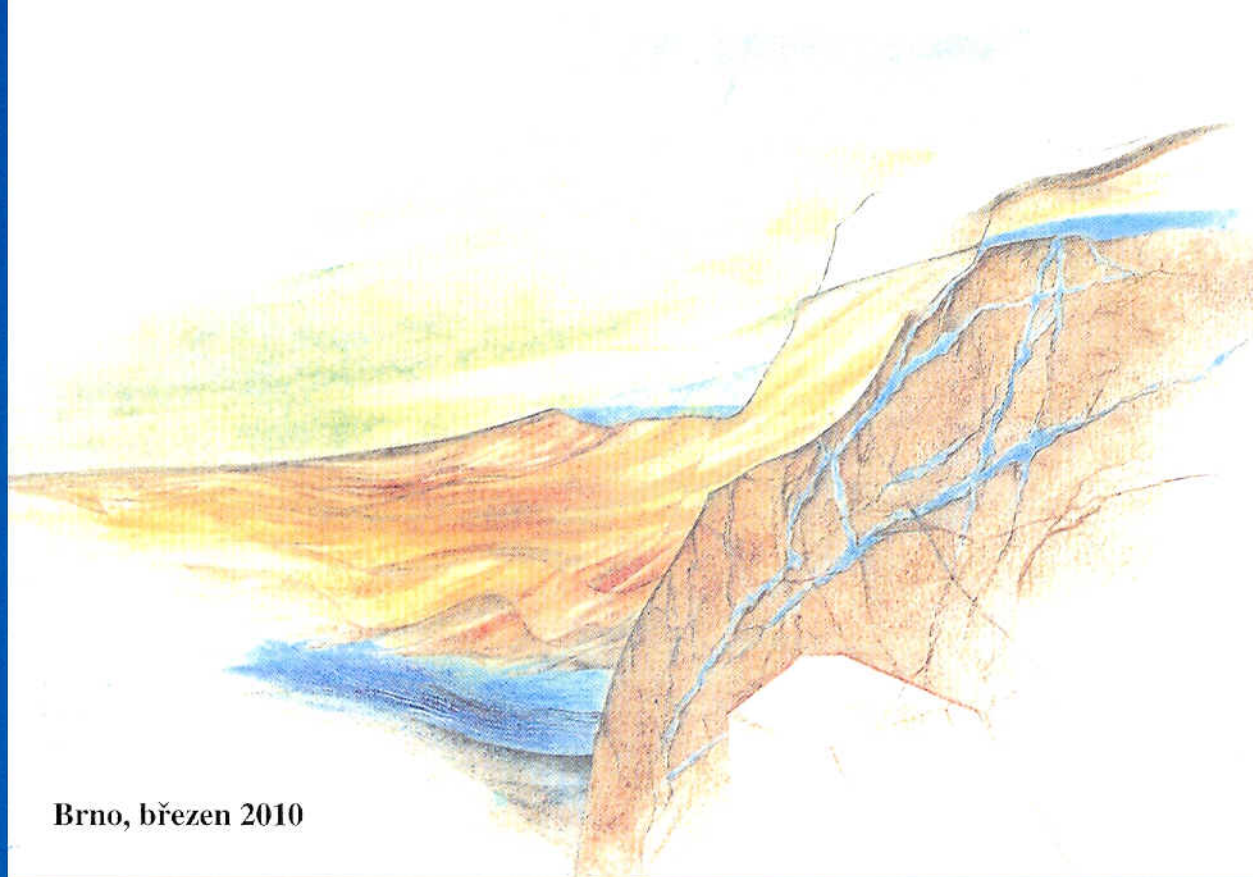


Brno – Botanická, ig
korozní průzkum
Závěrečná zpráva



Brno, březen 2010

GEOtest Brno, a. s.
Šmahova 112, 659 01 Brno
IČO: 46344942 DIČ: CZ46344942
tel.: 548 125 111
fax: 545 217 979
e-mail: trade@geotest.cz

Pracoviště Ostrava
28. října 287
709 00 Ostrava
tel.: 596 622 772
fax: 596 620 617
e-mail: duras@geotest.cz

