



			ČÍSLO SOUPRAVY:
		PO PŘIPOMÍNKOVÉM ŘÍZENÍ	
REVIZE Č.	DATUM	ZMĚNA	





Olšanská 1a
130 80 Praha 3
Česká republika
tel.: +420 267 094 305
IDDS: gi4w9x7
e-mail : info@sudopeu.cz



Olšanská 1a
130 80 Praha 3
Česká republika
tel.: +420 267 094 111
IDDS: nd9sqfy
e-mail : praha@sudop.cz


MORAVIA CONSULT Olomouc a.s.
LEGIONÁŘSKÁ 1085/8 , 779 00 Olomouc

tel.: +420 585 570 444
IDS: kjee9md
e-mail: moravia@moravia.cz
<http://www.moravia.cz>

OBJEDNATEL	 Správa železnic, státní organizace Stavební správa východ, Nerudova 1, 779 00 Olomouc			
ZHOTOVITEL	SDRUŽENÍ SUDOP PRAHA a.s. - MORAVIA CONSULT Olomouc a.s.		G. ŘEDITEL MORAVIA CONSULT Olomouc a.s.: ING. VÁCLAV KRATOCHVÍL	
HLAVNÍ INŽENÝR PROJEKTU		ING. JIŘÍ MALINA 	VEDOUcí TÝMU: ING. PAVEL KUČERA	
ODPOVĚDNÝ PROJEKTANT		NAVRHL, VYPRACOVAL	EXTERNÍ SUBDODAVATEL	
-		-	GeoTec GS 2017 Geonika s.r.o. 2017	
KRAJ: ZLÍNSKÝ		POVĚŘENÝ OÚ: VSETÍN	OBEC: VSETÍN	
„Rekonstrukce žst. Vsetín“			ZAK. ČÍSLO MCO	18 - 060 - 232 - SR
			ÚČEL	DSP
			DATUM	03/2020
			FORMÁT	-
			MĚŘÍTKO	-
Korozní průzkum			ČÁST B.14.2	POŘ.Č. -



GEONIKA s.r.o.,

Sídlo: V Cibulkách 5, 150 00 Praha 5

Kanceláře: Svatoplukova 15, 128 00 Praha 2

telefon: 224936591

e-mail: info@geonika.com

www.geonika.com

Vsetín, žst., průzkum Rekonstrukce žst. Vsetín

Korozní průzkum

Aktualizace 2020

**Autoři zprávy: RNDr. Pavel Nikl
RNDr. Richard Gürtler**

**Praha
duben 2017**

Název úkolu: **Vsetín, žst., průzkum
Rekonstrukce žst. Vsetín
Korozní průzkum**

Zaměření úkolu: korozní průzkum

Použité metody: měření bludných proudů, vertikální elektrické sondování

Objednatel: **GeoTec-GS, a.s.**
Chmelová 6, 106 00 Praha 10
IČ / DIČ: 25103431 / CZ25103431

Číslo objednávky: OB17/121/2017-032

Zhotovitel: **GEONIKA, s.r.o.**
V Cibulkách 5, 150 00 Praha 5
IČ / DIČ: 48111767 / CZ48111767

Číslo zak. zhotovitele: 17-045

Autoři zprávy: RNDr. Pavel Nikl
RNDr. Richard Gürtler

Odpovědný řešitel zhotovitele: **RNDr. Pavel Nikl**

Odborná způsobilost zhotovitele: GEONIKA - RNDr. Pavel Nikl
MŽP ČR poř. č. 1729/2003
MD ČR č. 430/2018



Datum: 4/2017

Počet výtisků zprávy: 0 – 4

Rozdělovník: 0 - archiv GEONIKA, s.r.o.
1 – 4 + E - GeoTec-GS, a.s.

Společnost GEONIKA, s.r.o. je držitelem Certifikátů CQS a IQNet® č. 2069/2014 a ITC č. 14 0114 SJ
o shodě systémů jakosti **ČSN EN ISO 9001:2009** pro požadované geologické práce

OBSAH

A. KOROZNÍ PRŮZKUM

1. ÚVOD
2. METODIKA MĚŘENÍ A VYHODNOCOVÁNÍ
 2. 1. Bludné proudy
 2. 2. Měrné odpory hornin
 2. 3. Zpracování naměřených hodnot
3. VÝSLEDKY MĚŘENÍ
4. ZÁVĚR

