

Souřadnicový systém JTSK

Výškový systém Bpv



projektová, průzkumná a konzultační společnost

PUDIS a.s., Podbabská 1014/20, 160 00 Praha 6
www.pudis.cz, info@pudis.cz

Vypracoval: Pudis a.s.	Hlavní inženýr projektu: Ing. Dušan Merta	Investor: Královéhradecký kraj Pivovarské náměstí 1245 500 03 Hradec Králové
	Výrobní ředitel: Ing. Jan Vlček	
Odpovědný projektant:	Ředitel společnosti: Ing. Martin Höfler	
Číslo zakázky: D -16 - 042	Datum: 11/2022	
Akce: II/303 Velké Poříčí – Hronov ETAPA 2 ČÁST ÚDRŽBA SILNIC KRÁLOVÉHRADECKÉHO KRAJE (MOST)		Měřítko:
Příloha: KOROZNÍ PRŮZKUM MOSTU		Stupeň: DSP+PDPS
		Formát: Souprava:
		Číslo přílohy: E.2

Vedoucí IG a geomonitoringu:

RNDr.Radovan Chmelař, Ph.D.

Tel.: 267004345, 602586294

E-mail: [radovan.chmelar@ pudis.cz](mailto:radovan.chmelar@pudis.cz)**Zpracovatel:**

Ing. Karel Krupa, CSc.

Tel.: 267004346, 603411518

E-mail: [karel.krupa@ pudis.cz](mailto:karel.krupa@pudis.cz)

Silnice II/303 Velké Poříčí – Hronov (rekonstrukce)

Korozní průzkum (bludné proudy)

č. zak. D-16-042 (PUDIS a.s.)**únor 2017**

OBSAH:

1. Úvod
2. Geoelektrická měření
 - 2.1 Zdroje bludných proudů
 - 2.2 Metodika měření (*rezistivita, bludné proudy*)
3. Vyhodnocení provedených měření
 - 3.1 Korozní situace z hlediska charakteristik horninového prostředí
 - 3.2 Rezistivita – měrné odpory
 - 3.3 Bludné proudy
 - 3.4 Stanovení hodnoty sacího koeficientu K_s (*dle technických podmínek TP124*)
 - 3.5 Frekvenční charakteristika bludných proudů
(frekvenční analýza, harmonické a subharmonické složky průmyslového kmitočtu 50 Hz)
 - 3.6 Vytyčovací práce pro měřicí body korozního průzkumu
4. Poměry z hlediska protikorozní ochrany
5. Závěr

Přílohy:

Příloha 1

Celková situace měřících bodů

Příloha 2

Průvodní listy sledovaných objektů:

SO202 Most 303-003 (silnice II/303 přes Metuji)

SO201 Most 303-002A (silnice II/303 přes Zbečnický potok)

(*popis, situace, fotodokumentace a naměřené výsledky*)

Příloha 3

Výsledky laboratorních analýz

Na titulní straně:

Pohled východním směrem na most 303-003

1. ÚVOD

Ve zprávě předkládáme výsledky korozního průzkumu, který byl realizován pro dva mostní objekty na rekonstruované silnici II/303 Velké Poříčí - Hronov.

Předmětem zjištění, v souladu s požadavky objednatele, bylo posoudit korozní situaci horninového prostředí z hlediska geoelektrických veličin a tím získat soubor informací pro návrh protikorozních opatření jednotlivých objektů.

Výchozí podklady pro terénní a vyhodnocovací práce byly:

- Celková situace stavby
- Informace z IG průzkumu

Vlastní korozní průzkum byl zaměřen na stanovení standardních geoelektrických veličin tj. velikosti bludných proudů a měrných odporů v souladu s ČSN 038372 „Zásady ochrany proti korozi nelineových zařízení uložených v zemi nebo ve vodě“, ČSN 038350 "Požadavky na protikorozní ochranu úložných zařízení" a norem souvisejících. Při hodnocení výsledků byly respektovány zásady dle norem řady ČSN 0383... a doporučení uvedená v technických podmínkách TP124, MD 2008.

Informace pro korozní průzkum byly převzaty z výše uvedený zdrojů.

2. GEOELEKTRICKÁ MĚŘENÍ

Oba objekty určené k rekonstrukci se nacházejí v intravilánu města. V bezprostřední blízkosti jsou proto další objekty, vč. sítí. Bylo proto nutno volit měřicí místo s ohledem na minimalizaci ovlivnění blízkými objekty. Výběr konkrétního místa byl omezen. Bylo nutno volit měřicí místo a délku roztažení s ohledem na užší okolí měřicího bodu tak, aby nedocházelo tak negativnímu ovlivnění výsledků při stanovení intenzit BP a měrného odporu horninového prostředí

Meteopodmínky při měření byly: polojasno, teplota 3 – 10 °C. Terén převážně povrchově suchý.

2.1 Zdroje bludných proudů

Trasa rekonstruované komunikace vč. sledovaných dvou mostních objektů 303-003 a 303-002A nemá ve své bezprostřední blízkosti významné zdroje bludných proudů (BP).

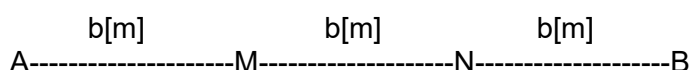
Liniové staveb (voda, plyn) se vyskytují v širším okolí uvažovaných stavebních objektů. Elektrifikovaná trať ČD 031 se stejnosměrnou trakcí 3 kV_{ss} končí v Jaroměři ve vzdálenosti 22 km. Na polské straně je nejbližší elektrifikovaná trať v Klodzku – 33 km.

Korozní agresivita bludných proudů (hustota proudu v půdě v cizím proudovém poli) je v zájmové oblasti nízká a je převážně způsobena vzdálenými ochranami liniových úložných zařízení v širším okolí - plynovody, vodovody apod. Přispívají zde též rozvody silových sítí i proudy zemního charakteru.

2.2 Metodika měření

Rezistivita

Měrný odpor horninového prostředí byl zjišťován v souladu s ČSN 038363 Wennerovou metodou. Odpor byl měřen ve dvou na sebe kolmých směrech do maximálního rozestupu b elektrod 10 m. Rozestupy vycházely z požadavků na hloubkový dosah měření a z plošné dispozice zkoumaného území. Pro měření byl použit přístroj MI2088 a Norma Erdungsmesser 666. Výsledky jsou uvedeny v příloze každého průvodního listu sledovaného objektu a souhrnně v tabulkách v textu kapitoly 3.



Obr.1 Schematické uspořádání elektrod při měření zdánlivého měrného odporu

A,B - proudové (budící) elektrody, $AB/2=3*b/2$

M,N - měřící (snímací) elektrody

$b(m)$ - rozestup elektrod

Bludné proudy

Měření hustoty proudu v půdě v cizím proudovém poli (bludné proudy - BP) bylo provedeno ve dvou na sebe kolmých směrech s použitím nepolarizovatelných Cu/CuSO₄ elektrod a automatizovaného odečtu měřené veličiny s použitím digitálního voltmetru (dle požadavků ČSN 03 8365). Rozestup elektrod byl závislý na terénních podmínkách - plošné dispozici měřícího místa do maximálního tozestupu elektrod $b=10$ m. Před započítím měření byla provedena kontrola elektrolytu použitých nepolarizovatelných elektrod Cu/CuSO₄. Před a po ukončení byla stanovena polarizace všech nepolarizovatelných elektrod dle ČSN 03 8362 a přepočtena dle uvedené normy. Při zpracování výsledků se hodnoty polarizace elektrod, zjištěné před a po ukončení měření, odečítají.

Vlastní měření se koncentrovala nejméně do dvou samostatných bloků, přičemž měřená veličina byla odečítána synchronně z obou směrů (A, B). Naměřené cizí napětové pole (analogová veličina) bylo on-line převedeno do číslicové formy se záznamem do přenosného počítače. Výsledky měření na posuzovaných stavebních objektech uvádí příloha průvodního listu příslušného objektu. Vzhledem k tomu, že se jedná o velké množství dat, je pro ilustraci v příloze každého měřícího bodu grafické zobrazení naměřených dat pro minimálně dvacetiminutový blok z obou použitých směrů elektrod a též souhrnné výsledky za celé měření na každém bodě.

Při měření byla použita plně synchronní vícekanálová měřící souprava s převodníky A/D typu Δ - σ . Vzhledem k použité vzorkovací frekvenci a dále k časové synchronizaci převodů A/D u všech kanálů, lze z naměřených dat určit vzájemnou korelaci časových změn měřených potenciálů a současně frekvenční analýzu přijímaných signálů. Frekvenční pásmo pro převod z časové do kmitočtové oblasti (s použitím FFT) bylo zvoleno do 2 kHz. Vzorkovací frekvence byla nastavena s ohledem na splnění požadavků na anti-aliasing zkreslení.

Grafické zobrazení naměřených dat je doplněno obrazem frekvenčního spektra a odpovídajícího časového průběhu (frekvenční a časová oblast) střídavých složek signálu.

Výsledky jsou uvedeny v příloze každého průvodního listu stavebního objektu a souhrnně v tabulkách v textu kapitoly 3.

Přehled zatřídění agresivity prostředí dle ČSN 03 8372

Agresivita prostředí	Odpor půdy $\rho[\Omega m]$	$J_p [mA/m^2]$
I - velmi nízká	>100	<0,0001
II - střední	50 – 100	0,0001 - 0,0030
III - zvýšená	23 – 50	0,0030 - 0,1000
IV - velmi vysoká	< 23	> 0,1

Legenda:

- $\rho[\Omega m]$ – zdánlivý měrný odpor (rezistivita)
 $J_p [mA/m^2]$ – hustota proudu v půdě v cizím proudovém poli

3. VYHODNOCENÍ PROVEDENÝCH MĚŘENÍ

3.1 Korozní situace z hlediska charakteristik horninového prostředí

Geologické poměry

V bezprostředním okolí obou mostních objektů jsou geoelektrické parametry určeny kvartérním pokryvem - nivními sedimenty říčky Metuje a Zbečnického potoka.

Kvartérní pokryv (nivní sedimenty a navážky) – je tvořen písky štěrky s proměnnou velikostí částic 90 až 300 mm, při povrchu s variabilním zahliněním. Přípovrchové vrstvy jsou tvořeny menší mocností antropogenních navážek. Průměrná mocnost kvartérního pokryvu dosahuje 6 až 9 m.