Geologické a sanační práce pro ochranu životního prostředí, geotechnický a hydrogeologický průzkum

Číslo a název zakázky: 10 7037 Brno – Botanická, IG
Objednatel: Masarykova Univerzita, Ústav výpočetní techniky

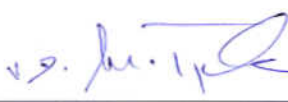
Brno – Botanická, IG

Zpráva z korozního průzkumu

Odpovědný řešitel: Ing. Roman Duras, výrobní manažer (pracovník s osvědčením o odborné způsobilosti)

Prověřil: Doc. RNDr. Pavel Bláha, DrSc., oborový manažer

Schválil: RNDr. Lubomír Klímek, výrobní ředitel



RNDr. Lubomír Procházka
ředitel společnosti



Ostrava, březen 2010

Výtisk č. 1

OBSAH

1. Úvod	str. 1
2. Metodika geofyzikálních prací	str. 1
2.1 Měření zdánlivého měrného odporu zemin	str. 1
2.2 Stanovení hustoty bludných proudů	str. 1
3. Výsledky měření a jejich vyhodnocení	str. 2
3.1 Zdánlivý měrný odpor půdy	str. 2
3.2 Přítomnost bludných proudů	str. 2
4. Závěr	str. 4
5. Literatura	str. 4

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1	Situace zájmového území
Obr. 2	Schéma geofyzikálních měření
Obr. 3	Výsledky korozních měření na bodě Bp1 – vektory bludných proudů
Obr. 4	Výsledky korozních měření na bodě Bp2 – vektory bludných proudů

1. Úvod

V rámci akce „10 7037 Brno – Botanická, IG“ bylo geofyzikální skupinou Geotestu Brno, a.s. provedeno geofyzikální měření, které přineslo poznatky o rozložení hodnot zdánlivého měrného odporu půdy a velikosti vektoru a směru šíření bludných proudů v zájmové oblasti.

Příprava na měření a měření samotné bylo provedeno v souladu s normami ČSN 03 8362 „Měděná referenční elektroda k měření potenciálu podzemní kovová konstrukce – půda“, ČSN 03 8363 „Měření zdánlivého měrného odporu půdy Wennerovou metodou“, ČSN 03 8365 „Stanovení přítomnosti bludných proudů v zemi“. Vyhodnocení měření bylo provedeno dle normy ČSN 03 8375 „Ochrana kovových potrubí uložených v půdě nebo ve vodě proti korozi“ a také s přihlédnutím k „Technickým podmínkám č.124“ Ministerstva dopravy a spojů ČR- „Základní ochranná opatření pro omezení vlivu bludných proudů na mostní objekty a ostatní betonové konstrukce pozemních komunikací“.

Proudová hustota bludných proudů byla zjišťována na dvou stanovištích umístěných v zájmovém území jednak podle potřeby a také podle prostorových dispozic zájmového prostoru (viz obr.2). Rozložení hodnot zdánlivého měrného odporu bylo zjišťováno podél profilů vedených přes stanoviště zjišťování bludných proudů. Geofyzikální měření bylo provedeno na volném nezastavěném terénu za teploty vzduchu cca 7 °C.

2. Metodika geofyzikálních prací

2.1 Měření zdánlivého měrného odporu zemin

Měření zdánlivého měrného odporu zemin bylo provedeno v souladu s ČSN 03 8363 „Měření zdánlivého měrného odporu půdy Wennerovou metodou“ čtyřelektrodovou metodou s Wennerovým uspořádáním elektrod A-M-N-B, to znamená že vzdálenost sousedních elektrod je vždy stejná ($AM=MN=NB$). V prostoru každého stanoviště pro zjišťování hustoty bludných proudů byla provedena dvě měření s rozstupem elektrod A1,6M1,6N1,6B a A4,8M4,8N4,8B. Cifry mezi písmeny znamenají vzdálenost jednotlivých elektrod v metrech. Naměřené hodnoty zdánlivého měrného odporu bylo nutné, v souladu s normou ČSN 03 8363, opravit na roční změny zdánlivého měrného odporu. Přepočítávací koeficient pro měsíc březen dosahuje hodnoty 0,9.