B. VYHODNOCENÍ KOROZNÍHO PRŮZKUMU

1. ÚVOD
2. VÝCHOZÍ PODKLADY
3. KOROZNÍ AGRESIVITA HORNIN
4. ZDROJE BLUDNÝCH PROUDŮ
5. DOPORUČENÁ OCHRANNÁ OPATŘENÍ

A. KOROZNÍ PRŮZKUM

1. ÚVOD

Na základě objednávky společnosti **GeoTec-GS, a.s.** byl proveden pracovníky společnosti GEONIKA, s.r.o. korozní průzkum v rámci akce „**Rekonstrukce žst. Vsetín**“. Cílem korozního průzkumu bylo zjistit intenzitu stejnosměrných bludných proudů a stanovit měrné odpory hornin v prostoru následujících mostních objektů:

- železniční most přes potok Rokytanka v km 43.563 bod BP1 (Příl. č. 1)
- podchod pod nádražím bod BP2 (Příl. č. 2)
- železniční most přes říčku Senice v km 34.986 bod BP3 (Příl. č. 3)

Na základě získaných údajů byla posouzena korozní agresivita prostředí vůči oceli. Výsledky tohoto korozního průzkumu byly podkladem pro návrh protikorozních opatření, jež jsou uvedena ve druhé části této zprávy.

Výchozím podkladem pro vytyčení a zakreslení měřených bodů byla situace v měřítku 1 : 1 000. Vytyčení měřených bodů provedli pracovníci společnosti GEONIKA, s.r.o.

2. METODIKA MĚŘENÍ A VYHODNOCOVÁNÍ

Terénní měření proběhlo v březnu 2017 za vlhkého počasí s teplotou kolem 14°C. U každého objektu byl vytyčen a změřen 1 registrační bod, tj. celkem 3 body. Na každém registračním bodě byla stanovena hustota bludných proudů a měrné odpory a orientační mocnosti geoelektrických vrstev. Polohy registračních bodů BP1 až BP3 jsou zakresleny v situacích v Příl. 1 - 3.

2. 1. Bludné proudy

Stanovení přítomnosti stejnosměrných bludných proudů bylo provedeno v souladu s normou ČSN 03 8372 a ČSN 03 8365. Referenční a měřicí nepolarizovatelné elektrody typu Cu/CuSO₄ byly před měřením kontrolovány ve smyslu ČSN EN 13509:2004. Měřen byl časově proměnný potenciální rozdíl mezi dvěma body M a N ve dvou vzájemně kolmých směrech po dobu 15 minut v půlminutových intervalech. Napětí bylo snímáno dvěma milivoltmetry SUMMIT 35 se vstupním odporem 10 MΩ.

Polarita vstupních svorek přístroje byla vždy zvolena takto:

- svorka M kladná (označení M⁺)
- svorka N záporná (označení N⁻).

Napětí N₁ bylo snímáno z elektrod M⁺N₁⁻ a napětí N₂ bylo snímáno z elektrod M⁺N₂⁻ umístěných kolmo po směru hodinových ručiček k elektrodám M⁺N₁⁻. Dipóly byly orientovány dle terénních možností v blízkosti jednotlivých stavebních objektů. Délka měřicích dipólů byla vždy M⁺N₁⁻ = M⁺N₂⁻ = 10 m. Schéma zapojení měřicí soustavy je zobrazeno níže. Z naměřeného napětí byla vypočtena intenzita elektrického pole bludných proudů **E**.

Výsledky měření bludných proudů v jednotlivých registračních bodech jsou přehledně uvedeny v tabulkách v kapitole 3. V situacích v Příl. 1 - 3 jsou dále zakresleny vektorové diagramy, které podávají informaci o směrech a velikostech elektrického pole bludných proudů.

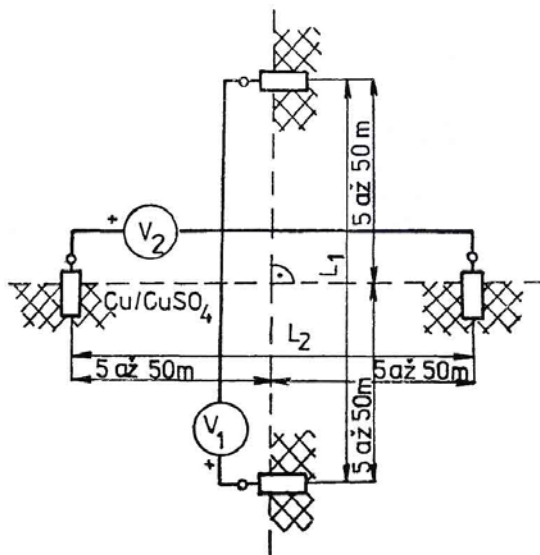


Schéma zapojení měřicí soustavy

2. 2. Měrné odpory hornin

V prostoru měření bludných proudů byly určeny měrné odpory a orientační mocnosti jednotlivých geoelektrických vrstev. K tomu bylo použito vertikální elektrické sondování (VES) se Schlumbergerovým uspořádáním elektrod AMNB s délkou potenčního dipólu MN = 1 m. Pro registraci napětí byl použit přístroj MIMI-II se vstupním odporem 100 MΩ a