Předkvartérní podloží je tvořeno slínovci české křídové pánve na povrchu zvětřalými. V oblasti se vyskytují též pískovce českého masivu.

Hladina podzemní vody komunikuje s vodními toky a pohybuje se v blízkosti obou mostů v hloubce cca 3 m pod úroveň terénu.

3.2 Rezistivita - měrné odpory

Lze konstatovat, že zjištěné hodnoty rezistivity odpovídají geologické situaci vyplývající z výše uvedeného popisu geologických poměrů.

Kvartérní pokryv má v našem případě zásadní vliv na zjištěné odporové poměry. Minimální rozdíly hodnot měrných odporů jsou následkem prakticky totožného horninového prostředí. Drobné odchylky jsou způsobeny rozdílnými obsahy jemnozrnné složky, úrovní zvětřalého podloží a hloubkou hladiny podzemní vody.

Agresivita dle ČSN 038372/75 z hlediska měrných odporů horninového prostředí je ve **stupni I (velmi nízká)**.

Stupeň agresivity je, jak bylo uvedeno, samozřejmě výrazně závislý na geologické situaci.

Výsledky měření rezistivity v rozsahu roztažení proudových elektrod 3 až 30 m (Wennerovo uspořádání elektrod) jsou uvedeny v příloze každého průvodního listu sledovaného objektu a souhrnně v tabulkách v textu této kapitoly.

Údaje o rezistivitě prostředí mohou být využity pro případný návrh zemničů.

Měrné odpory horninového prostředí

	MB	ρ_{\max} [Ω]	ρ_{\min} [Ω]	ρ_{bm} [Ω]	b_m [m]
1	HN1	372	172	172	10
2	HN2	352	155	165	10

Legenda:

ρ_{\max} [Ω m]	maximální zjištěná hodnota měrného odporu půdy na MB
ρ_{\min} [Ω m]	minimální zjištěná hodnota měrného odporu půdy na MB
ρ_{bm} [Ω m]	průměrná hodnota měř. odporu půdy z obou směrů pro maximální rozestup elektrod b_m [m]

3.3 Bludné proudy

Hustota proudu v půdě v cizím proudovém poli (bludné proudy), byla prověřená v oblasti obou mostních objektů.

Agresivita horninového prostředí dle ČSN 038372/75 z hlediska úrovně bludných proudů se nachází u obou posuzovaných objektů ve stupni III (zvýšená). Číselně se pohybuje absolutní hodnota vektoru hustoty bludných proudů od 0,0042 mA/m² do 0,0044 mA/m².

Výsledky lokálních měření hustoty proudu v půdě v cizím proudovém poli jsou uvedeny v příloze každého průvodního listu objektu a souhrnně v tabulkách v textu této kapitoly.

Podotýkáme, že měření proběhlo v konkrétních klimatických podmínkách, v určitý den a v určitém vymezeném časovém úseku. Je proto třeba dodat, že mohou vzniknout podmínky, kdy intenzita bludných proudů může být v omezeném časovém úseku vyšší i o desítky procent vůči střední hodnotě proudu.

V níže uvedené tabulce je souhrn agresivit horninového prostředí na ocel dle ČSN038372/75 z hlediska bludných proudů a rezistivity. Z hlediska laboratorních analýz doplňujeme tabulku hodnocením ve sloupci ČSN(CH). V tabulce jsou uvedeny výsledky zařazení agresivity ve sloupci ČSN(CH) dle laboratorních analýz odebraných vzorků povrchové vody, které jsou umístěny nejbližší měřicími bodům MB korozního průzkumu. Vzorek HN1 byl odebrán z povrchového toku ř. Metuje v místě mostu ev.č.303-003 při hladině vzduté blízkým jezem (Metuje – km 44,9). Druhý vzorek HN2 byl odebrán ze Zbečnického potoka v jeho zatrubněné části při výtoku do Metuje. Oba toky komunikují se štěrkopísčitými náplavy nivy říčky Metuje.

Stanovené hustoty proudu a měrného odporu horninového prostředí

	1	2	3	4	5	6	6
	MB	$\rho[\Omega m]$	$J[mA/m^2]$	$\phi[^\circ]$	ČSN (J)	ČSN (R)	ČSN (CH)
1	HN1	172	0,0044	212	III	I	IV
2	HN1	155	0,0042	151	III	I	IV

Legenda:

$\rho[\Omega m]$	měrný odpor půdy (minimální naměřená hodnota)
$J[mA/m^2]$	hustota proudu v půdě v cizím proudovém poli (bludné proudy)
$\phi[^\circ]$	úhel vektoru bludných proudů
ČSN(J)	agresivita půd a vod na ocel dle ČSN 0308372 zjištěná z hustoty proudu $J[mA/m^2]$
ČSN(R)	agresivita půd a vod na ocel dle ČSN 0308372 zjištěná z měrného odporu $\rho[\Omega m]$
ČSN(CH)	agresivita půd a vod na ocel dle ČSN 0308372 zjištěná z laboratorních analýz horninového prostředí (voda)

3.4 Stanovení hodnoty sacího koeficientu K_s dle technických podmínek TP124

Koeficient stanovujeme pro každý stavební objekt samostatně.

Sací koeficient K_s je vyjádřen vztahem

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

Hodnoty jednotlivých komponent sacího koeficientu vycházejí z parametru stavby, konfigurace významných zdrojů bludných proudů a situace stavebního objektu. Stanovené jednotlivé složky sacího koeficientu jsou uvedeny v následující tabulce v této kapitole společně s určením výsledného stupně základních pasivních ochranných opatření dle TP124.

Pro přepočtenou hustotu bludného proudu dle TP124 pak platí

$$J_v = K_s \cdot J$$

Stanovené stupně ochranných opatření dle TP124

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Objekt	$J[mA/m^2]$	ČSN (J)	ČSN (R)	k_{sm}	k_k	k_p	K_s	$J_v[mA/m^2]$	TP124
1	Most 303-003 (HN1)	0,0044	III	I	2	1	0	3	0,0132	3
2	Most 303-002A (HN2)	0,0042	III	I	2	1	0	3	0,0126	3

Legenda:

$J[mA/m^2]$	hustota proudu v půdě v cizím proudovém poli (bludné proudy)-výpočtová hodnota
ČSN(J)	agresivita půd a vod na ocel dle ČSN 0308372 zjištěná z hustoty proudu $J[mA/m^2]$
ČSN(R)	agresivita půd a vod na ocel dle ČSN 0308372 zjištěná z měrného odporu $\rho[\Omega m]$
k_{sm}, k_k, k_p, K_s	koeficienty pro výpočet přepočtené hustoty proudu dle TP124
$J_v[mA/m^2]$	přepočtená hustota proudu v půdě (bludné proudy) pro stanovení stupně ochranných opatření dle TP124

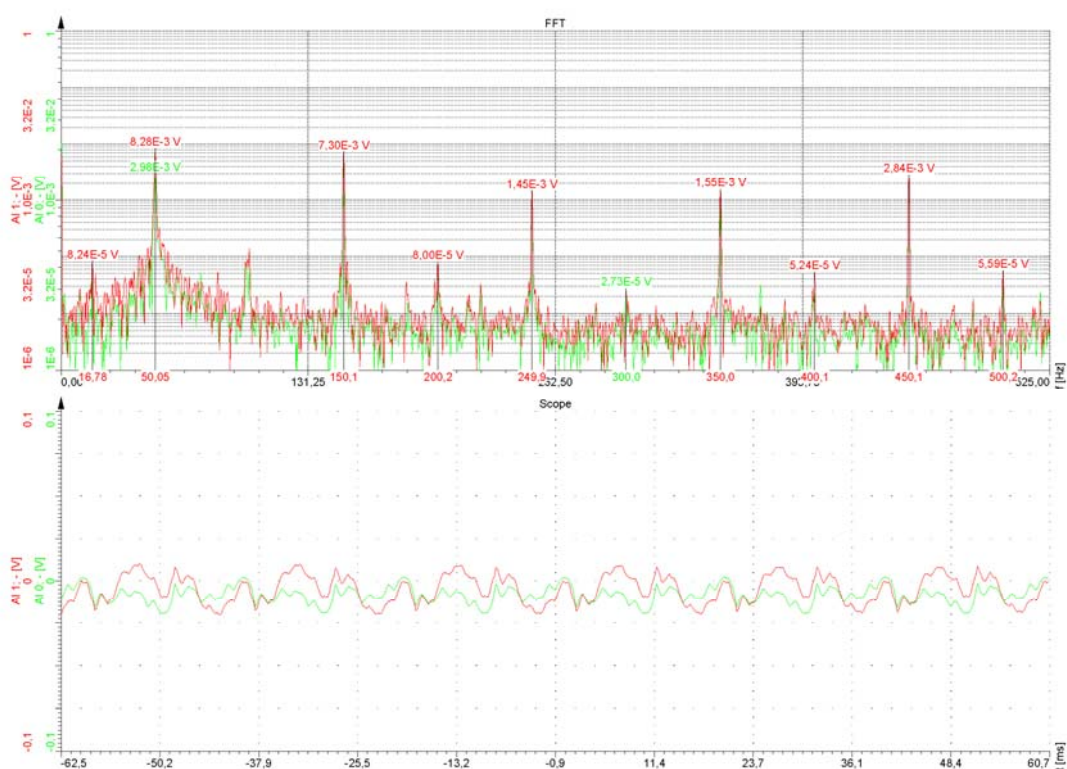
Stupeň základních pasivních ochranných opatření pro omezení vlivu bludných proudů posuzovaných objektů je uveden ve sloupci 10 tabulky uvedené výše. Všechny objekty jsou zařazeny do stupně 3 základních ochranných opatření dle TP124. Aktuálně nedisponujeme informacemi o plánech na výstavbu, které by zásadním způsobem měnily (zhoršily) korozní situaci v širším okolí posuzovaných objektů.

Současně lze konstatovat, že dle ČSN 038372/75 je v oblasti všech sledovaných stavebních objektů agresivita horninového prostředí ve stupni III (zvýšená) z hlediska úrovně bludných proudů.

