Datum: 01/2018
Objednatel:	Novák & Partner, s.r.o., Perucká 2481/5, 120 00 Praha 2		Stupeň PD: DSP
Název akce:	Rekonstrukce mostu nad ul. Mezibořskou, Litvínov		Měřítka:
Část:	Základní korozní průzkum		Formát: 2xA4
Výkres:	Situace—vyznačení orientace bludných proudů		č.v. 1