jako zdroj proudu byla použita aparatura GEVY 100. Maximální rozestup proudových elektrod byl 20 m, což zajišťuje hloubkový dosah do 10 m. Měření vertikálního elektrického sondování bylo prováděno vždy v těsné blízkosti elektrody M⁺.

Interpretací křivek VES byly zjištěny změny měrného odporu hornin ve vertikálním směru v bodě odpovídajícím středu uspořádání AMNB. Interpretace změřených křivek zdánlivých měrných odporů byla provedena na počítači řešením inverzní úlohy. K výpočtu modelových křivek bylo použito programu, jenž řeší přímou úlohu VES pomocí třináctibodového filtru s hustotou vzorkování 8.872 bodů na dekádu a který iteračním postupem dle Marquardtova algoritmu hledá optimální model.

Výsledky interpretace křivek VES jsou souhrnně uvedeny v tabulkách v kapitole 3. V jednotlivých bodech byly zastiženy a interpretovány tři geoelektrické vrstvy.

2. 3. Zpracování naměřených hodnot

V každém registračním bodě byla z hodnot měrných odporů a intenzit elektrického pole bludných proudů vypočtena v jednotlivých geoelektrických vrstvách hustota bludných proudů **J** podle vztahu

$$J = E/\rho,$$

kde **E** je intenzita bludných proudů a **ρ** je měrný odpor vrstvy.

Na základě výsledků měření byla v soulase s normou ČSN 03 8372 posouzena agresivita prostředí vůči kovovým konstrukcím z hlediska měrných odporů horninového prostředí a hustoty bludných proudů. Výsledky jsou uvedeny v tabulkách v kapitole 3, celková klasifikace prostředí v měřených bodech je potom přehledně shrnuta v kapitole 4.

3. VÝSLEDKY MĚŘENÍ

V následujících tabulkách jsou shrnuty výsledky měření.

Železniční most přes potok Rokytenka v km 43.563

REGISTRAČNÍ BOD BP1						
Elektrické pole BP		Měrný odpor a hloubka vrstvy		Hustota BP	Klasifikace prostředí z hlediska	
Intenzita E[mV/m]	Azimut (stupně)	ρ [Ωm]	h [m]	J [mA/m²]	měrných odporů	bludných proudů
E-+= 3.91	98	100	0.7	3.91E-02	I	III
		41	4.8	9.54E-02	III	III
		400	> 4.8	9.78E-03	I	III
E--= 22.63	264	100	0.7	2.26E-01	I	IV
		41	4.8	5.52E-01	III	IV
		400	> 4.8	5.66E-02	I	III

Podchod pod nádražím

REGISTRAČNÍ BOD BP2						
Elektrické pole BP		Měrný odpor a hloubka vrstvy		Hustota BP	Klasifikace prostředí z hlediska	
Intenzita E[mV/m]	Azimut (stupně)	ρ [Ω m]	h [m]	J [mA/m ²]	měrných odporů	bludných proudů
E++= 19.75	20	210	0.6	9.40E-02	I	III
		150	2.3	1.32E-01	I	IV
		74	> 2.3	2.67E-01	II	IV

Železniční most přes říčku Senice v km 34.986

REGISTRAČNÍ BOD BP3						
Elektrické pole BP		Měrný odpor a hloubka vrstvy		Hustota BP	Klasifikace prostředí z hlediska	
Intenzita E[mV/m]	Azimut (stupně)	ρ [Ω m]	h [m]	J [mA/m ²]	měrných odporů	bludných proudů
E+-= 1.8	318	280	0.2	6.43E-03	I	III
		140	6.9	1.29E-02	I	III
		32	> 6.9	5.63E-02	III	III

4. ZÁVĚR

V této kapitole jsou s ohledem na normu ČSN 03 8372 souhrnně diskutovány výsledky základního korozního průzkumu.

Na základě zjištěných výsledků geofyzikálního průzkumu a měření bludných proudů s ohledem na normu ČSN 03 8372 prostředí je z hlediska agresivity vůči kovovým konstrukcím klasifikováno v místech mostů následujícím způsobem:

Železniční most přes potok Rokytenka v km 43.563 – bod BP1

- podle měrných odporů hornin: stupeň I - III,
- podle hustoty bludných proudů: stupeň III - IV.