K měření byla použita geoelektrická aparatura RESISTAR RS-100 firmy Geofyzika Brno. Vstupní odpor v měřicím okruhu je 10 M Ω , výstupní výkon vestavěného zdroje je na svorkách AB 100W. K měření se používá komutovaného proudu s dobou cyklu 1-20 sekund. Přístroj je řízen vestavěným počítačem a může pracovat v teplotním rozmezí 5 až 45°C a relativní vlhkosti 20 až 80%.

2.2 Stanovení hustoty bludných proudů

Přítomnost bludných proudů byla zjišťována podle ČSN 03 8365 „Stanovení přítomnosti bludných proudů v zemi“. V zájmovém území byly zvoleny dvě stanoviště, na nichž se provádělo měření rozdílu potenciálu mezi měděnými nepolarizovatelnými elektrodami ve směrech sever-jih a východ-západ. Doba měření v každém směru (na každém bodě) činila 30 minut. Měřené hodnoty napětí byly zaznamenávány každých 30 sekund.

K měření bylo použito digitálního multimetru EXTECH ML720 (maximální rozlišení 0,01 mV, přesnost 0,08 % VDC) a dvojice referenčních elektrod vyhotovených dle normy ČSN 03 8362 „Měděná referenční elektroda k měření potenciálu podzemní kovová konstrukce – půda“.

3. Výsledky měření a jejich vyhodnocení

3.1 Zdánlivý měrný odpor půdy

Zjištěné hodnoty zdánlivého měrného odporu jsou ve formě liniových grafů vyneseny pro každé stanoviště měření bludných proudů zvlášť a jsou znázorněny ve spodní části obrázků 3 a 4. Agresivnost horninového prostředí z hlediska zdánlivých měrných odporů horninového prostředí popisuje tabulka 1 „Agresivita půd a vod na ocel“ normy ČSN 03 8375 „Ochrana kovových potrubí uložených v půdě nebo ve vodě proti korozi“. Jednotlivé kategorie – klasifikační stupně – jsou charakterizovány následujícími měrnými odpory:

Tabulka 1. Agresivita půd na ocel (podle ČSN 03 8375 „Ochrana kovových potrubí uložených v půdě nebo ve vodě proti korozi“)

Agresivita prostředí	Zdánlivý měrný odpor [Ωm]
Velmi nízká	>100
Střední	50 – 100
Zvýšená	23 – 50
Velmi vysoká	<23

Grafy odporových měření nesou informaci o agresivnosti prostředí ve formě podbarvení. Při pohledu na výsledky měření v prostoru stanoviště Bp1 lze konstatovat, že hodnoty zdánlivého měrného odporu s hloubkou klesají, tj. agresivita prostředí roste. Trend poklesu hodnot měřené veličiny směrem do hloubky je zapříčiněn zejména nárůstem vlhkosti prostředí a také litologickou změnou – zvýšeným obsahem jílových minerálů. Měření rozstupem A1,6M1,6N1,6B popisuje zejména provzdušněné přípovrchové partie horninového prostředí tvořené zejména navážkami a jinými kvartérními sedimenty, naproti tomu měření s rozstupem A4,8M4,8N4,8B svou hloubkou dosahuje hlubší podloží – zvodnělé kvartérní a neogenní sedimenty, které jsou výrazně elektricky vodivější než nadloží. Ve smyslu kategorizace prostředí podle normy ČSN 03 8375 lze prostředí označit jako středně až velmi vysoce agresivní (z povrchu směrem do hloubky).

Situace, z hlediska odporových měření, na stanovišti Bp2 je odlišná od situace na stanovišti Bp1 a to tak, že výsledky měření oběma rozestupy spadají „pouze“ do kategorie střední, místy zvýšené agresivity prostředí. Tato skutečnost je dána tím, že přechod z elektricky méně vodivého nadloží do vodivějšího podloží nebyl na stanovišti Bp2 odporovým měřením zachycen – leží pod hloubkou dosahu realizovaných odporových měření. Zmíněná skutečnost je podpořena i výsledky vrtných prací (JV-12, JV-11).

