PDPS

SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM: S-JTSK

VÝŠKOVÝ SYSTÉM: BpV

KRESLIL:	KOLEKTIV	
ZPRACOVAL:	ING. FRANTIŠEK ČERNÍK	
TECHNICKÁ KONTROLA:	ING. JAN BURSA	
ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT:	ING. JAN BURSA	
HLAVNÍ PROJEKTANT:	ING. JAN BURSA	
KRAJ: VYSOČINA	OKRES: PELHŘIMOV	OBEC: ŽELIV

MDS PROJEKT
FÖRSTEROVA Č.P. 175, 566 01 VYSOKÉ MÝTO
EMAIL.: MDS@MDSPROJEKT.CZ

INVESTOR: KRAJ VYSOČINA, ŽIŽKOVA 57, 587 33 JIHLAVA

AKCE:

II/129 ŽELIV – MOST EV. Č. 129-007 A 129-008

OBJEKT: **D.** **DOKLADOVÁ ČÁST**

STUPEŇ:	PDPS
ZAK.ČÍSLO:	0709-12-3
ARCHIVNÍ ČÍSLO:	0709
DATUM:	7-8/2014
FORMÁT:	A4
MĚŘÍTKO:	–
ČÍSLO SOUPRAVY:	
ČÍSLO PŘÍLOHY:	D.8.

OBSAH:

ZÁKLADNÍ KOROZNÍ PRŮZKUM

ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA

Číslo zakázky: 13090006000
Číslo dokumentu: 1
Číslo výtisku: 1

Želiv - most ev.č. 129-008

Základní korozní průzkum

leden 2013

ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA

Číslo zakázky: 13090006000
Číslo dokumentu: 1

Zakázka: **Želiv - most ev.č. 129-008**

Dokument: **Základní korozní průzkum**

Objednatel: **Dan Balun**

Zhotovitel: **INSET s.r.o., Divize Brno, Vinohrady 40, 639 00 Brno**
Tel.: +420 541 217 454, e-mail: brno@inset.com

Odpovědný řešitel: Mgr. Oskar Tkadleček

Ředitel divize: Ing. Zdeněk Michalec

INSET s.r.o. IČ 41187628
LUCEMBURSKÁ 1170/7, 130 00 PRAHA 3
TEL.: 266 311 414
GSM: 601 365 651 - 2
-9-

Dokument vypracoval: Ing. David Laifr

Měření provedl: Ing. David Laifr

Výstupní kontrola: Jana Záleská

INSET s.r.o.
SPECIALISTA KONTROLY

Rozdělovník: 1 – 4 Dan Balun
0 spisovna INSET s.r.o.

OBSAH:

1. Úvod 5
1. Metodika měření 5
2.1 Měření zemních odporů 5
2.2 Bludné proudy 6
3. Výsledky korozního průzkumu 6
3.1 Měrné odpory 6
3.2 Výpočtová proudová hustota v zemním prostředí 7
3.3 Přepočtená hustota bludných proudů (sací koeficient) 8
4. Závěr 8
5. Upozornění k návrhu základních ochranných opatření pro omezení vlivu bludných proudů na stavbu (podle TP124) 9

PŘÍLOHY:

1 Situace korozního průzkumu
2 Protokol korozních měření
3 Grafické výstupy korozních měření

1. Úvod

Součástí inženýrskogeologického průzkumu pro rekonstrukci mostu ev. č. 129-008 Želiv je také korozní průzkum.

Účelem měření bylo stanovit stupeň korozní agresivity prostředí z hlediska geoelektrických veličin. Průzkum byl zaměřen na zjištění velikosti a směru bludných proudů. Měření byla provedena podle ČSN 03 8363 - Měření zemního odporu; ČSN 03 8365 - Stanovení přítomnosti bludných proudů v zemi.

Provedená měření byla vyhodnocena podle normy ČSN 03 8372 - Zásady ochrany proti korozi neliniových zařízení uložených v zemi nebo ve vodě a TP124 – Základní ochranná opatření pro omezení vlivu bludných proudů na mostní objekty a ostatní betonové konstrukce pozemních komunikací.

Přibližně ve vzdálenosti 200 m ve směru SV se nachází nadzemní vedení VN. Ve vzdálenosti do 5 km se nenachází žádný významný zdroj bludných proudů, např. železniční trať elektrifikovaná stejnosměrnou proudovou soustavou.

1. Metodika měření

Měření se uskutečnilo 8. ledna 2013. Teplota vzduchu byla 2 °C. Zemní prostředí bylo velmi vlhké, nezamrzlé.

2.1 Měření zemních odporů

Pro měření zdánlivého měrného odporu zemního prostředí k vyhodnocení bludných proudů v místech měření byla použita čtyřelektrodová metoda podle Wennera s použitím měřícího přístroje C.A. 6470. Měření bylo provedeno na obou měřených bodech, jejichž pozice je patrná z přílohy 1 – Situace korozního průzkumu. Bod označený BP1 byl umístěn v jihozápadní části zájmového území na levém břehu Želivky; pozice bodu BP2 byla severovýchodní pravém břehu řeky.

Označení bodu	Souřadnice Y	Souřadnice X
BP1	695135.39	1111715.65
BP2	695069.38	1111661.26

Tab. 1: Souřadnice přibližných středů obou měřených bodů.