3.5 Frekvenční charakteristika bludných proudů - frekvenční analýza, harmonické a subharmonické složky průmyslového kmitočtu 50 Hz

Na aktuálních měřicích bodech byla souběžně prováděna frekvenční analýza bludných proudů a měřených potenciálů (konverze z časové do frekvenční oblasti) v kmitočtovém pásmu do 2 kHz. V tomto kmitočtovém pásmu je standardně pozorován převažující vliv síťového kmitočtu 50 Hz a jeho odvozených složek. Střídavý proud má též za následek korozní úbytky oceli, nicméně jeho nebezpečnost je nepřímo úměrná kmitočtu.

V následujícím grafu a v příloze ke každému průvodnímu listu stavebního objektu uvádíme typické úrovně zjištěných střídavých napětí při maximálních hodnotách amplitud průmyslového kmitočtu.



Silnice II/303 Velké Poříčí – Hronov (rekonstrukce)

měřicí bod: **HN2**

Měření korozní agresivity bludných proudů

Charakteristika střídavého napětí ve frekvenční a časové oblasti

Frekvenční analýza 0 – 500 Hz, Transformace FFT – okno Blackman, rozlišení 0,98 Hz,

barevně odlišeny složky vektoru snímaného napětí na elektrodách - **složka A zeleně, složka B červeně**

Záznam zobrazuje obvyklé amplitudy amplitudy síťového kmitočtu 50 Hz, harmonických a subharmonických kmitočtů

V příloze průvodních listů lze srovnat s frekvenční analýzou měřených složek vektoru napětí na dalších měřicích bodech, resp. stavebních objektech.

Lze konstatovat, že zjištěné úrovně střídavých složek na všech měřených bodech nepředstavují významné riziko koroze vzhledem k úrovni bludných proudů a nemění zatřídění objektu (korozní agresivitu) dle ČSN a technických podmínek TP124.

3.6 Vytyčovací práce pro měřicí body korozního průzkumu

Jednotlivé měřicí body (MB) byly standardně zaměřeny pomocí systému GPS s použitím diferenciálních korekcí (WAAS)/EGNOS. Přesnost zaměření se pohybuje v rozmezí 2 až 4 m. Následně byly údaje GPS matematicky přepočítány do JTSK, tj. s obdobnou přesností. Vzhledem k roztažení elektrod až 10 m a rozměrům sledovaného objektu je uvedená přesnost i z technicko-ekonomického hlediska plně dostačující. Pro zpřesnění při zákresu měřicího bodu do situace bylo využito ještě délkové zaměření a náčrt situace vzhledem k významným bodům užšího okolí projektovaného objektu.

Polohy měřicích bodů jsou zakresleny v celkové situaci v Příloze 1.

Souřadnice umístění jednotlivých bodů měření uvádí následující tabulka.

Souřadnice umístění měřicích bodů

MB	Y[JTSK]	X[JTSK]	N[WGS84]			E[WGS84]		
HN1	612945	1015514	50	28	42,07	14	10	51,91
HN2	613150	1015721	50	28	34,68	16	10	42,74

Legenda:

Označení:

MB

Y [JTSK]

X [JTSK]

N [WGS84]

E [WGS84]

Význam:

měřicí bod korozního průzkumu

souřadnice měřicího bodu v systému JTSK

souřadnice měřicího bodu v systému JTSK

souřadnice měřicího bodu v systému WGS84-GPS(orientační hodnota)

souřadnice měřicího bodu v systému WGS84-GPS(orientační hodnota)

4. POMĚRY Z HLEDISKA PROTIKOROZNÍ OCHRANY

Z výsledků měření vyplývá, že posuzované dva objekty - most 303-003 (SO202) a most 303-002A (SO201) na rekonstruované silnici II/303 Velké Poříčí - Hronov se nacházejí v oblasti s vlivem (agresivitou) bludných proudů charakterizovaným dle ČSN 038372 **III.stupněm agresivity (zvýšená agresivita)**. Z obecného pohledu je takto charakterizována většina území ČR v intravilánech menších měst bez rozsáhlých průmyslových zón, významných zdrojů BP a též mimo osídlená místa.

Z hlediska měrného odporu horninového prostředí byl pro oba stavební objekty (mosty) zjištěn **I stupeň agresivity (velmi nízká)**.

Z hlediska chemické agresivity horninového prostředí dle ČSN 038372 je stanoven **IV stupeň agresivity (velmi vysoká)**. Hodnocení bylo provedeno na základě odběrů povrchových vod říčky Metuje a Zbečnického potoka.

Výše uvedená zjištění jsou vztažena k holým, nechráněným kovovým konstrukcím.

Dle TP124 se nacházejí oba stavební objekty - mosty ev.č. 303-003 a 303-002A ve **3.stupni základních pasivních ochranných opatření** pro omezení vlivu bludných proudů (se započtením vlivu sacího koeficientu).

Vzhledem k tomu, že se jedná o stavby s konstrukcí **železobetonovou**, je nutno postupovat při následných opatřeních podle zásad platných pro beton a současně respektovat výsledky zjištěného stupně agresivity pro konstrukce kovové. Zejména velikost bludných proudů, která způsobuje v katodické oblasti změnu mechanických vlastností oceli (korozní praskání) a v anodické oblasti mimo elektrolytického rozpouštění kovu rozrušování betonu tvorbou korozních zplodin, mající větší objem než původní kov, je z pohledu návrhu příslušné ochrany důležitou charakteristikou.

Vyhodnocení agresivity horninového prostředí pro beton dle ČSN EN 206 není součástí předkládaného průzkumu. Lze však uvést hodnocení z výše uvedených odběrů povrchových toků říčky Metuje a Zbečnického potoka - agresivita na beton dle ČSN EN 206 – stupeň XA1.

Dále uvádíme hlavní zásady ochrany proti bludným proudům. Stavební objekty (viz kap.5 Závěr a Příloha 2 – Průvodní listy objektů) jsou zařazeny do stupně 3 (TP124) a doporučujeme proto aplikovat primární (kap.5.2 – TP124), sekundární (kap. 5.3 – TP124) ochranu spodní stavby při využití ochranných konstrukčních opatření (kap. 5.4 – TP124) dle požadavků 3. stupně základních ochranných opatření pro omezení vlivu bludných proudů dle technických podmínek TP124. V rozsahu 3.stupně není potřebné provaření výztuže a vyvedení měřících bodů na povrch.

Doporučujeme

- jako významný prvek ochrany pro omezení vlivu bludných proudů využít sekundární ochranu na hotovém betonovém díle (ochrana proti zemní vlhkosti, či lokálním účinkům podzemní vody – impregnace, fólie, nátěry). V případě použití sekundární ochrany je potřeba zvolit prostředek se zaručenými elektrickými vlastnostmi (měrný izolační odpor). Volba sekundární ochrany je zásadním způsobem závislá na případném návrhu uzemňovací soustavy v návaznosti na ochraně proti nebezpečnému dotykovému napětí a přepětí. Sekundární ochrana viz kap.5.3 – TP124
- aby byly odpovědně provedeny spodní železobetonové konstrukce tím, že bude kladen důraz na dostatečné překrytí výztuže betonem – doporučujeme 50 mm, resp.

minimálně 40 mm v závislosti na aplikaci sekundární ochrany. Beton by měl být hutný, bez trhlin a pórů, nepropustný a odolný po dobu životnosti stavby (viz. ČSN EN 206). Je potřeba používat nevodivé nebo betonové distanční podložky (primární ochrana kap.5.2 – TP124)

- navazující kovová liniová zařízení (např. potrubí vedená na mostě) v podmínkách III. stupně agresivity (ČSN 038372) je nutné chránit zesílenou izolací. Kvalitu izolace lze ověřit jiskrovou zkouškou a dodržet ji i u svařovaných spojů, armatur, tvarovek a dalších souvisejících zařízení. Izolace nesmí být mechanicky porušena. Nejvýhodnější se z hlediska koroze ukazuje použití celoplastových kabelů, či trub z plastů.
- je potřeba též omezit průnik bludných proudů pomocí elektrického oddělení navazujících částí liniových zařízení (vč. svodidel, potrubí) izolačními spojkami apod. Toto se týká především zábradelního/svodidlového systému v návaznosti na konstrukci svodidel.
- instalace prvků nedestruktivní diagnostiky koroze ocelové výztuže na žádném objektu není požadována
- je potřeba koordinovat ochranná opatření proti vlivu bludných proudů a případné využití železobetonových konstrukcí jako zemničů a dále při řešení ochrany proti přepětí a nebezpečnému dotykovému napětí.

Výše uvedené návrhy je nutno považovat za doporučující. Definitivní řešení navrhne projektant a příp. specializované pracoviště.

5. ZÁVĚR

Z výsledků měření vyplývá, že posuzované dva objekty - most 303-003 (SO202) a most 303-002A (SO201) na rekonstruované silnici II/303 Velké Poříčí - Hronov jsou pod vlivem bludných proudů (BP), které dosahují dle ČSN 038372/75 **III. stupně agresivity (zvýšená agresivita)**. V širším okolí objektů se nenacházejí významné zdroje BP.

Z hlediska měrného odporu horniny byl pro posuzované mosty 303-003 a 303-002A dle ČSN 038372/75 zjištěn **I stupeň agresivity (velmi nízká)** a z hlediska chemického působení horninového prostředí byl stanoven **IV stupeň agresivity (velmi vysoká)**.

Dle technických podmínek TP124 se nacházejí oba posuzované mostní objekty ev.č. 303-003 a 303-002A na rekonstruované silnici II/303 Velké Poříčí - Hronov ve **3.stupni základních pasivních ochranných opatření** pro omezení vlivu bludných proudů.

Základní požadavky primární, sekundární ochrany a konstrukčních opatření vztahené k TP124, uvádíme v kapitole 4. Jejich konkrétní uplatnění je závislé na konstrukci objektu, konstrukci zemniců a případnému způsobu ochrany proti nebezpečnému dotykovému napětí a přepětí. Výchozí naměřená data a závěry jsou uvedeny v jednotlivých Průvodních listech vypracovaných ke každému posuzovanému objektu. Průvodní listy obou objektů jsou součástí této zprávy v příloze 2.

Výše popsané souhrnné výsledky a požadavky, vyjádřené stupněm základních ochranných opatření pro omezení vlivu bludných proudů dle TP124 pro jednotlivé mostní objekty, jsou též obsaženy v souhrnné tabulce na straně 8 textu.