Podchod pod nádražím – bod BP2

- podle měrných odporů hornin: stupeň I - II,
- podle hustoty bludných proudů: stupeň III - IV.

Železniční most přes říčku Senice v km 34.986 – bod BP3

- podle měrných odporů hornin: stupeň I - III,
- podle hustoty bludných proudů: stupeň III.

B. VYHODNOCENÍ KOROZNÍHO PRŮZKUMU

1. ÚVOD

Potřeba řešit protikorozi ochranu stavby před vlivem prostředí a bludnými proudy je v současné době stanovena předpisy a příslušnými normami, a to zejména:

- Technické kvalitativní podmínky staveb státních drah, kap. 25 Protikorozi ochrana úložných zařízení a konstrukcí, část A Ochrana proti elektrochemické korozi a korozi bludnými proudy (2018)
- SŽDC (ČD) SR 5/7 (S) – Služební rukověť Ochrana železničních mostních objektů proti účinkům bludných proudů (1997; ČD DDC č.j. 55 625/97-S27)
- Dokumentace elektrických a geofyzikálních měření betonových mostních objektů a ostatních betonových konstrukcí pozemních komunikací, Metodický pokyn (2008; MD-OI č.j.1093/08-910-IPK/1)
- Technické kvalitativní podmínky pro dokumentaci staveb pozemních komunikací
- ČSN 03 8350 - Požadavky na protikorozi ochranu úložných zařízení
- ČSN 03 8370 - Snížení korozního účinku bludných proudů na úložná zařízení
- ČSN 03 8372 - Zásady ochrany proti korozi nelineových zařízení uložených v zemi nebo ve vodě
- ČSN 03 8374 - Zásady protikorozi ochrany podzemních kovových zařízení
- ČSN 73 6201 - Projektování mostních objektů.

2. VÝCHOZÍ PODKLADY

- základní korozi průzkum
- situace 1 : 1 000

3. KOROZNÍ AGRESIVITA HORNIN

Z hlediska měrného odporu zemin a proudové hustoty bludných proudů je korozi agresivita horninového prostředí uvedena ve zprávě základního korozi průzkumu.

Korozi agresivita z hlediska měrných odporů je dle ČSN 03 8372 ve stupni č. I – III a z hlediska hustoty proudu v cizím proudovém poli ve stupni č. III – IV.

4. ZDROJE BLUDNÝCH PROUDŮ

Zdrojem bludných proudů je zejména samotná železniční trať Hranice na Moravě – Horní Lideč, která je elektrifikována stejnosměrnou trakční soustavou 3 kV. Zdrojem bludných proudů mohou být také katodicky chráněné produktovody v blízkosti mostů a plánovaného podchodu. V bezprostřední blízkosti mostu přes potok Rokytěnka vede plynovod.

5. DOPORUČENÁ OCHRANNÁ OPATŘENÍ

Doporučený stupeň ochranných opatření dle ČD SR 5/7 (S) a TKP, kap. 25A pro **železniční most přes potok Rokytanka v km 43.563** je uveden v následující tabulce:

Sací koeficient	Doporučený st. ochr. opatření dle ČD SR 5/7 (S)
1	4

Doporučený stupeň ochranných opatření dle ČD SR 5/7 (S) a TKP, kap. 25A pro **podchod pod železnici** je uveden v následující tabulce:

Sací koeficient	Doporučený st. ochr. opatření dle ČD SR 5/7 (S)
4	4

Doporučený stupeň ochranných opatření dle ČD SR 5/7 (S) a TKP, kap. 25A pro **železniční most přes říčku Senice v km 34.986** je uveden v následující tabulce:

Sací koeficient	Doporučený st. ochr. opatření dle ČD SR 5/7 (S)
1	4

Pozn.: Podle kap. 2.3.2 Služební rukověti ČD SR 5/7 (S) se u elektrizovaných tratí doporučuje provádět ochranná opatření železobetonových mostních konstrukcí vždy alespoň ve stupni č.4 základních ochranných opatření podle tabulky 1 ČD SR 5/7 (S), proto i železniční most přes říčku Senice v km 34.986 byl zařazen do stupně ochranných opatření č.4.