Použitá geoelektrická metoda umožňuje z poměru měřeného napětí a do země vnucovaného proudu pomocí modifikovaného Ohmova zákona stanovit zdánlivé měrné odpory ρ_z (Ωm), které jsou základním interpretačním parametrem odporových metod. Použitá geometrie měření zdánlivých zemních odporů A3M3N3B ukazuje měrný odpor zemního prostředí vrstvy 0 – 3 m a 0 – 5 m pod povrchem.

2.2 Bludné proudy

Měření bludných proudů bylo realizováno podle požadavků ČSN 03 8365. K měření byla použita převodníková deska AT-MIO-64E - firmy National Instruments, umístěná v přenosném počítači vlastní konstrukce. Použili jsme diferenciální zapojení s vnitřním odporem 2MΩ.

Na měřicích bodech byly umístěny čtveřice nepolarizovatelných elektrod $Cu/CuSO_4$, tvořící dva na sebe přibližně kolmé dipóly. .Potenciálové rozdíly byly registrovány frekvencí 1,27 Hz. Před a po měření byla zjišťována polarizace elektrod. Naměřené hodnoty byly při zpracování o tuto polarizaci opraveny.

Zpracování dat při měření bludných proudů bylo provedeno na PC s použitím programu WinKORO". Naměřené hodnoty potenciálových rozdílů byly opraveny o interpolovanou hodnotu polarizace elektrod a přepočteny na složky intenzity elektrického pole E_1 a E_2. Z průměrných hodnot těchto složek byla vypočtena velikost vektoru el. pole E a jeho azimut. Pro určení vektoru proudové hustoty J byla změřena hodnota měrného odporu zemního prostředí v bodech měření BP. Na základě proudové hustoty byl stanoven stupeň korozní agresivity prostředí na ocel podle ČSN 03 8372.

Výsledné hodnoty jsou uvedeny v příloze - protokolu korozních měření a přiložených grafech: souhrnný graf zobrazuje časový průběh velikosti a azimutů vektoru intenzity el. pole E; grafy bodu zobrazují složky S-J a V-Z, velikosti a azimuty vektoru E. Na následující stránce jsou polární grafy naměřených vektorů E, jejich relativní velikosti a relativní četnosti v úhlových intervalech 5°.

Uvedený postup, t.j. výpočet velikosti vektorů ze středních hodnot jejich složek, je předepsán v ČSN 03 8365. Jedná se o výpočet vektorového součtu dílčích měření, děleného počtem měření. Tento postup má tu výhodu, že kompenzuje případnou střídavou složku bludných proudů, která má na vznik korozních jevů jen malý vliv.

3. Výsledky korozního průzkumu

3.1 Měrné odpory

V následující tabulce jsou zaznamenány zdánlivé měrné odpory zjištěné Wernerovou metodou. Byly použity rozestupy elektrod 3 a 5 m. Pro výpočet hustoty bludných proudů byly použity nižší hodnoty z obou vrstev. V souladu s normou ČSN 03 8363 se průměrná roční hodnota zdánlivého měrného odporu půdy určí vynásobením naměřené hodnoty koeficientem příslušejícím měsíci, v němž se měření konalo. Pro měsíc leden je tento koeficient 0.8. V následující tabulce 2 jsou již přepočtené průměrné roční hodnoty zdánlivého měrného odporu.

měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
koeficient	0.8	0.8	0.9	1.0	1.1	1.3	1.3	1.2	1.1	1.0	0.9	0.9

Tab. 2: Koeficienty pro přepočet naměřené hodnoty měrných odporů na jejich průměrnou roční hodnotu

místo měření	měrný odpor vrstvy 0 – 3 (Ωm)	měrný odpor vrstvy 0 – 5 (Ωm)	třída korozní agresivity
BP1	396	306	I
BP2	115	168	I

Tab. 3: Průměrné roční hodnoty měrného odporu zjištěné Wernerovou metodou

Hodnocení agresivity zemního prostředí z hlediska zdánlivých měrných odporů podle ČSN 03 8372 Zásady ochrany proti korozi neliniových zařízení uložených v zemi nebo ve vodě

stupeň korozní agresivity	zdánlivý měrný odpor (Ωm)
I. stupeň - velmi nízká	> 100
II. stupeň - střední	50 – 100
III. stupeň – zvýšená	23 – 50
IV. stupeň - velmi vysoká	< 23

3.2 Výpočtová proudová hustota v zemním prostředí

Ve zvolených místech BP1 a BP2 byly spočteny následující proudové hustoty. Pro jejich výpočet byla zvolena nižší hodnota měrného odporu z obou použitých rozestupů elektrod.

místo měření	J ($\mu A.m^{-2}$)	azimut	Třída korozní agresivity
BP1	3.4	264	III
BP2	6.3	189	III

Tab. 4: Zjištěné proudové hustoty.