Technická spolupráce:

Pavla Bayerová

Vypracoval:

Ing. Karel Krupa, CSc.

Držitel Oprávnění k provádění průzkumných a diagnostických prací souvisejících s výstavbou, opravami, údržbou a správou pozemních komunikací, vydané MD – Odborem pozemních komunikací – č. oprávnění 340/2015

Silnice II/303 Velké Poříčí – Hronov (rekonstrukce)

Korozní agresivita bludných proudů

Přílohy:

Příloha 1

Celková situace měřících bodů korozního průzkumu

Příloha 2

Průvodní listy stavebních objektů:

SO202 Most 303-003 (silnice II/303 přes Metuji)

SO201 Most 303-002A (silnice II/303 přes Zbečnický potok)

Příloha 3

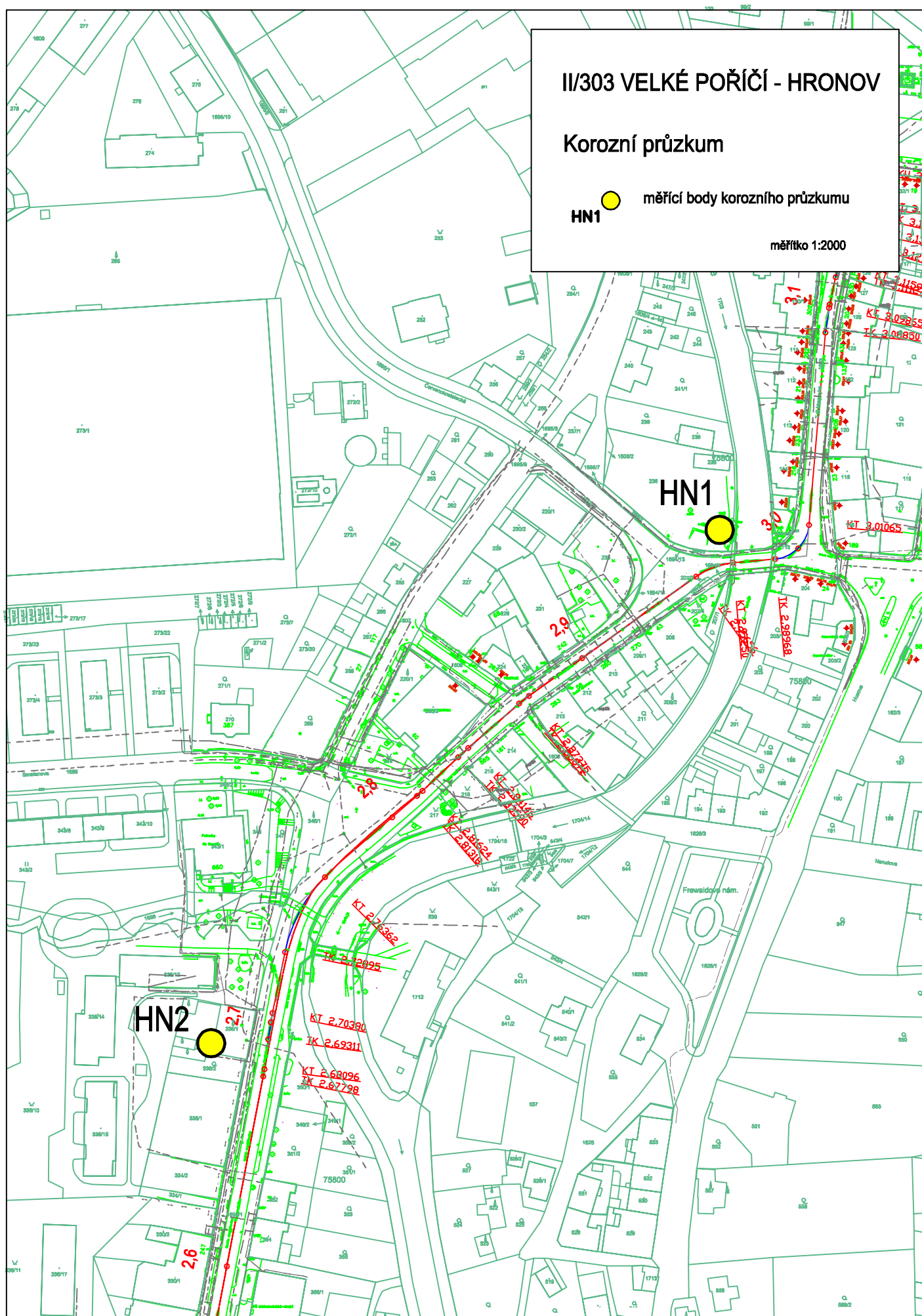
Výsledky laboratorních analýz

Silnice II/303 Velké Poříčí – Hronov (rekonstrukce)

Příloha 1

Celková situace měřících bodů korozního průzkumu

měřítko 1:2000



Silnice II/303 Velké Poříčí – Hronov (rekonstrukce)

Příloha 2

Průvodní listy sledovaných objektů:

SO202 Most 303-003 (silnice II/303 přes Metuji)
SO201 Most 303-002A (silnice II/303 přes Zbečnický potok)
(popis, situace viz příloha 1, fotodokumentace a naměřené výsledky)

Silnice II/303 Velké Poříčí – Hronov (rekonstrukce)

Příloha 2

Průvodní list SO 202

Most přes ř. Metuje ev.č.303-003 na komunikaci II/303
(*popis, situace viz příloha 1, fotodokumentace a naměřené výsledky*)

Akce: **Rekonstrukce**
II/303 Velké Poříčí - Hronov

Průvodní list objektu: **SO202**
Most přes ř. Metuje ev.č.303-003 na komunikaci II/303

Stručný popis:

Současný stav: Silniční most o jednom mostním otvoru, železobetonový oboustranně vetknutý oblouk, kamenné opěry. Při opravě nabetonovaná železobetonová deska tl.20-30 cm. Délka přemostění 15,6 m. Rok výstavby 1920 (údaje převzaty z evidence BMS).

Nový most: Nosná konstrukce je tvořena prefabrikovanými předpjatými nosníky typu SMP-T, spřaženy s monolitickou deskou tloušťky. Založení mostu bude provedeno hlubinně na pilotách. Spodní stavba mostu je tvořena dvěma opěrami, které zároveň slouží jako koryto řeky Metuje.

Zdroje ohrožení bludnými proudy:

V širším okolí mostu se nenacházejí významné zdroje bludných proudů. Elektrifikovaná trať ČD 031 se stejnosměrnou trakcí 3 kV_{ss} končí v Jaroměři ve vzdálenosti 22 km. Na polské straně je nejbližší elektrifikovaná trať v Klodzku – 33 km. Na mostě jsou vedeny sítě vč. trubních systémů.

Zástavba: Most je umístěn v intravilánu obce, nejbližší zástavba ve vzdálenosti 20 m.

Veřejné osvětlení: na objektu není aktuálně instalováno, je však v těsné blízkosti.

Stupeň ochranných opatření dle TP 124: stupeň 3
(průzkumné práce před realizací objektu pro sací koeficient $K_s=3$)

Stupeň agresivity horninového prostředí dle ČSN 038372/75 na ocel:

z hlediska vlivu bludných proudů:	stupeň III (zvýšená)
z hlediska měrného odporu:	stupeň I (velmi nízká)
z hlediska chemické agresivity:	stupeň IV (velmi vysoká)

Hustota proudového pole v půdě: 0,0044 mA/m²

Měrný odpor půdy ρ (minimální naměřená hodnota): 172 Ω m

Střídavá napětí (50 Hz) nepřevýšila: 2 mV_{ef}/m

(při stanovení hustoty proudového pole v půdě)

Souřadnice měřicího bodu HN1:

MB	Y[JTSK]	X[JTSK]	N[WGS84]			E[WGS84]		
HN1	612945	1015514	50	28	42,1	16	10	51,9

V příloze Průvodního listu

jsou uvedeny podrobněji specifikace naměřených veličin včetně záznamu elektrických veličin v časové i frekvenční oblasti a fotodokumentace.

Závěr a doporučení:

Pro most ev.č. 303-003 přes ř.Metuji v Hronově je stanoven dle TP124 stupeň č.3 základních ochranných opatření pro omezení vlivu bludných proudů. Doporučuje se aplikace primární, sekundární ochrany a konstrukčních opatření bez propojení výztuže a jejího vyvedení na povrch (dle TP124-kap.5.2, 5.3 a 5.4, příloha 8 - tab.1 s respektováním normy ČSN EN 206). Instalaci prvků nedestruktivní diagnostiky koroze ocelové výztuže nepožadujeme.

Obr.1

Most 303-003 je umístěn za stromy v centrální části fotografie – viz obr.2.
Měřicí bod HN1.



Obr.2

Most 303-003
Korozně narušená, odhalená výztuž



Obr.3

Most 303-003
Celkový pohled východním směrem na most. V levé části fotografie měřicí bod HN1.