Podrobně jsou ochranná opatření pro omezení bludných proudů na železobetonové konstrukce zpracována ve výše citované ČD SR 5/7 (S). Podle této publikace se pro daný stupeň ochranných opatření navrhuje primární ochrana a sekundární ochrana. Dále se navrhuje konstrukční opatření, která omezují vliv bludných proudů. Pro korozní agresivitu stupně IV se **navrhuje** požadavek na provaření výztuže a vyvedení kontaktů z výztuže nad povrch terénu pro účely kontrolních měření a dodatečných opatření.

Podrobněji jsou jednotlivé zásady specifikovány níže.

Primární ochrana

Primární ochrana je základní ochranou výztuže v betonu.

Primární ochranou je zvýšení předepsaného krytí výztuže – minimální tloušťky betonu krycí vrstvy pro danou značku betonu a třídu prostředí jsou uvedeny v ČSN EN 1992-1-1, ČSN EN 206+A1(2018) a ČD SR 5/7 (S).

Krytí výztuže z vnější strany železobetonových konstrukcí v přímém styku se zeminou má být minimálně 50 mm – při použití vodotěsných izolací lze snížit krytí výztuže na 40 mm.

Je nutno maximálně omezit možnost vzniku trhlin v betonu.

U železobetonových konstrukcí musí být obsah Cl^- menší než 0.4% hmotnosti cementu a 0.2% u předpjatého betonu. Přísady pro snazší dosažení zpracovatelnosti nesmí obsahovat více než 0.1% Cl^- . Obsah Cl^- v záměsové vodě nesmí být větší než 500 mg Cl^-/l a 250 mg Cl^-/l u předpjatých konstrukcí.

Použití elektricky vodivých (kovových) distančních podložek pro krytí výztuže je nepřipustné. Je nutno použít betonové distančníky podle TKP PK kap. 18, příl. P10.

Sekundární ochrana

Pro ochranu před účinky bludných proudů se využívá ochrana betonové konstrukce před agresivními vlivy zemin, před zemní vlhkostí, před agresivními vlivy kapalných, plyných i tuhých látek a před klimatickými vlivy.

Způsob sekundární ochrany spočívá v navržení vhodného systému ochrany povrchu betonové konstrukce. Používá se impregnace betonu, nátěry, nástřiky, folie, izolační pásy, apod. Materiály pro vodotěsné izolace musí vykazovat měrný elektrický odpor alespoň $1 \cdot 10^{12} \Omega \text{m}$.

Konstrukční opatření

Hlavní zásadou těchto návrhů je z korozního hlediska minimalizovat tvorbu makro a mikročlánků na úrovni výztuž – beton – výztuž vhodným propojováním výztuže a dále elektroizolačním oddělováním jednotlivých částí stavby snižovat průchod bludných proudů.

Pro stupeň ochranných opatření č. IV se u spodní stavby požaduje provaření výztuže a její vyvedení na měřicí destičku (MD).

Zemnicí soustava je navržena jako základový zemnič v podkladním betonu, který bude sloužit k ochraně proti předpětí a blesku a pro uzemnění novostavby. Zemnicí soustava bude navržena tak, aby v jednom místě do plánované novostavby vstoupila a byla zakončena na rozpojitelné svorce.

Vrstva polymerní malty pod ložisky se doporučuje v minimální tloušťce 15 mm. Měrný odpor polymerní malty má být minimálně $1 \cdot 10^6 \Omega \text{m}$ (hodnota doporučená je $1 \cdot 10^{12} \Omega \text{m}$).

Mostní závěry budou v elektroizolační úpravě a na koncích budou opatřeny šrouby pro měření.

Zábradlí na NK bude jednostranně ukolejněno přes opakovatelnou průrazku 500 V.

Odvodnění mostu nesmí vodivě propojit NK se spodní stavbou.

Stanovují se požadavky na volbu materiálu vodovodních, plynových a kanalizačních zařízení tak, aby bylo eliminováno korozní namáhání nové stavby. Průchodky do spodní stavby pro jednotlivé inženýrské sítě musí být v elektroizolačním provedení.

V průběhu stavby a po jejím dokončení doporučujeme provést měření dle **Přílohy 1 k ČD SR 5/7(S) - Dokumentace elektrických a geofyzikálních měření železničních mostních objektů**.