Hodnocení agresivity zemního prostředí z hlediska proudové hustoty podle ČSN 03 8372 Zásady ochrany proti korozi neliniových zařízení uložených v zemi nebo ve vodě

stupeň korozní agresivity	proudová hustota ($\mu A.m^{-2}$)
I. stupeň - velmi nízká	< 0,1
II. stupeň - střední	0,1 – 3
III. stupeň - zvýšená	3 – 100
IV. stupeň - velmi vysoká	> 100

Obě měřená místa vykazují výrazné zastoupení střídavé složky, která není z hlediska ohrožení bludnými proudy tak významná, jako složka stejnosměrná. Bod BP2 dosahuje cca dvojnásobné hodnoty proudové hustoty, a to z důvodu blízkosti technologie ČOV u severního okraje zájmového území.

Na základě zjištěných směrů šíření bludných proudů je jihozápadní část mostu anodickou oblastí – tam bludné proudy vystupují z konstrukce a více ji ohrožují.

3.3 Přepočtená hustota bludných proudů (sací koeficient)

V souladu s TP 124 se musí vynásobit výpočtová proudová hustota sacím koeficientem k_s.

$$J_v = k_s \cdot J$$

Sací koeficient nabývá hodnot od 1 do 10 a vzniká součtem vlastního sacího koeficientu mostu (pro stávající konstrukce nabývá hodnoty 1), koeficientu konstrukce – zde 0 (zohledňuje elektrickou oddělenost konstrukce) a koeficientu prostředí – zde 0 (zohledňuje další rizika – blízkost měnírny, nové kolejové lože ...apod).

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

Podle přepočtené proudové hustoty je stanoven stupeň ochranných opatření. V případě mostu ev. č. 129-008 je koeficient k_s = 1 a tedy výpočtová a přepočtená hustota bludných proudů je shodná.

4. Závěr

Zdánlivé měrné odpory zemin v blízkosti mostu ev. č. 129-008 zjištěné Wennerovou metodou mají hodnoty 115 až 396 Ωm a řadí oblast do I. stupně korozní agresivity (agresivita velmi nízká).

Zjištěná hustota bludných proudů v měřených místech je 3.4 a 6.3 $\mu A.m^{-2}$. To řadí oblast do III. stupně korozní agresivity (agresivita zvýšená).

Zemní prostředí v blízkosti mostu event. č. 129-008 klasifikujeme na základě geoelektrických veličin jako zvýšeně agresivní – III. stupněm korozní agresivity.

V Praze 8. ledna 2013

Ing. David Laifr

5. Upozornění k návrhu základních ochranných opatření pro omezení vlivu bludných proudů na stavbu (podle TP124)

Při ochraně železobetonových konstrukcí umístěných v prostředí s III. stupněm agresivity je nutné splnit základní ochranná opatření č. 3. Omezení účinku bludných proudů na stavbu spočívá zejména v **primární ochraně** – obecně se jedná o zvýšení odolnosti betonu proti působení agresivního prostředí úpravou jeho složení nebo struktury před zhotovením konstrukce nebo stavby. TP 124 odkazuje na platné předpisy: ČSN EN 206-1 a ČSN 73 1209. Základní ustanovení z těchto předpisů je následující:

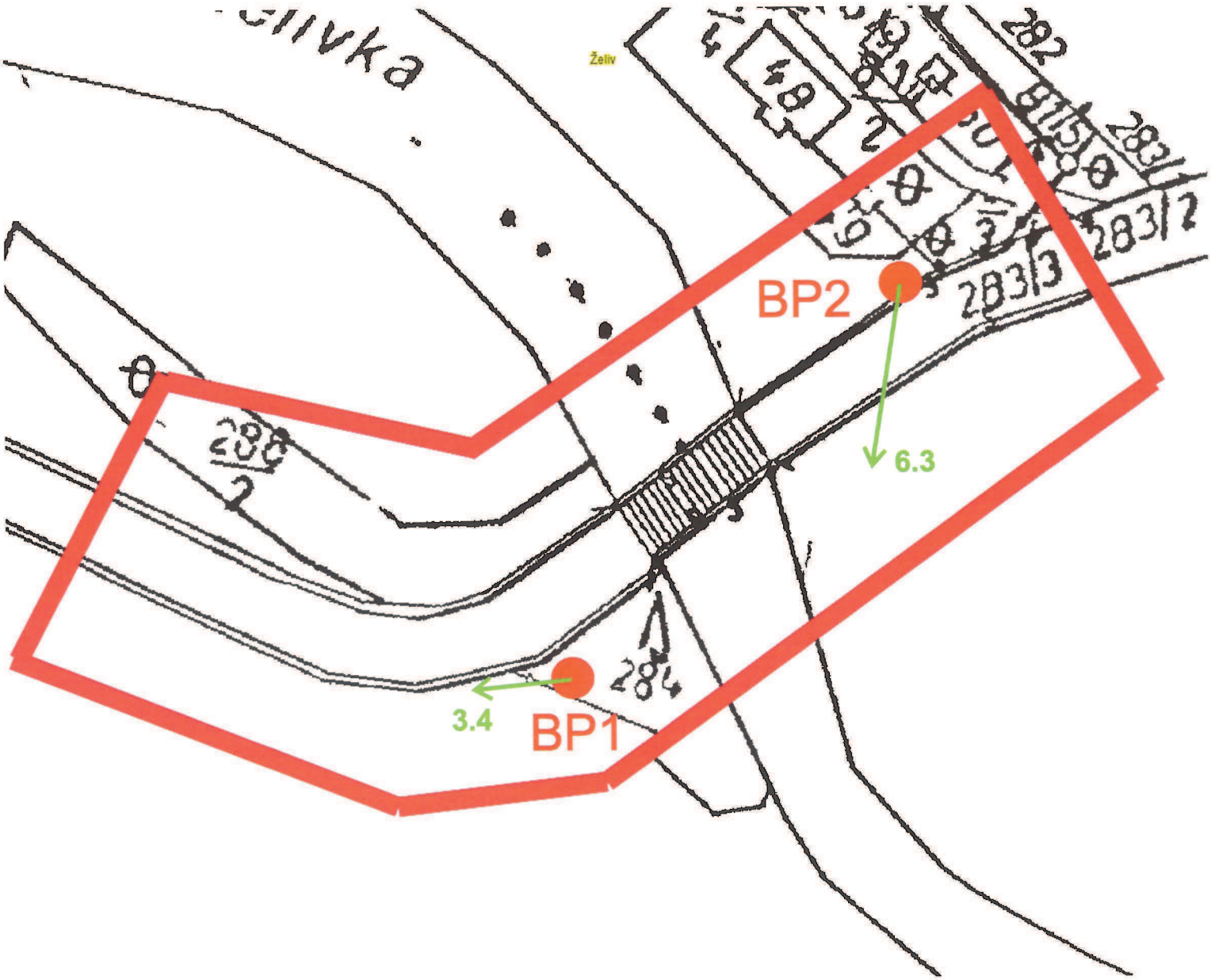
- minimální tloušťky betonu krycí vrstvy jsou uvedeny v ČSN 73 6206
- je nutno vhodným konstrukčním opatřením omezit možnost vzniku trhlin v betonu, např. úpravou výztuže, nižším vodním součinitelem a vhodným podílem frakcí kameniva v betonu
- je zakázáno používat elektricky vodivé distanční vložky pro krytí výztuže (distanční vložky zabrání vzniku potenciálového spádu v důsledku nerovnoměrného krytí výztuže)
- používat portlandské cementy s přihlédnutím k agresivitě prostředí
- betony, které jsou v kontaktu se zemním prostředí se navrhují vodotěsné
- u železobetonových konstrukcí nesmí obsah chloridových iontů v betonu překročit 0,4% Cl^- z hmotnosti cementu
- záměsová voda pro výrobu železobetonu nesmí obsahovat více chloridů než 500 mg $Cl^-.l^{-1}$
- doporučuje se používat moderních přísad a příměsí, které jsou elektricky málo vodivé. Je zakázáno požívat přísady a příměsi obsahující chloridy nebo jiné podobné látky zvyšující vodivost betonu.

V tomto případě je nutné primární ochranu doplnit o **ochranu sekundární**. Ta spočívá v omezení nebo vyloučení působení agresivního prostředí na betonovou konstrukci po jejím zhotovení. Jedná se o ochranu před agresivními vlivy zemin, před zemní vlhkostí i podzemní vodou, před agresivními vlivy kapalných, plynných i tuhých látek, před klimatickými vlivy i před vlivem provozu. K ochraně se používá impregnace betonu, nátěry, nástřiky, fólie, izolační pásy ...atd.

Primární sekundární ochrana by měla být podpořena **konstrukčními opatřeními**. Jejich hlavní zásadou je minimalizování tvorby makro a mikročlánků na úrovni „výztuž – beton – výztuž" vhodným propojováním výztuže. Zejména je důležité zajištění dostatečného krytí výztuže s použitím nevodivých nebo betonových distančních podložek. TP 124 pro III. stupeň ochranných opatření nevyžaduje provařování výztuže a její vyvedení na povrch – instalaci měřicích destiček.

V současné době kovové zábradlí spojuje oba břehy řeky Želivky a zavléká tak bludné proudy do nosné konstrukce, což je v rozporu s ochrannými opatřeními proti jejich nežádoucím účinkům.

Výše uvedený návrh je třeba chápat jako doporučení. Definitivní řešení navrhne projektant s přihlédnutím k ostatním výsledkům průzkumu a navrženému typu konstrukce.



BP1 22 místo měření bludných proudů s uvedeným vektorem a velikostí v $\mu A/m^2$

Č. ZAKÁZKY:	13090006000	ÚČEL:	ZZ	INSET s.r.o. Novákových 6, 180 00 Praha 8 www.inset.com tel. 266 311 414
ZPRACOVAL:	Ing. David Laifr	ODP.ŘEŠITEL:	Mgr. Oskar Tkadleček	
STAVBA ZAKÁZKA:	**Želiv - most ev. č. 129-008**			
OBSAH PŘÍLOHY:	**Situace korozního průzkumu**			DATUM: 1/2013
				MĚŘÍTKO: **1:2 000**
				ČÍSLO PŘÍLOHY: **1**

PROTOKOL KOROZNÍHO MĚŘENÍ

INSET s.r.o.
08.01.2013

Akce: Želiv - most ev.č. 129-008

Aparatura: National Instruments PCI-6225
Měřil: Ing. David Laifr
Oprava na polarizaci elektrod: provedena

Časový krok : 0.787 s
Počet měření: 2362

Stanoviště: BP1

Směr S-J: kanál 1, azimut 345Ω, dipól 14 m, měrný odpor půdy 115Ωm
Směr V-Z: kanál 2, azimut 80Ω, dipól 8 m, měrný odpor půdy 115Ωm