Akce:
Rekonstrukce
II/303 Velké Poříčí - Hronov

Korozní průzkum

Hustota proudu v půdě v cizím proudovém poli dle ČSN 03 8365, ČSN EN 50162

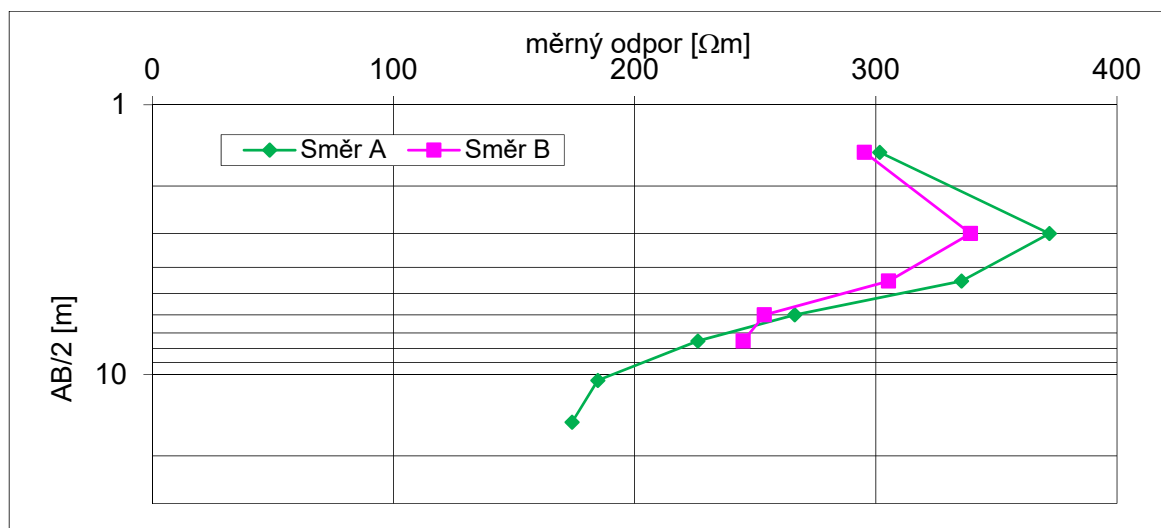
Měřicí bod: **HN1**

Tabulka 1/1

Cizí napětové pole U [mV/m]

Směr	Napětí U [mV/m]	Napětí U [mV/m] Prům. odchylka
A (0°)	-0,65	0,04
B (270°)	0,41	0,06

Střídavé napětí 50 Hz směr A-1 mV_{ef}/m, B-2 mV_{ef}/m



Měrný odpor ρ [Ωm]

Tabulka 2/1

Směr	Odpor ρ [Ωm]	Odpor ρ [Ωm]	Odpor ρ [Ωm]	Odpor ρ [Ωm]	Odpor ρ [Ωm]	Odpor ρ [Ωm]	Odpor ρ [Ωm]
	b=1 m	b=2 m	b=3 m	b=4,0 m	b=5,0 m	b=7,0 m	b=10,0 m
A	302	372	336	266	226	185	172
B	295	339	305	254	245	-	-

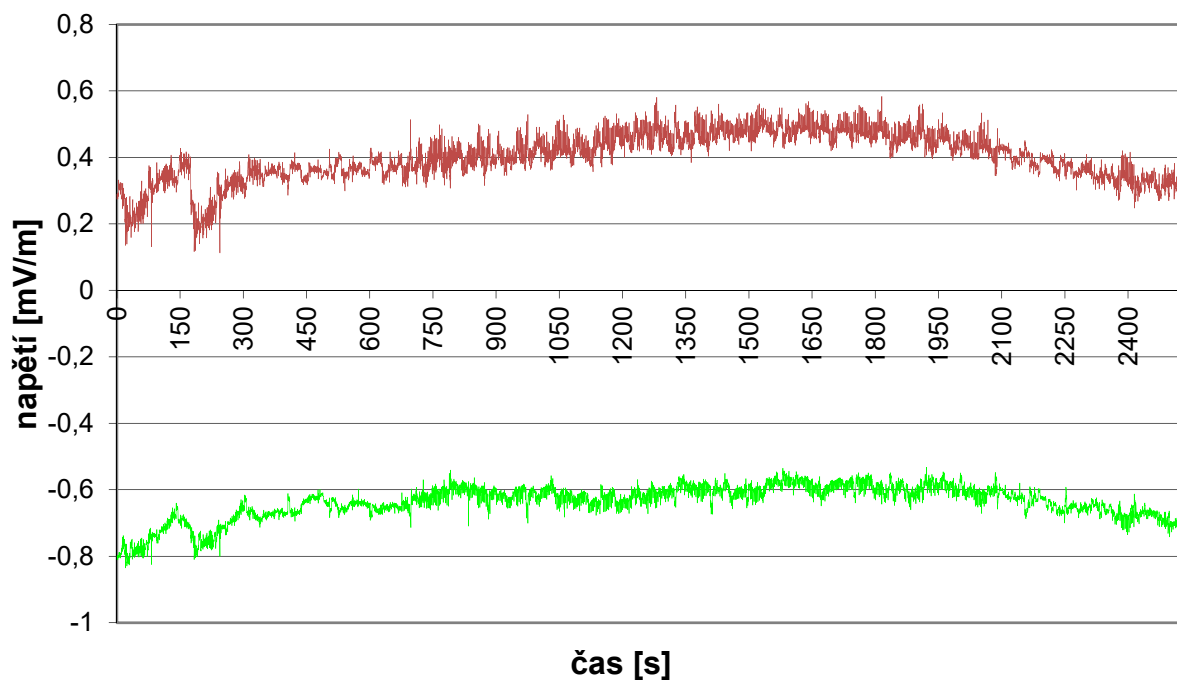
Hustota cizího proudového pole J_p [mA/m²] v zemi

Tabulka 3/1

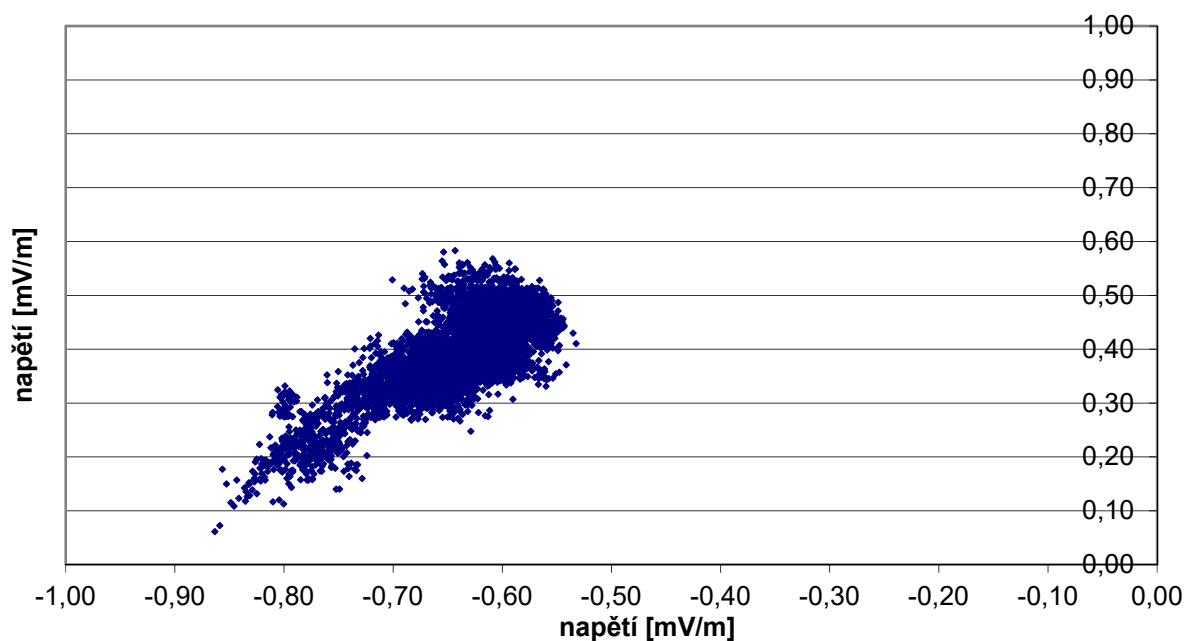
Směr	Napětí U [mV/m]	Odpor ρ [Ωm]	J_{pi} [mA/m ²]	$ J_p $ [mA/m ²]	φ [°]
A (0°)	-0,65	172	-0,0037		
B (270°)	0,41	172	0,0024	0,0044	212

Agresivita prostředí:

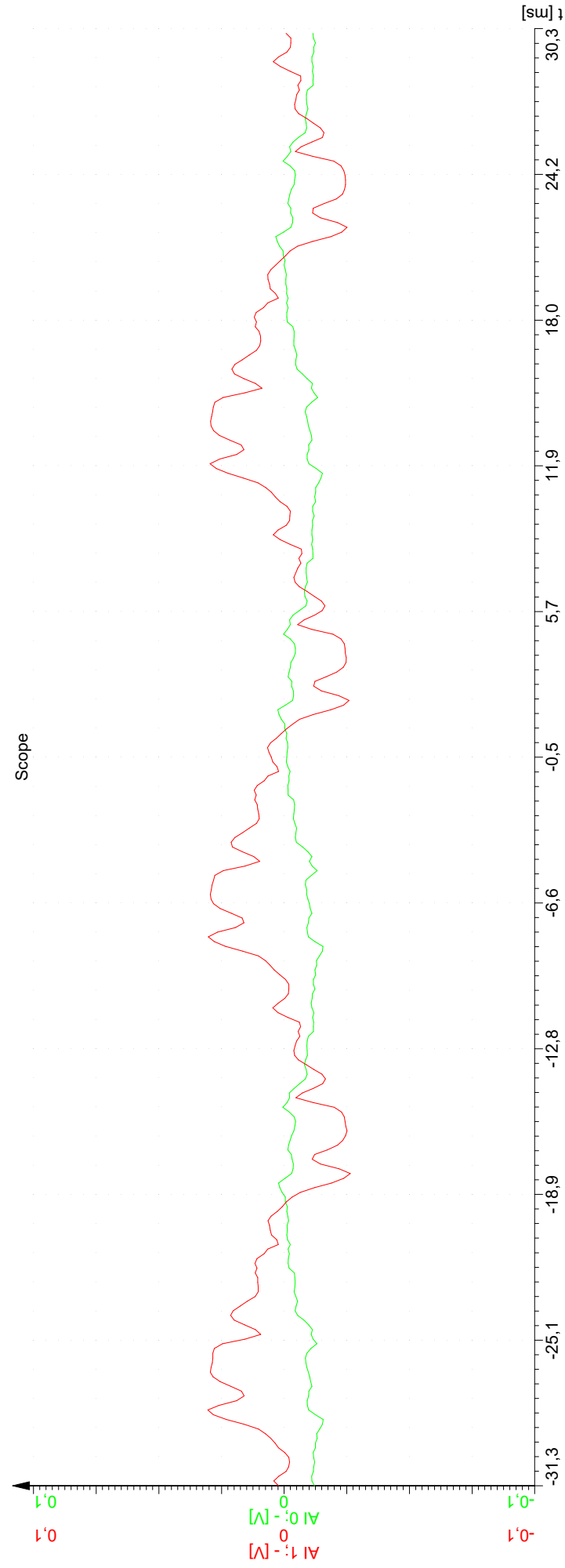
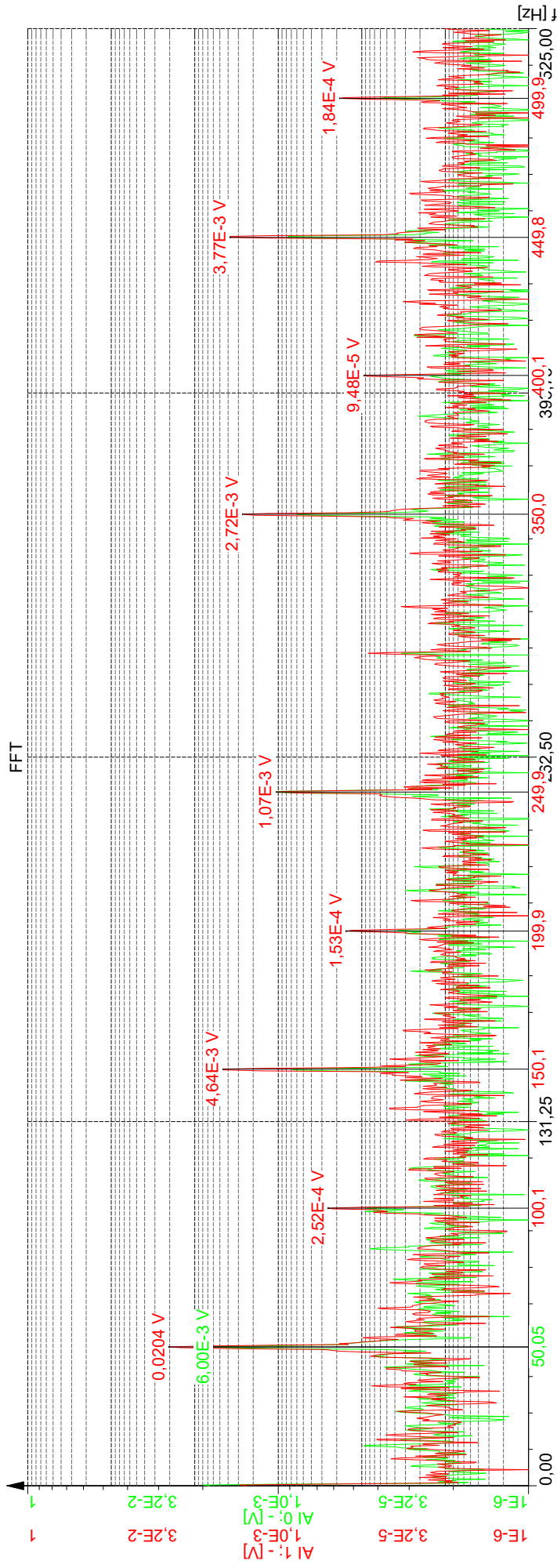
III