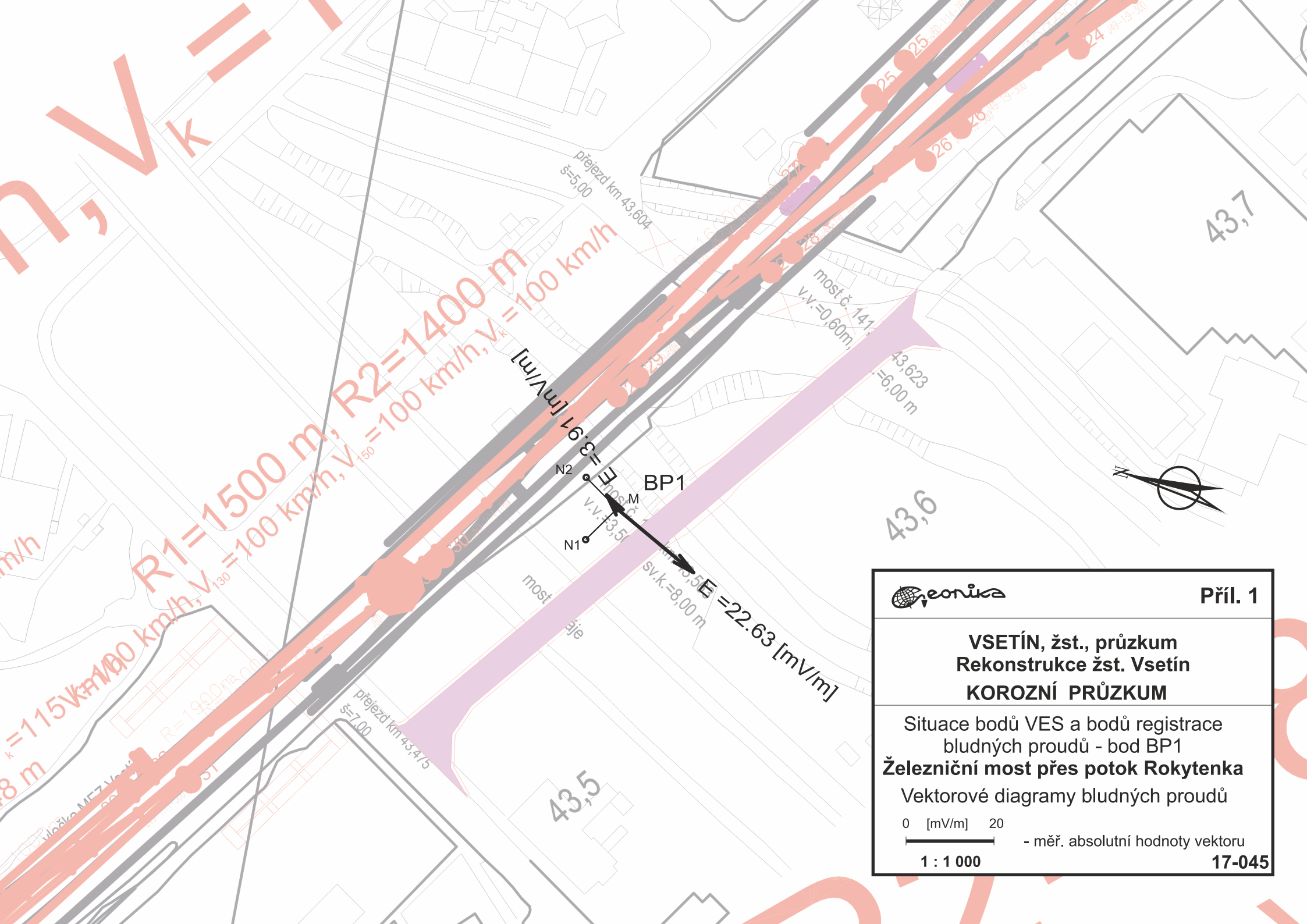
Soupis měření v průběhu stavby

1. Kontrola provaření výztuže spodní stavby.
2. Měření elektrického izolačního odporu vrstvy plastbetonu pod ložisky před osazením nosné konstrukce.
3. Měření zemního odporu podpěr a nosné konstrukce metodou vzdálené země.
4. Měření potenciálu výztuž podpěry – půda dle ČSN 03 8366.

Soupis měření na stavebně dokončeném mostě

1. Měření potenciálu výztuž podpěry – půda (směsný potenciál).
2. Měření pro stanovení elektrického pole v zemi dle ČSN 03 8365.
3. Měření potenciálového spádu a elektrického odporu mezi sousedními podpěrami.
4. Měření zemního odporu podpěr a nosné konstrukce metodou vzdálené země.
5. Měření izolačního odporu a napětí spodní stavba – nosná konstrukce.
6. Měření elektrického izolačního odporu mostních závěrů a zábradlí.

Rozsah měření v průběhu stavby a po dokončení stavby stanovuje projektová dokumentace. Kontrolní měření zajišťuje zhotovitel stavby u specializovaného pracoviště. Plán měření sestavuje specializované pracoviště dle skutečného stavu na stavbě.