Sektor	S-J	V-Z	%	E[mV/m]	Azim.	I[µA/m2]	koroz.agres. (I)	(Ro)
+ +	0.24	0.10	28.49	0.26	23	2.3	II	I
- +	0.00	0.00	0.00	0.00	--	0.0	I	I
- -	-0.04	-0.39	23.33	0.40	264	3.4	III	I
+ -	0.10	-0.16	48.18	0.19	301	1.6	II	I
Suma	0.11	-0.14	100.00	0.18	307	1.5	II	I
Průměrná abs. hodnota vektoru:				0.27		2.4	II	I

Stanoviště: BP2

Směr S-J: kanál 1, azimut 330Ω, dipól 25 m, měrný odpor půdy 306Ωm
Směr V-Z: kanál 2, azimut 40Ω, dipól 12 m, měrný odpor půdy 306Ωm

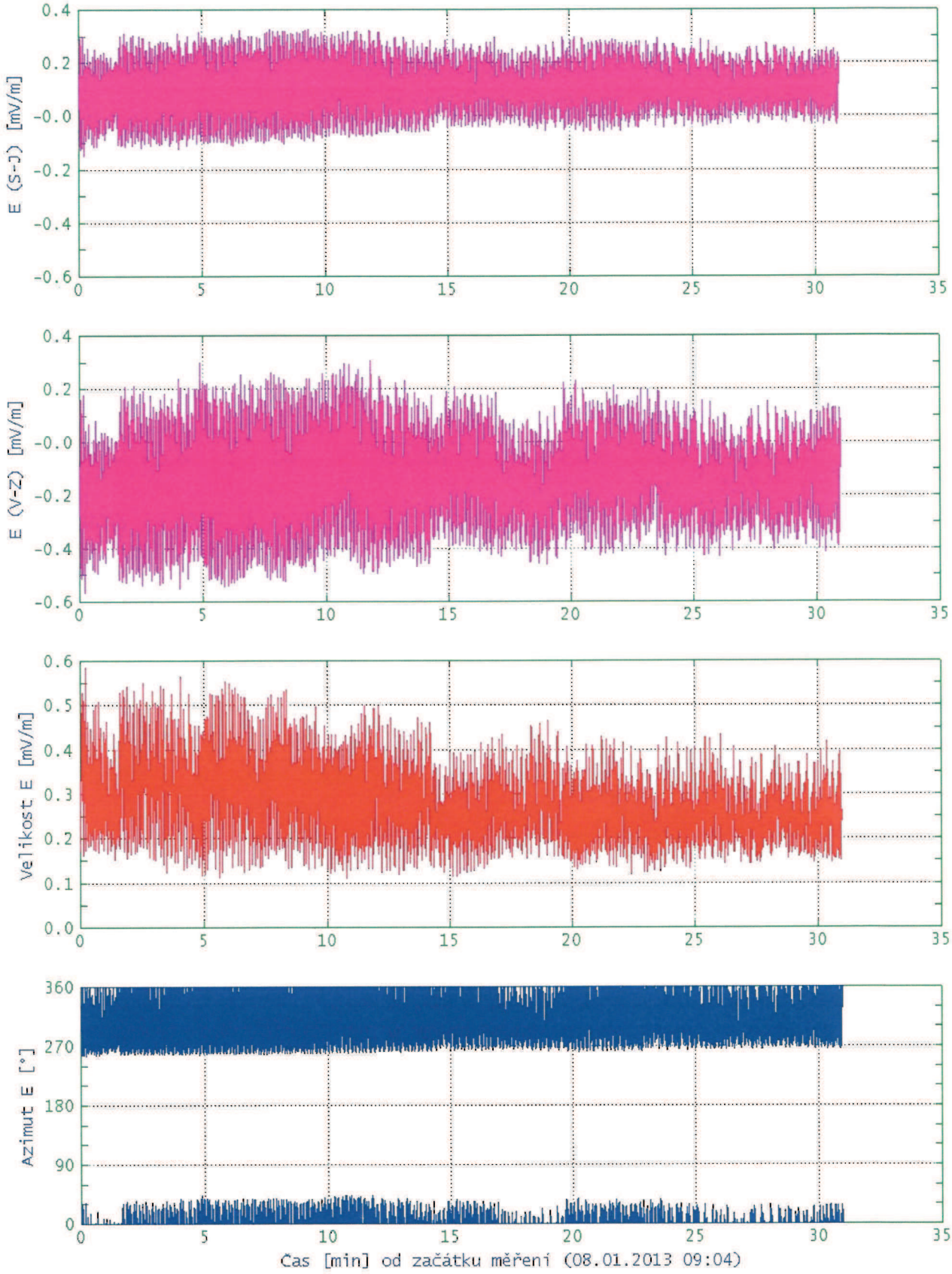
Sektor	S-J	V-Z	%	E[mV/m]	Azim.	I[µA/m2]	koroz.agres. (I)	(Ro)
+ +	0.81	0.33	33.13	0.88	22	2.9	II	I
- +	-0.39	0.08	11.96	0.40	168	1.3	II	I
- -	-1.90	-0.30	54.91	1.92	189	6.3	III	I
+ -	0.00	0.00	0.00	0.00	--	0.0	I	I
Suma	-0.82	-0.05	100.00	0.82	183	2.7	II	I
Průměrná abs. hodnota vektoru:				1.40		4.6	III	I