Stavba: **Měřicí bod: HN1, s.II/303 Velké Poříčí - Hronov**
 Cizí napěťové pole U[mV/m] v 1. časovém úseku ve **směru A**
 Cizí napěťové pole U[mV/m] v 1. časovém úseku ve **směru B**
 Souřadnice X: Čas T [s] – interval 0 až 2500 s
 Souřadnice Y: Hodnota napětí U[mV/m]
 Koefficient korelace k=0.78



Stavba: **Měřicí bod: HN1, s.II/303 Velké Poříčí - Hronov**
 Cizí napěťové pole U[mV/m] v 1. časovém úseku
 Souřadnice X: Hodnota napětí U[mV/m]-směr A
 Souřadnice Y: Hodnota napětí U[mV/m]-směr B



Silnice II/303 Velké Poříčí – Hronov (rekonstrukce)

Příloha 2

Průvodní list SO 201

Most 303-002A (silnice II/303 přes Zbečnický potok)
(popis, situace viz příloha 1, fotodokumentace a naměřené výsledky)

Akce: **Rekonstrukce**
II/303 Velké Poříčí - Hronov

Průvodní list objektu: **SO201**

**Most přes Zbečnický potok ev.č.303-002A (Hronov u splavu)
na komunikaci II/303**

Stručný popis:

Současný stav: Silniční most o jednom mostním otvoru, kameno-cihebný klenbový most, kamenné opěry. Opravy železobetonovou deskou (nad deskou poprsní zeď z kvádrového zdiva).

Na protivodní straně navazuje most na souvislé zakrytí vodoteče (železobetonová deska tvořící přechodovou konstrukci, a navazující rámové prefabrikáty). Délka přemostění 3 m. Rok výstavby 1865 (údaje převzaty z evidence BMS).

Nový most: Prefabrikované uzavřené rámy spojené s původními prefa rámy monolitickou částí.

Zdroje ohrožení bludnými proudy:

V širším okolí mostu se nenacházejí významné zdroje bludných proudů. Elektrifikovaná trať ČD 031 se stejnosměrnou trakcí 3 kV_{ss} končí v Jaroměři ve vzdálenosti 22 km. Na polské straně je nejbližší elektrifikovaná trať v Klodzku – 33 km. Na mostě jsou vedeny sítě vč. trubních systémů.

Zástavba: Most je umístěn v intravilánu obce, nejbližší zástavba ve vzdálenosti 18 m.

Veřejné osvětlení: na objektu není aktuálně instalováno, je však v těsné blízkosti

Stupeň ochranných opatření dle TP 124: stupeň 3

(průzkumné práce před realizací rekonstrukce objektu pro sací koeficient $K_s=3$)

Stupeň agresivity horninového prostředí dle ČSN 038372/75 na ocel:

z hlediska vlivu *bludných proudů*:

stupeň III (zvýšená)

z hlediska *měrného odporu*:

stupeň I (velmi nízká)

z hlediska *chemické agresivity*:

stupeň IV (velmi vysoká)

Hustota proudového pole v půdě:

0,0042 mA/m²

Měrný odpor půdy ρ (minimální naměřená hodnota):

155 Ω m

Střídavá napětí (50 Hz) nepřevýšila:

1 mV_{ef}/m

(při stanovení hustoty proudového pole v půdě)

Souřadnice měřícího bodu HN1:

MB	Y[JTSK]	X[JTSK]	N[WGS84]			E[WGS84]		
HN2	613150	1015721	50	28	34,7	16	10	42,7

V příloze Průvodního listu

jsou uvedeny podrobněji specifikace naměřených veličin včetně záznamu elektrických veličin v časové i frekvenční oblasti a fotodokumentace.

Závěr a doporučení:

Pro most ev.č. 303-002A přes Zbečnický potok v Hronově je stanoven dle TP124 stupeň č.3 základních ochranných opatření pro omezení vlivu bludných proudů. Doporučuje se aplikace primární, sekundární ochrany a konstrukčních opatření bez propojení výztuže a jejího vyvedení na povrch (dle TP124-kap.5.2, 5.3 a 5.4, příloha 8 - tab.1 s respektováním normy ČSN EN 206). Instalaci prvků nedestruktivní diagnostiky koroze ocelové výztuže nepožadujeme.



Obr. 1 a, b (dole) / 303-002A
 Most 303-002A
 a-Přítok Zbečnického p. do Metuje
 b-Most převádí silnici 303 přes zatrubněnou část Zbečnického p.
 Měřicí bod HN2 v zatrubněném pozemku v levé části fotografie



Akce:

Rekonstrukce II/303 Velké Poříčí - Hronov

Korozní průzkum

Hustota proudu v půdě v cizím proudovém poli dle ČSN 03 8365, ČSN EN 50162

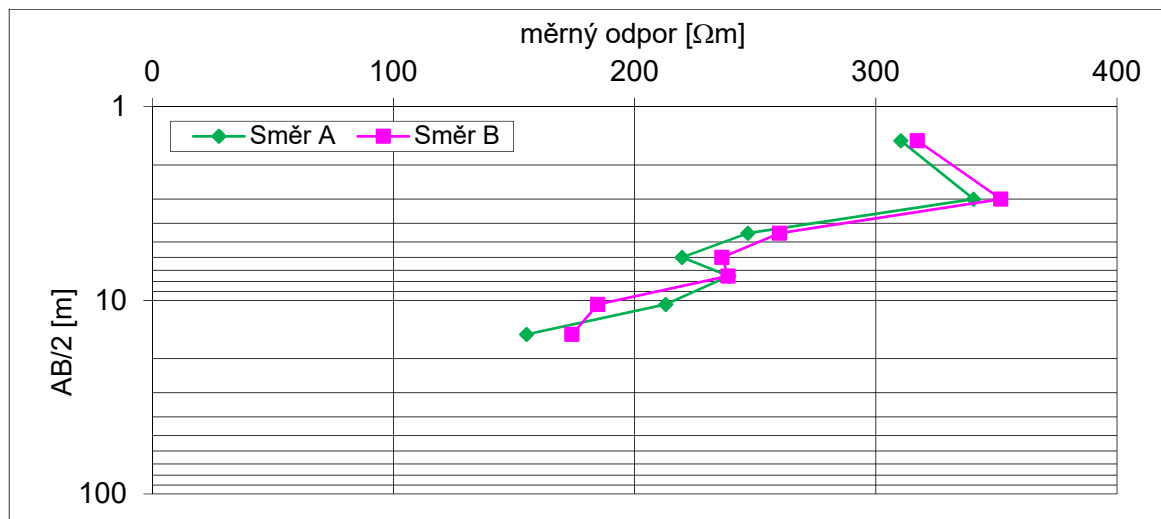
Měřicí bod: **HN2**

Tabulka 1/1

Cizí napětové pole U [mV/m]

Směr	Napětí U [mV/m]	Napětí U [mV/m] Prům. odchylka
A (0°)	-0,57	0,03
B (270°)	-0,36	0,02

Střídavé napětí 50 Hz směr A-1 mV_{ef}/m, B-1 mV_{ef}/m



Měrný odpor ρ [Ωm]

Tabulka 2/1

Směr	Odpor ρ [Ωm] b=1 m	Odpor ρ [Ωm] b=2 m	Odpor ρ [Ωm] b=3 m	Odpor ρ [Ωm] b=4,0 m	Odpor ρ [Ωm] b=5,0 m	Odpor ρ [Ωm] b=7,0 m	Odpor ρ [Ωm] b=10,0 m
A	310	341	247	220	239	213	155
B	317	352	260	236	239	185	174