3.2 Přítomnost bludných proudů

Stanovené složky plošné hustoty bludných proudů $J_{px(S-J)}$, $J_{px(V-Z)}$ ve zjišťovaných směrech sever – jih a východ – západ a výsledné vektory plošné hustoty bludných proudů **Jp** jsou vyneseny do vektorových diagramů v obrázcích 3 a 4. Pro zobrazení výsledků měření bludných proudů na každém stanovišti byly vytvořeny dva diagramy, které demonstrují směr a velikost vektoru bludných proudů v horninovém prostředí o zdánlivém měrném odporu zjištěném daným odporovým elektrodovým měřením. Na základě hustoty bludných proudů v půdě se rozlišuje agresivita prostředí (podle Tab.1. Agresivita půd a vod na ocel, normy ČSN 03 8375):

Tabulka 2. Agresivita půd na ocel (podle ČSN 03 8375 „Ochrana kovových potrubí uložených v půdě nebo ve vodě proti korozi“)

Agresivita prostředí	Hustota proudu v půdě [mA/m ²]
Velmi nízká	<0,0004
Střední	0,0004 – 0,003
Zvýšená	0,003 – 0,1
Velmi vysoká	>0,1

V následujících tabulkách jsou znázorněny výpočetní a statistické hodnoty zkoumané veličiny, jenž ukazují na stupeň agresivity prostředí (podle hustoty proudu v půdě) v zájmovém území.

Tabulka 3. Stanoviště Bp1

Směr	S-J	V-Z
Minimum dU [mV]	9,1	-46,6
Maximum dU [mV]	49,8	27,8
Rozestup	A1,6M1,6N1,6B	A4,8M4,8N4,8B
Jp _(S-J) [mA/m ²]	0,028	0,170
Jp _(V-Z) [mA/m ²]	-0,049	-0,294
Jp [mA/m ²]	0,057	0,339
Směr Jp [°]	120°	

Tabulka 4. Stanoviště Bp2

Směr	S-J	V-Z
Minimum dU [mV]	9,6	-2,5
Maximum dU [mV]	18,6	18,3
Rozestup	A1,6M1,6N1,6B	A4,8M4,8N4,8B
Jp _(S-J) [mA/m ²]	0,053	0,043
Jp _(V-Z) [mA/m ²]	0,026	0,021
Jp [mA/m ²]	0,059	0,048
Směr Jp [°]	206°	

Na měřických stanovištích BP1 a BP2 byly zaznamenávány hodnoty mezielektrodoých elektrických potenciálů (viz statistika v tabulkách 3 a 4) v řádu jednotek až desítek milivolt, místy docházelo i ke změně polarity. Směry proudění bludných proudů jsou na obou stanovištích odlišné, na stanovišti Bp1 je tok orientován jihovýchodním směrem, kdežto na stanovišti Bp2 směrem jihozápadním.

Z hlediska posouzení agresivnosti prostředí je situace „nejhorší“ na stanovišti Bp1 v hloubkách odpovídající hloubce dosahu odporových měření rozestupem A4,8M4,8N4,8B (tj. v hloubce, kde byly zastíženy zvodnělé kvartérní a neogenní sedimenty), kde vypočtená hustota bludných proudů je o řád vyšší, než je tomu u nadložních, odporově odlišných, hornin. Stanoviště Bp2 je z hlediska velikosti bludných proudů směrem do hloubky vyrovnané (výsledky jsou prakticky totožné s výsledky na Bp1 v přípovrchových partiích), ale to jen proto, že odporová

měření vodivější podloží nezastihly. V případě zakládání objektů do hloubek odpovídajících výskytu zvodnělých kvartérních a neogenních sedimentů bude nezbytné i v prostoru stanoviště Bp2 uvažovat o podmínkách analogických stanovišti Bp1.

Zájmové území lze podle normy ČSN 03 8375 zařadit do kategorií zvýšené až velmi vysoké agresivity prostředí s tím, že agresivita se s hloubkou výrazně zvyšuje (vazba na elektrický vodivý podloží).