Č. ZAKÁZKY:	13090006000	ÚČEL:	ZZ	INSET s.r.o. Novákových 6, 180 00 Praha 8 www.inset.com tel. 266 311 414
ZPRACOVAL:	Ing. David Laifr	ODP.ŘEŠITEL:	Mgr. Oskar Tkadleček	
STAVBA ZAKÁZKA:	**Želiv - most ev. č. 129-008**			
OBSAH PŘÍLOHY:	**Grafy korozního měření**			DATUM: 1/2013 MĚŘÍTKO: ČÍSLO PŘÍLOHY: **3**

Korozní měření

Želiv - most ev.č. 129-008

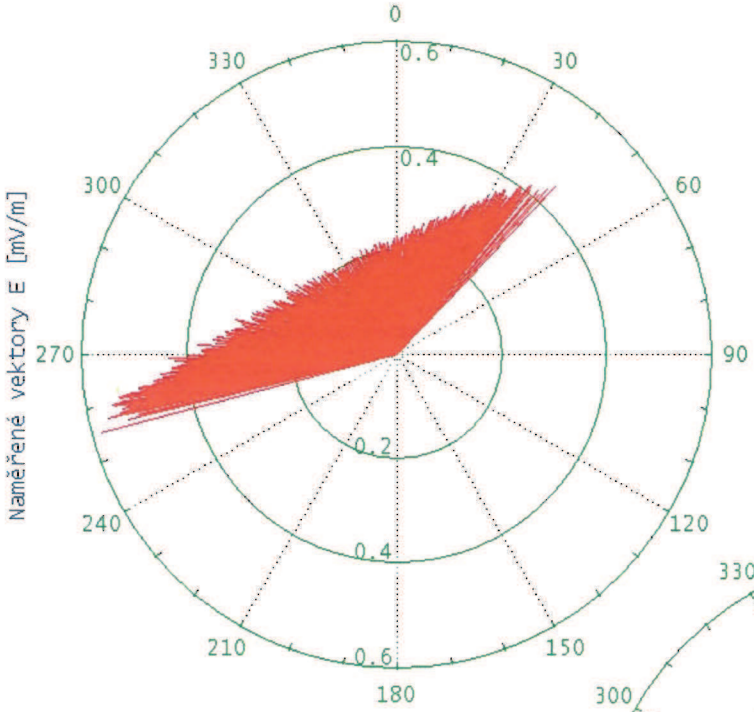
BP1

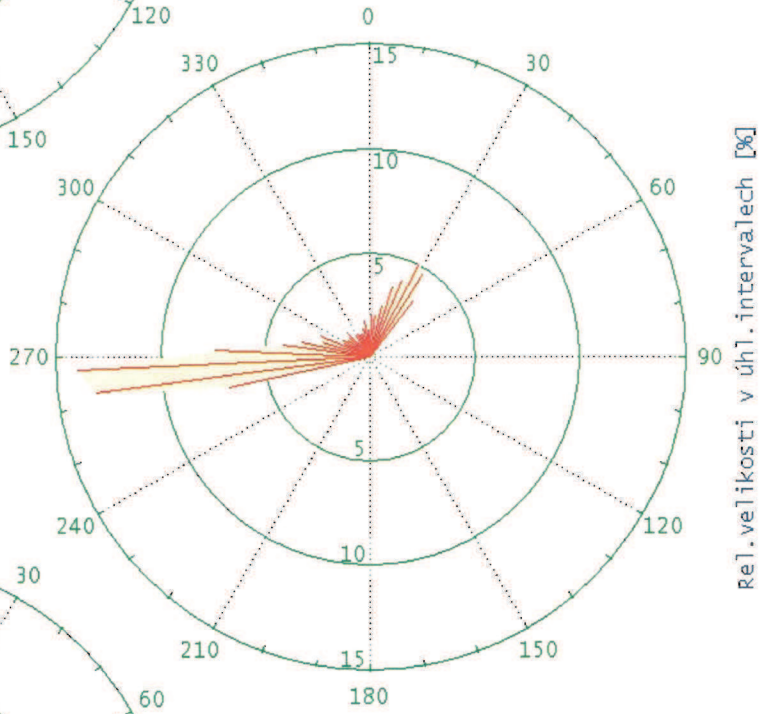


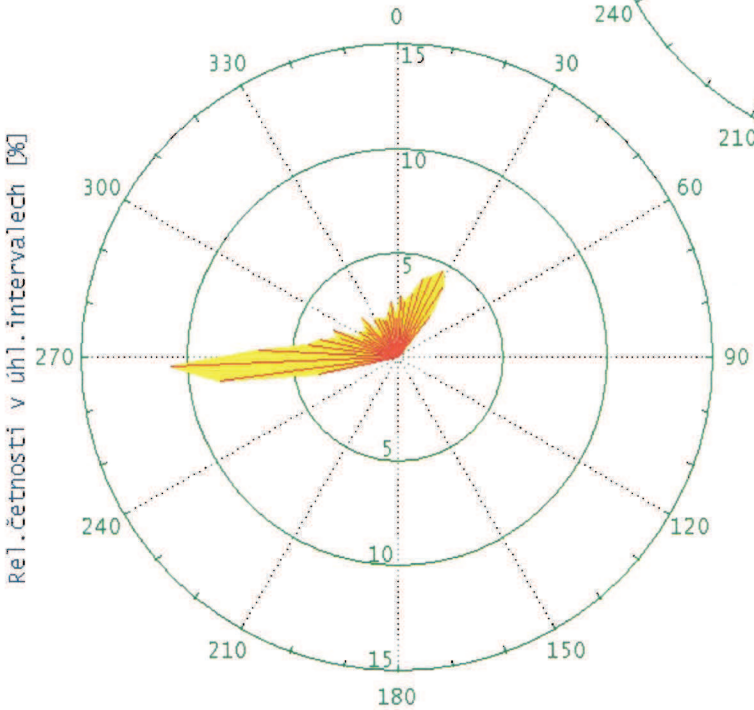
Korozní měření

Želiv - most ev.č. 129-008

BP1





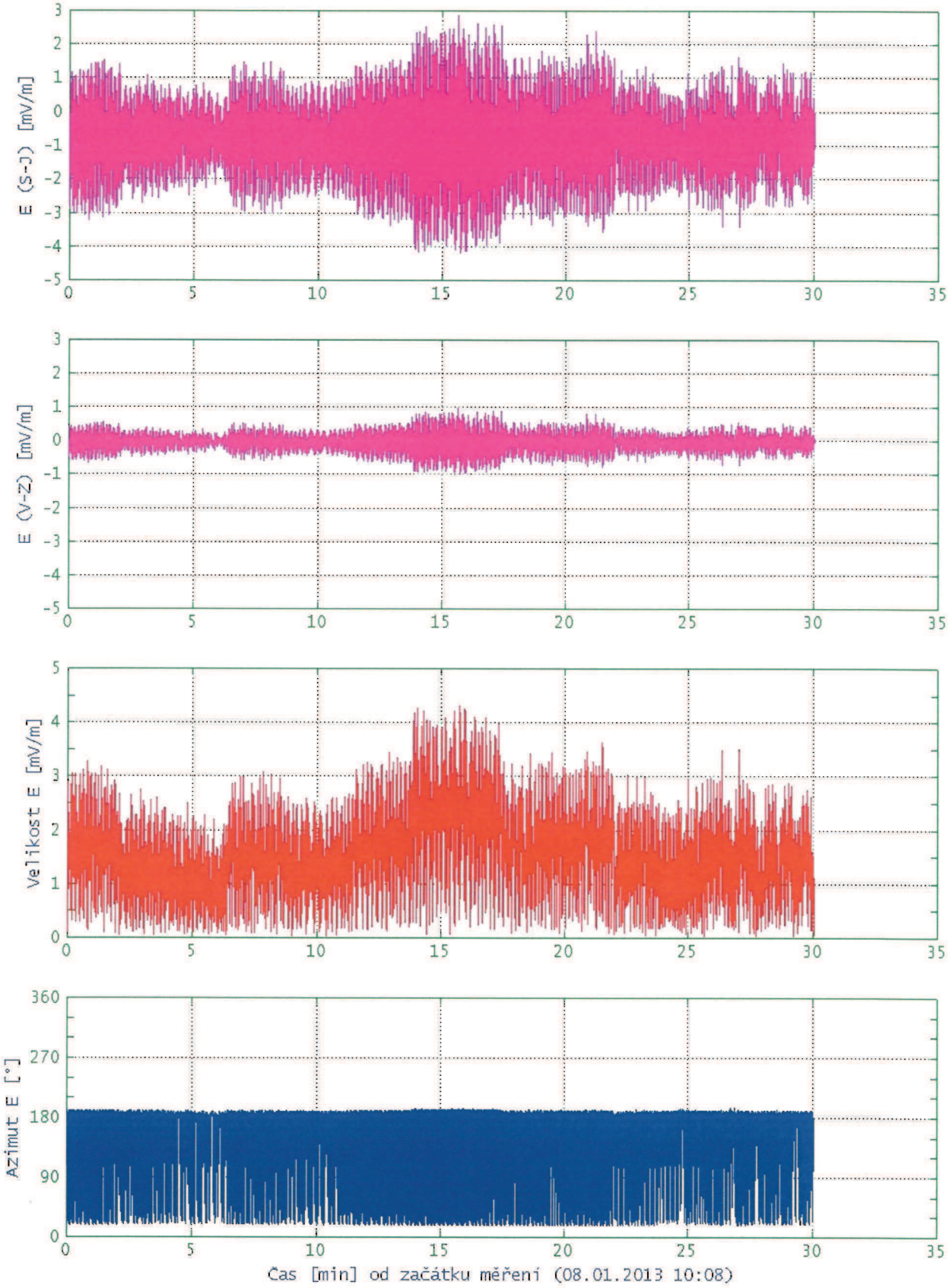