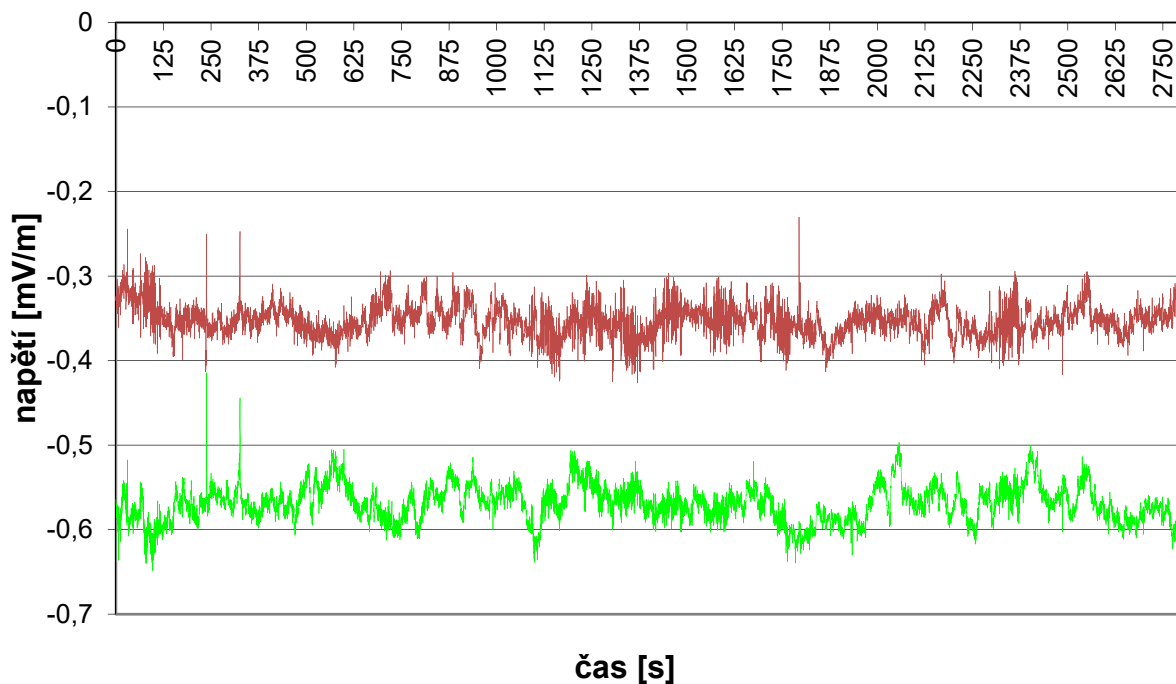
Hustota cizího proudového pole J_p [mA/m²] v zemi

Tabulka 3/1

Směr	Napětí U [mV/m]	Odpor ρ [Ωm]	J_{pi} [mA/m ²]	$ J_p $ [mA/m ²]	φ [°]
A (0°)	-0,57	155	-0,0037		
B (270°)	-0,36	174	-0,0021	0,0042	151

Agresivita prostředí:

III



Stavba: **Měřicí bod: HN2, s.II/303 Velké Poříčí - Hronov**

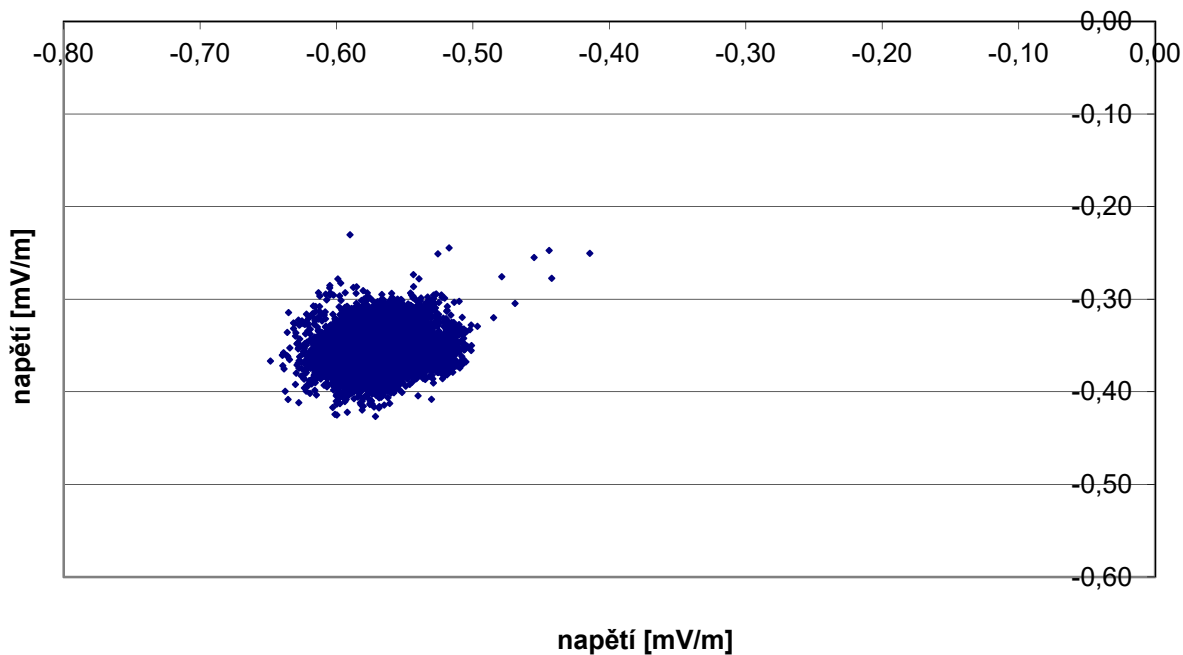
Cizí napěťové pole U[mV/m] v 1. časovém úseku ve **směru A**

Cizí napěťové pole U[mV/m] v 1. časovém úseku ve **směru B**

Souřadnice X: Čas T [s] – interval 0 až 2800 s

Souřadnice Y: Hodnota napětí U[mV/m]

Koeficient korelace $k=0.35$

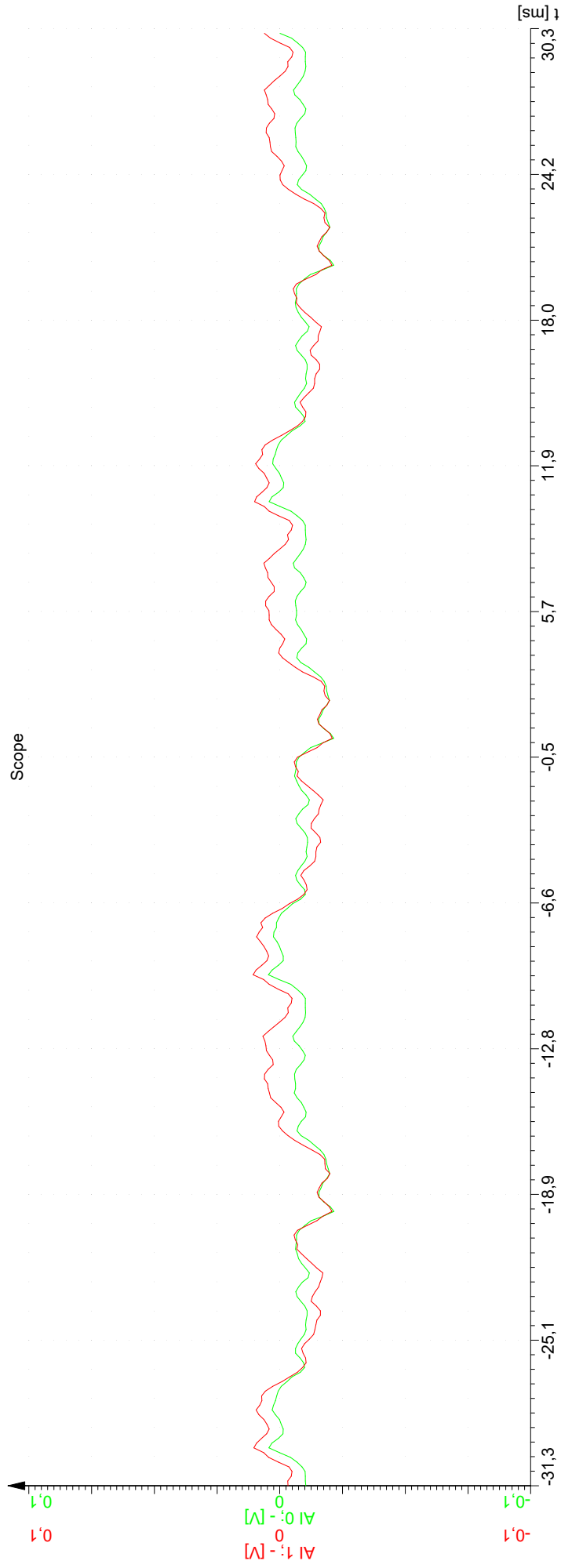
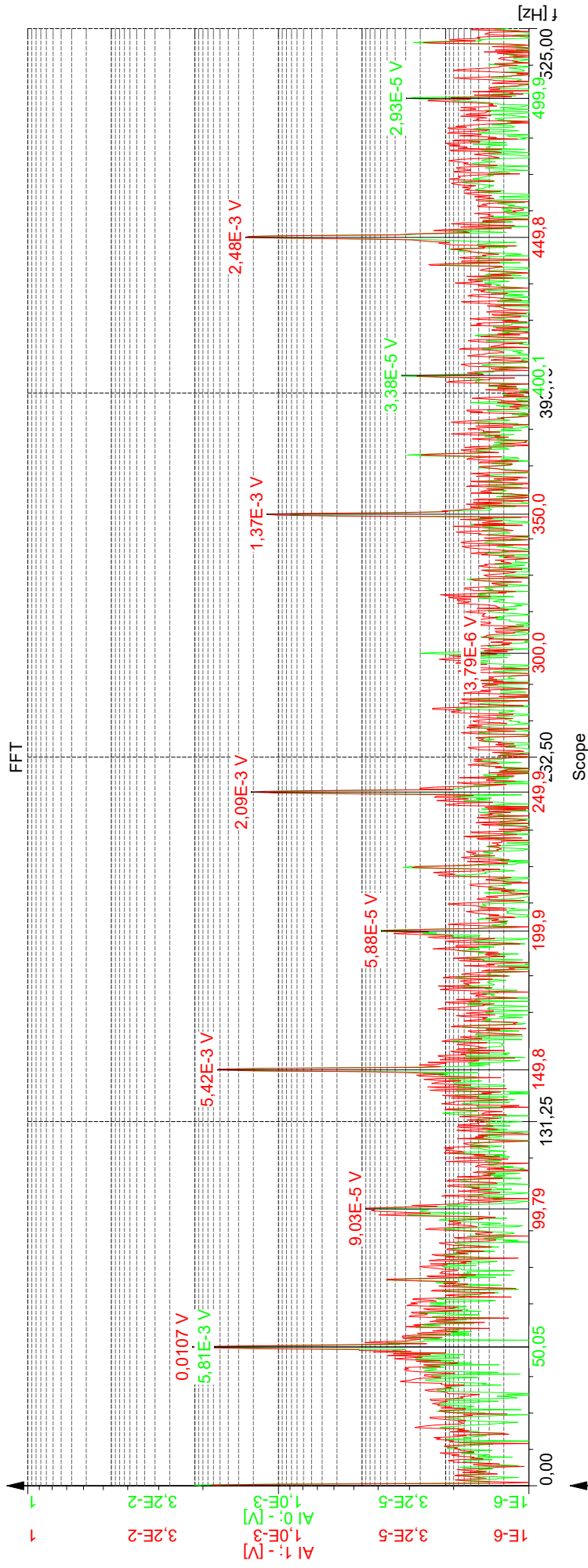