4. Závěr

V prostoru zájmového území bylo realizováno měření zdánlivého měrného odporu půdy a stanovení přítomnosti bludných proudů. V souladu s normou ČSN 03 8375 „Ochrana kovových potrubí uložených v půdě nebo ve vodě proti korozi“ lze zájmové území klasifikovat:

- na základě měření Wennerovou metodou jako prostředí se **střední až velmi vysokou agresivitou**, agresivita prostředí výrazně roste se zvětšující se hloubkou, zóna velmi vysoké agresivity prostředí je totožná s polohou zvodnělých kvartérních a neogenních sedimentů,
- na základě hustoty elektrického proudu v půdě jako prostředí se **zvýšenou až velmi vysokou agresivitou**, agresivita prostředí se do hloubky výrazně zvyšuje, platí analogie odporových měření.

Mimo hodnocení území v souladu s relevantními technickými normami připojujeme rovněž klasifikaci zájmového území tak, jak ji prezentují „Technické podmínky“ č.124 Ministerstva dopravy a spojů ČR – „Základní ochranná opatření pro omezení bludných proudů na mostní objekty a ostatní betonové konstrukce pozemních komunikací“ a v nich obsaženou Tabulkou 1 – „Stupně základních pasivních ochranných opatření pro omezení vlivu bludných proudů“ je nutno v případě zakládání v podmínkách odpovídajících hloubkovému dosahu odporových měření rozestupem A1,6M1,6N1,6B na obou stanovištích a také v podmínkách odpovídajících hloubkovému dosahu odporových měření rozestupem A4,8M4,8N4,8B na stanovišti Bp2 provádět:

- **základní ochranná opatření stupně č.3** (bez uvažování sacího koeficientu). Podle TP124 je potřeba na budoucí stavby aplikovat primární ochranná opatření podle norem ČSN ISO 9690 (73 1215) a ČSN EN 206 (73 2403) a případně jiných relevantních předpisů. Dále je potřeba aplikovat sekundární ochranná opatření ve smyslu ochrany betonových konstrukcí před zemní vlhkostí a podzemní vodou, před agresivními vlivy látek všech skupenství, před klimatickými vlivy i před vlivem provozu ošetřením betonu nátěry, nástřiky, fóliemi atd. a odpovídající konstrukční opatření za účelem minimalizace tvorby elektrických článků, tvořených jednotlivými částmi stavby. Propojování výztuže a její vyvedení na povrch konstrukce není podle TP 124 vyžadováno.

V případě zakládání v podmínkách odpovídajících hloubkovému dosahu odporových měření rozestupem A4,8M4,8N4,8B na stanovišti Bp1 (a obecně v hloubkách odpovídajících zvodnělým kvartérním a zejména neogenním sedimentům) je nutno provádět:

- **základní ochranná opatření stupně č.4** (bez uvažování sacího koeficientu). Podle TP124 je potřeba na budoucí stavby aplikovat primární ochranná opatření podle norem ČSN ISO 9690 (73 1215) a ČSN EN 206 (73 2403), sekundární ochranná opatření ve smyslu ochrany betonových konstrukcí před zemní vlhkostí a podzemní vodou, před agresivními vlivy látek všech skupenství, před klimatickými vlivy i před vlivem provozu ošetřením betonu nátěry, nástřiky, fóliemi atd. a odpovídající konstrukční opatření za účelem minimalizace tvorby elektrických článků, tvořených jednotlivými částmi stavby. Propojování výztuže a její vyvedení na povrch konstrukce je podle TP 124 vyžadováno.

Zpracoval: Ing. Roman Duras
osvědčení o odborné způsobilosti č.1939/2005

V Ostravě 4. 3. 2010

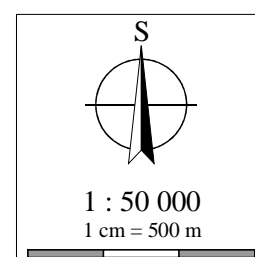
5. Literatura

- ČSN 03 8362 Měděná referenční elektroda k měření potenciálu. Podzemní kovová konstrukce – půda (1976)
- ČSN 03 8363 Zásady měření při protikorozi ochraně kovových zařízení uložených v zemi. Měření zdánlivého měrného odporu půdy Wennerovou metodou (1979)
- ČSN 03 8365 Zásady měření při protikorozi ochraně kovových zařízení uložených v zemi. Stanovení přítomnosti bludných proudů v zemi (1988)
- ČSN 03 8375 Ochrana kovových potrubí uložených v půdě nebo ve vodě proti korozi (1972)
- Technické podmínky MDS-OPK, Základní ochranná opatření pro omezení vlivu bludných proudů na mostní objekty a ostatní betonové konstrukce pozemních komunikací, Jeku s.r.o., Pontex s.r.o., 2000.