Příl. 1

VSETÍN, žst., průzkum
Rekonstrukce žst. Vsetín
KOROZNÍ PRŮZKUM

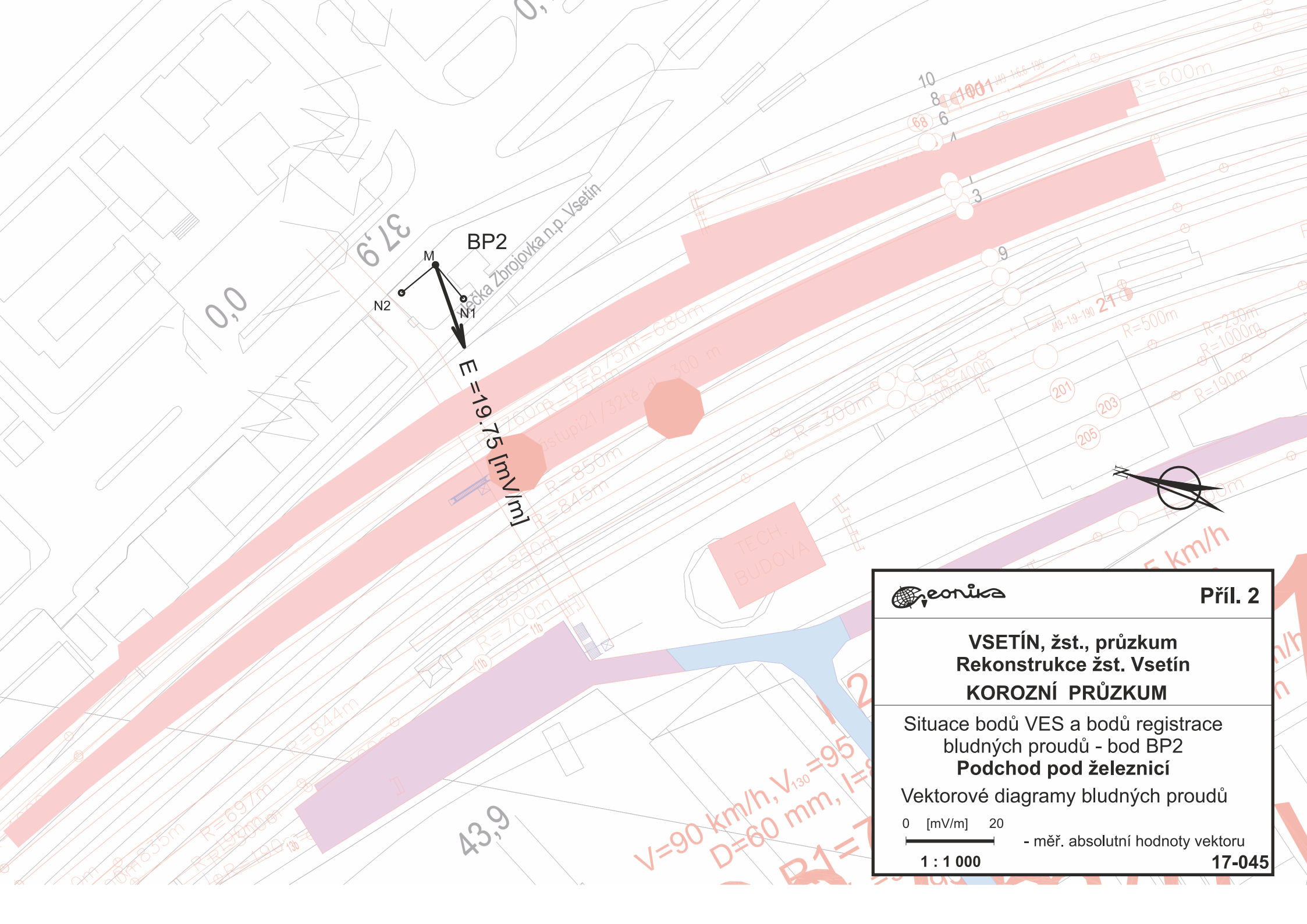
Situace bodů VES a bodů registrace
bludných proudů - bod BP1
Železniční most přes potok Rokytanka
Vektorové diagramy bludných proudů

0 [mV/m] 20

1 : 1 000

- měř. absolutní hodnoty vektoru

17-045



Příl. 2

**VSETÍN, žst., průzkum
Rekonstrukce žst. Vsetín
KOROZNÍ PRŮZKUM**

Situace bodů VES a bodů registrace
bludných proudů - bod BP2
Podchod pod železnici