Začátek měření: 08.01.2013 09:04

Korozní měření

Želiv - most ev.č. 129-008

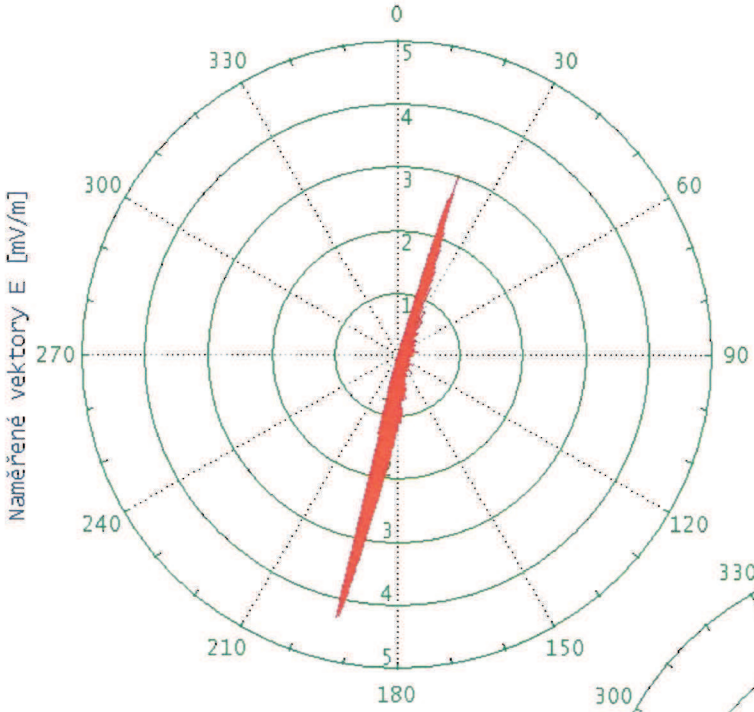
BP2

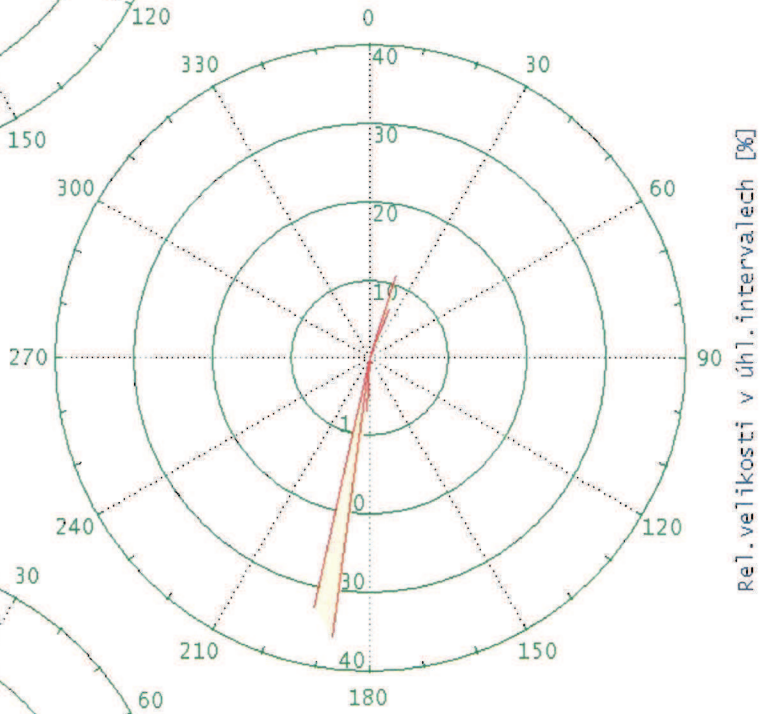


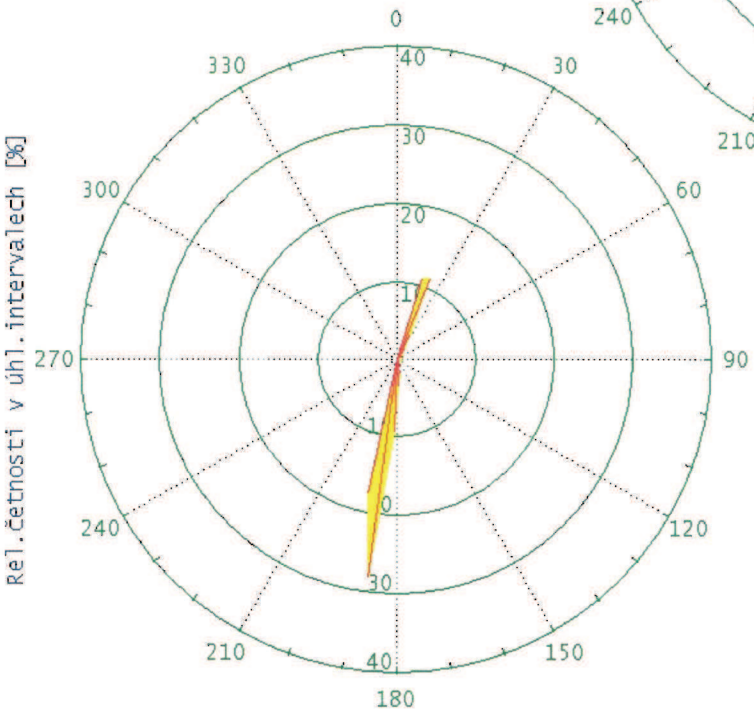
Korozní měření

Želiv - most ev.č. 129-008

BP2







Začátek měření: 08.01.2013 10:08