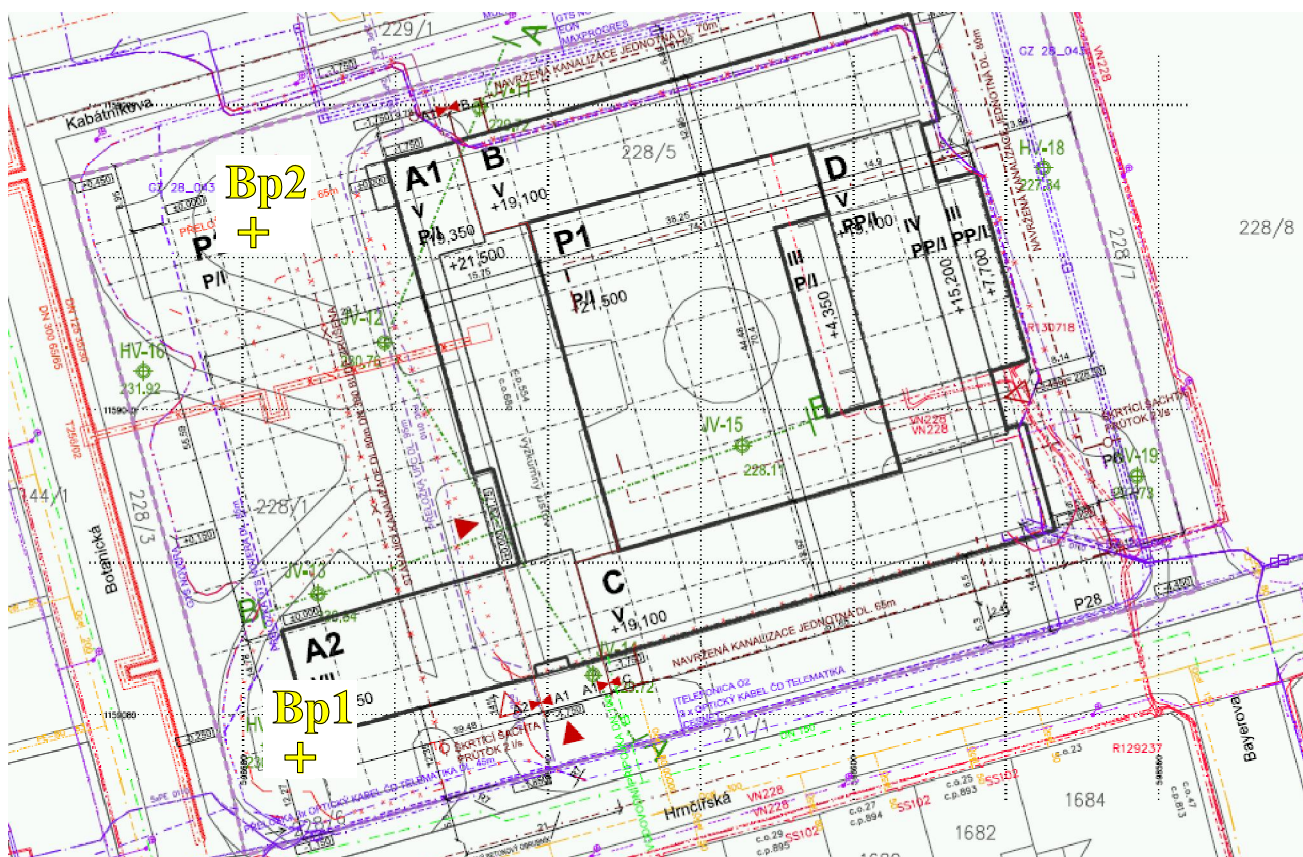
Obr. 1 Situace zájmového území



(zdroj: www.mapy.cz)