Vektorové diagramy bludných proudů

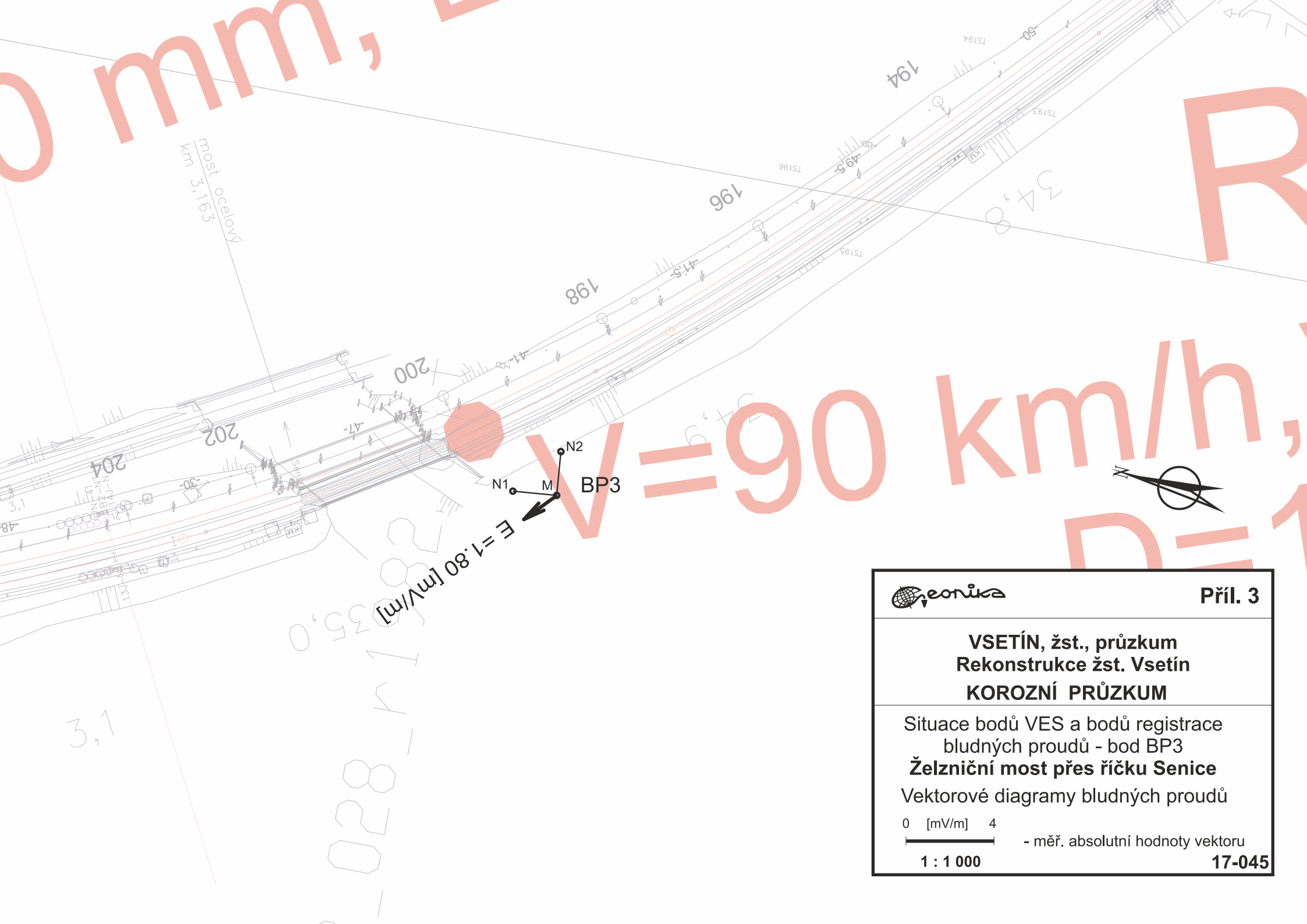
0 [mV/m] 20



- měř. absolutní hodnoty vektoru

1 : 1 000

17-045



Příl. 3

**VSETÍN, žst., průzkum
Rekonstrukce žst. Vsetín
KOROZNÍ PRŮZKUM**

Situace bodů VES a bodů registrace
bludných proudů - bod BP3

Želzniční most přes říčku Senice

Vektorové diagramy bludných proudů

0 [mV/m] 4



- měř. absolutní hodnoty vektoru

1 : 1 000

17-045