Stavba: **Měřicí bod: HN2, s.II/303 Velké Poříčí - Hronov**

Cizí napěťové pole U[mV/m] v 1. časovém úseku

Souřadnice X: Hodnota napětí U[mV/m]-směr A

Souřadnice Y: Hodnota napětí U[mV/m]-směr B



Silnice II/303 Velké Poříčí – Hronov (rekonstrukce)

Příloha 3

Výsledky laboratorních analýz

Zkušební protokol č. 88055

Strana 1/2

Zákazník: PUDIS a.s.
Nad Vodovodem 2/3258 Praha 10, 100 31

Akce: Hronov

Datum odběru: 18.11.2016
Odebral: zákazník
Datum dodání: 21.11.2016
Datum analýzy: 21.11. - 30.11.2016
Datum vyhotovení: 30.11.2016

Lab. číslo: 139380
Označení vzorku: HN 1
Matrice: voda

Chemický a fyzikální rozbor vody

pH při 25°C		7,7
elektrická vodivost	mS/m	37,2
KNK 4,5	mmol/l	2,4
ZNK 8,3	mmol/l	0,10
CO ₂ volný	mg/l	4,4
CO ₂ agres. dle Lehmann a Reuss	mg/l	0,68
CO ₂ agresivní na Fe výp. ⁿ	mg/l	0,97
vápník	mg/l	60
hořčík	mg/l	7,3
amonné ionty	mg/l	<0,1
sírany	mg/l	38
chloridy	mg/l	13
hydrogenuhličitan	mg/l	146

agresivita na beton (CSN 731214)

stupeň la
název slabá*
ukazatel -

stupeň agresivity na beton dle CSN EN 206

stupeň XA1*

* - veškeré sledované ukazatele jsou pod úrovní odpovídající slabé agresivitě dle příslušné CSN

**Zkušební protokol č. 88055**

Strana 2/2

Zákazník: PUDIS a.s.
Nad Vodovodem 2/3258 Praha 10, 100 31

Akce: Hronov

Datum odběru: 18.11.2016
Odebral: zákazník
Datum dodání: 21.11.2016
Datum analýzy: 21.11. - 30.11.2016
Datum vyhotovení: 30.11.2016

Lab. číslo: 139380
Označení vzorku: HN 1
Matrice: voda

Metody stanovení:**Pracoviště: Novákových 6, Praha 8**

pH při 25°C dle SOP 1 část A (ČSN ISO 10523)

elektrická vodivost dle SOP 2 (ČSN EN 27888)

ZNK 8,3, CO₂ volný, CO₂ agres. dle Lehmann a Reusse dopočtem dle SOP 3 (ČSN 75 7372, ČSN 75 7373, ČSN 83 520 část 35)

hydrogenuhličitan, KNK 4,5 dle SOP 4 (ČSN EN ISO 9963-1, ČSN 75 7373)

vápník odměrnou metodou dle SOP 6 (ČSN ISO 6058)

hořčík dopočtem z naměřených hodnot dle SOP 7 (ČSN ISO 6059)

amonné ionty dle SOP 8 (ČSN ISO 7150-1)

sírany odměrnou metodou dle SOP 11

chloridy dle SOP 12 (ČSN ISO 9297)

Položky označené * jsou mimo rozsah akreditace.

Na požádání poskytne laboratoř údaje o nejistotě měření.

Laboratoř ručí za zpracování vzorku od jeho dodání do laboratoře.

Výsledky analýz se týkají pouze uvedených vzorků. Protokol bez písemného souhlasu zkušební laboratoře nelze reprodukovat jinak než celý.

Za laboratoř schválil:
Ing. Jana Weissová, analytická pracovnice



Novákových 6
Praha 8, 180 00
tel.: 266 316 272

IČO: 63668360 DIČ: CZ63668360

**Odborné stanovisko k výsledkům č. 88055**

Strana 1/1

Zákazník: PUDIS a.s. **Akce:** Hronov
Nad Vodovodem 2/3258 Praha 10, 100 31

Datum odběru: 18.11.2016
Odebral: zákazník **Datum dodání:** 21.11.2016
Datum analýzy: 21.11. - 30.11.2016 **Datum vyhotovení:** 30.11.2016

Lab. číslo:	139380
Označení vzorku:	HN 1
Matrice:	voda

Dodaný vzorek vody č.139380 vykazuje vzhledem k hodnotě agresivní CO₂ velmi vysokou agresivitu na ocel (stupeň IV) dle ČSN 03 8375

Za laboratoř schválil:
Ing. Jana Weissová, analytická pracovnice



Novákových 6
Praha 8, 180 00
tel.: 266 316 272

IČO: 63668360 DIČ: CZ63668360

Zkušební protokol č. 88056

Strana 1/2

Zákazník: PUDIS a.s.
Nad Vodovodem 2/3258 Praha 10, 100 31

Akce: Hronov

Datum odběru: 18.11.2016
Odebral: zákazník
Datum dodání: 21.11.2016
Datum analýzy: 21.11. - 30.11.2016
Datum vyhotovení: 30.11.2016

Lab. číslo: 139381
Označení vzorku: HN 2
Matrice: voda

Chemický a fyzikální rozbor vody

pH při 25°C		8,1
elektrická konduktivita	mS/m	49,0
KNK 4,5	mmol/l	3,6
ZNK 8,3	mmol/l	0,050
CO ₂ volný	mg/l	2,2
CO ₂ agres. dle Lehmann a Reuss	mg/l	0
CO ₂ agresivní na Fe výp. ⁿ	mg/l	0
vápník	mg/l	68
hořčík	mg/l	17
amonné ionty	mg/l	<0,1
sírany	mg/l	58
chloridy	mg/l	23
hydrogenuhličitan	mg/l	220

agresivita na beton (CSN 731214)

stupeň la
název slabá*
ukazatel -

stupeň agresivity na beton dle CSN EN 206

stupeň XA1*

* - veškeré sledované ukazatele jsou pod úrovní odpovídající slabé agresivitě dle příslušné CSN

**Zkušební protokol č. 88056**

Strana 2/2

Zákazník: PUDIS a.s.
Nad Vodovodem 2/3258 Praha 10, 100 31

Akce: Hronov

Datum odběru: 18.11.2016
Odebral: zákazník
Datum dodání: 21.11.2016
Datum analýzy: 21.11. - 30.11.2016
Datum vyhotovení: 30.11.2016

Lab. číslo: 139381
Označení vzorku: HN 2
Matrice: voda

Metody stanovení:**Pracoviště: Novákových 6, Praha 8**

pH při 25°C dle SOP 1 část A (ČSN ISO 10523)

elektrická vodivost dle SOP 2 (ČSN EN 27888)

ZNK 8,3, CO₂ volný, CO₂ agres. dle Lehmann a Reusse dopočtem dle SOP 3 (ČSN 75 7372, ČSN 75 7373, ČSN 83 520 část 35)

hydrogenuhličitan, KNK 4,5 dle SOP 4 (ČSN EN ISO 9963-1, ČSN 75 7373)

vápník odměrnou metodou dle SOP 6 (ČSN ISO 6058)

hořčík dopočtem z naměřených hodnot dle SOP 7 (ČSN ISO 6059)

amonné ionty dle SOP 8 (ČSN ISO 7150-1)

sírany odměrnou metodou dle SOP 11

chloridy dle SOP 12 (ČSN ISO 9297)

Položky označené * jsou mimo rozsah akreditace.

Na požádání poskytne laboratoř údaje o nejistotě měření.

Laboratoř ručí za zpracování vzorku od jeho dodání do laboratoře.

Výsledky analýz se týkají pouze uvedených vzorků. Protokol bez písemného souhlasu zkušební laboratoře nelze reprodukovat jinak než celý.

Za laboratoř schválil:
Ing. Jana Weissová, analytická pracovnice



Novákových 6
Praha 8, 180 00
tel.: 266 316 272

IČO: 63668360 DIČ: CZ63668360

**Odborné stanovisko k výsledkům č. 88056**

Strana 1/1

Zákazník: PUDIS a.s. **Akce:** Hronov
Nad Vodovodem 2/3258 Praha 10, 100 31

Datum odběru: 18.11.2016

Odebral: zákazník

Datum dodání: 21.11.2016

Datum analýzy: 21.11. - 30.11.2016

Datum vyhotovení: 30.11.2016

Lab. číslo: 139381

Označení vzorku: HN 2

Matrice: voda

Dodaný vzorek vody č.139381 vykazuje vzhledem k hodnotě vodivosti velmi vysokou agresivitu na ocel (stupeň IV) dle ČSN 03 8375

Za laboratoř schválil:

Ing. Jana Weissová, analytická pracovnice



Novákových 6
Praha 8, 180 00
tel.: 266 316 272

IČO: 63668360 DIČ: CZ63668360