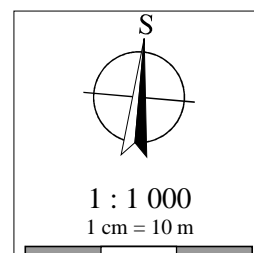


Obr. 2 Schéma geofyzikálních měření



Bp
+

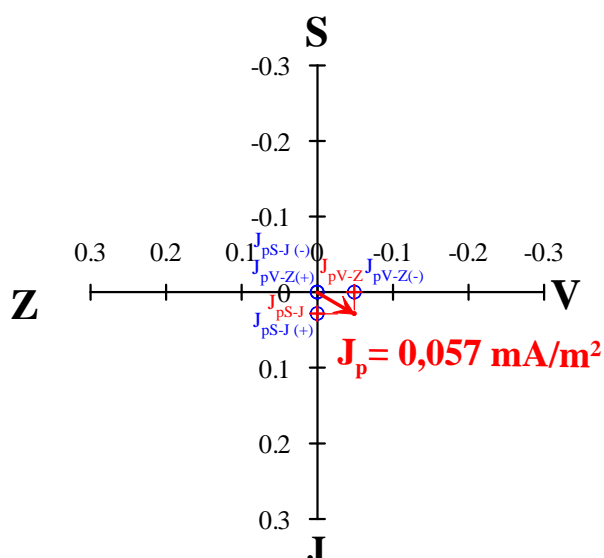
stanoviště měření bludných proudů a měrného odporu prostředí



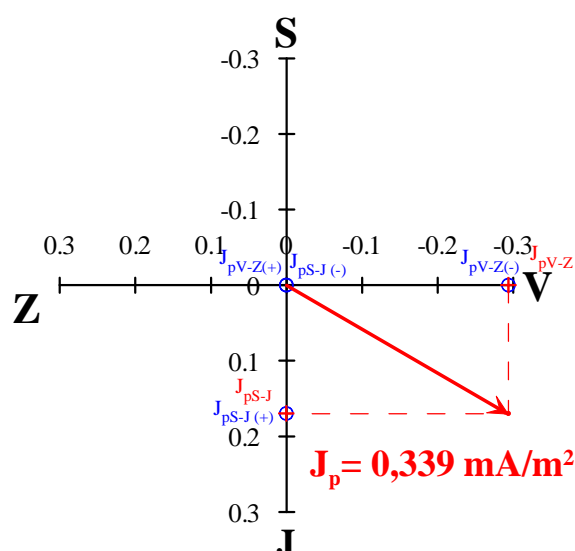
Obr. 3 Výsledky korozních měření - vektory bludných proudů

Bludné proudy na stanovišti Bp1

- v hloubce odpovídající rozestupu elektrod
A1,6M1,6N1,6B



- v hloubce odpovídající rozestupu elektrod
A4,8M4,8N4,8B



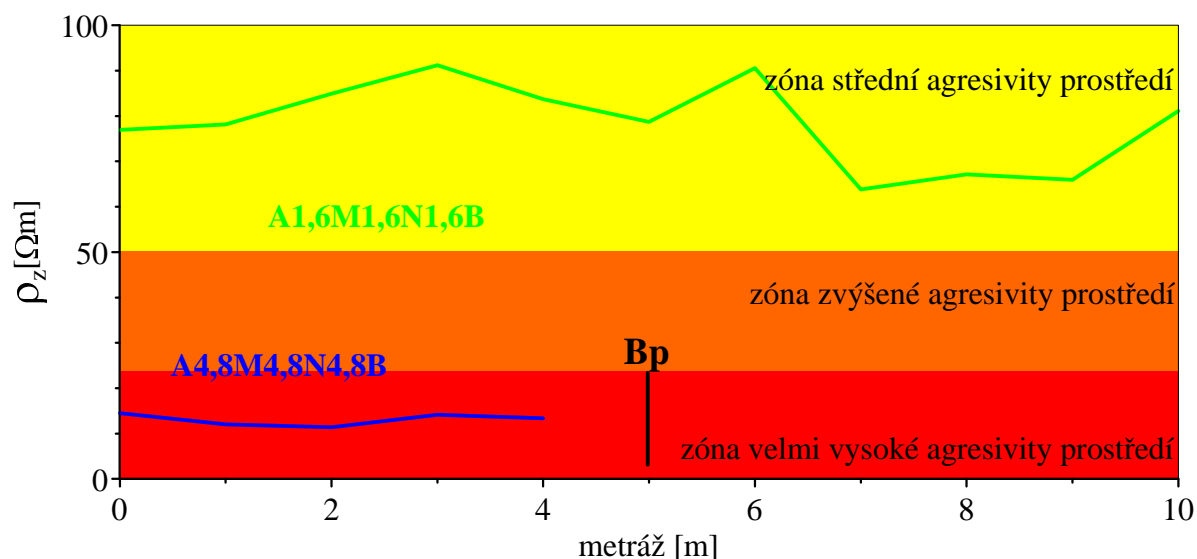
$J_{pS-J(-)}$ hustota bludných proudů v zemi
ve směru sever - jih [mA/m^2], polarita

J_p výsledný vektor hustoty bludných proudů
v zemi [mA/m^2]

J_{pS-J} hustota bludných proudů v zemi
ve směru sever - jih [mA/m^2]

J_{pV-Z} hustota bludných proudů v zemi
ve směru východ - západ [mA/m^2]

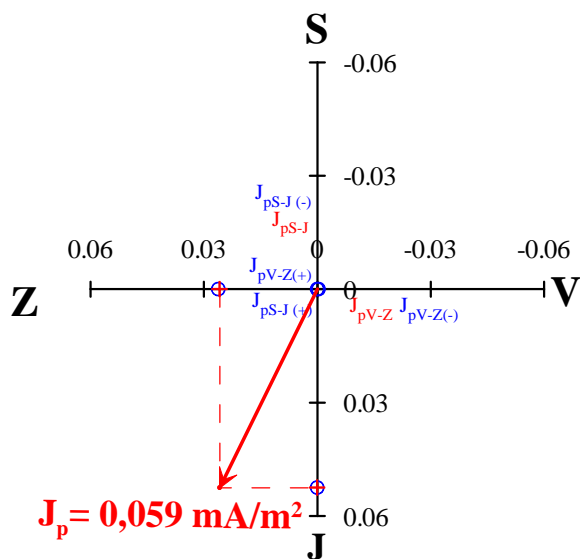
Výsledky odporových měření (kategorizace podle ČSN 038375)



Obr. 4 Výsledky korozních měření - vektory bludných proudů

Bludné proudy na stanovišti Bp2

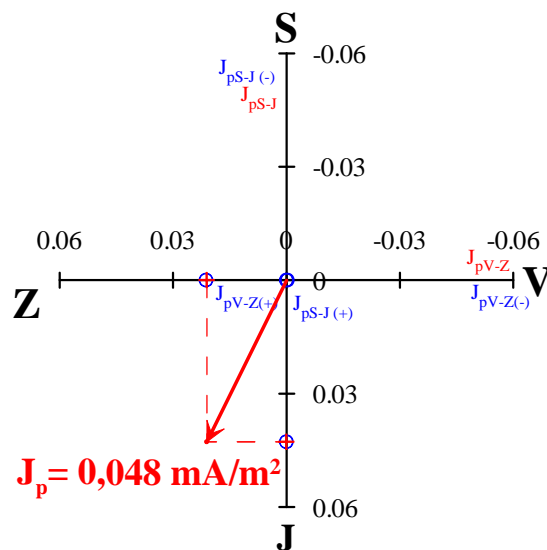
- v hloubce odpovídající rozestupu elektrod
A1,6M1,6N1,6B



$J_{pS-J(-)}$ hustota bludných proudů v zemi
ve směru sever - jih [mA/m^2], polarita

J_{pS-J} hustota bludných proudů v zemi
ve směru sever - jih [mA/m^2]

- v hloubce odpovídající rozestupu elektrod
A4,8M4,8N4,8B



J_p výsledný vektor hustoty bludných proudů
v zemi [mA/m^2]

J_{pV-Z} hustota bludných proudů v zemi
ve směru východ - západ [mA/m^2]

Výsledky odporových měření (kategorizace podle ČSN 038375)

