



Revitalizace Depozitáře Pouchov

**Modernizace zázemí pro personál
a ochrana fondu SVK v Hradci Králové**

Korozní průzkum

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

**Praha
červen 2023**

Název úkolu: **Revitalizace Depozitáře Pouchov
Modernizace zázemí pro personál a ochrana fondu SVK
(studijní a vědecká knihovna) v Hradci Králové
Korozní průzkum**

Zaměření úkolu: korozní průzkum

Použité metody: vertikální elektrické sondování, měření bludných proudů

Objednatel: **TECHNICO Opava s.r.o.**
Hradecká 1576/51
746 01 Opava
IČ / DIČ: 25849204 / CZ25849204

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

Číslo zak. zhotovitele: 23-066

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



Datum: červen 2023

Počet výtisků zprávy: 1 + digitálně

Rozdělovník: 1
digitálně

- archiv GEONIKA, s.r.o.
- TECHNICO Opava s.r.o.

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 **TECHNICO Opava s.r.o.** byl proveden pracovníky společnosti GEONIKA, s.r.o. korozní průzkum v rámci akce:

**Revitalizace Depozitáře Pouchov, modernizace zázemí
pro personál a ochrana fondu SVK (studijní a vědecká
knihovna) v Hradci Králové.**

V areálu depozitáře se nacházejí 4 objekty (objekty 2, 3 a 4 budou opraveny) a korozní průzkum se týká pouze **objektu 1**, který bude demolován a v jehož obrysech postavena nová vícepodlažní hala.

Cílem korozního průzkumu bylo zjistit intenzitu stejnosměrných bludných proudů a stanovit měrné odpory hornin v místě nového **objektu 1**.

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

Výchozím podkladem pro vytyčení a zakreslení měřeného bodu byla situace projektovaného objektu. Vytyčení měřeného bodu provedli pracovníci společnosti GEONIKA, s.r.o. co nejbližší k danému objektu při jeho JZ straně.

2. METODIKA MĚŘENÍ A VYHODNOCOVÁNÍ

Terénní měření proběhlo v červnu 2023 za oblačného počasí s teplotou cca 25°C. V zájmovém prostoru byl změřen 1 registrační bod BP1. Poloha registračního bodu je zakreslena v situaci v Příl. 1. Na registračním bodě byla stanovena hustota bludných proudů a měrné odpory a orientační mocnosti geoelektrických vrstev.

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 intervalu 5s. Napětí bylo snímáno dvěma digitálními multimetry s automatickou registrací UT181A 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 zájmovém prostoru. Délka měřicích dipólů byla 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 registračním bodě BP1 jsou přehledně uvedeny v tabulce v kapitole 3. V situaci v Příl. 1 je dále zakreslen vektorový diagram, který podává informaci o směrech a velikostech elektrického pole bludných proudů.

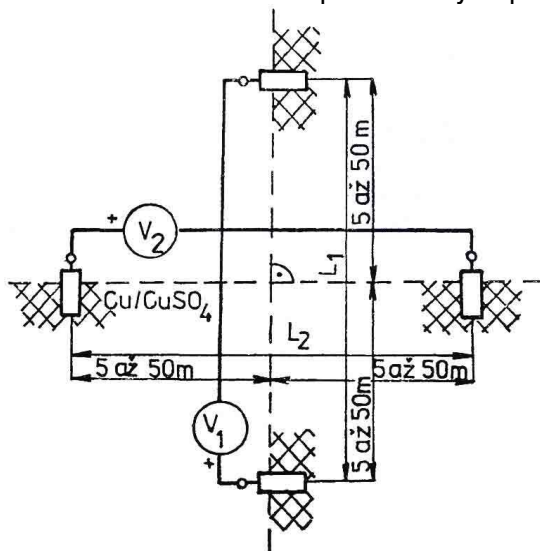


Schéma zapojení měřicí soustavy

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 $100\text{ M}\Omega$ 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 křivky VES byly zjištěny změny měrného odporu hornin ve vertikálním směru v bodě odpovídajícím středu uspořádání AMNB. Interpretace změřené křivky zdánlivých měrných odporů byla provedena na počítači řešením inverzní úlohy. K výpočtu modelové křivky 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 křivky VES jsou souhrnně uvedeny v tabulce v kapitole 3. V bodě BP1 byly zastiženy a interpretovány tři geoelektrické vrstvy.

2. 3. Zpracování naměřených hodnot

V 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 tabulce v kapitole 3, celková klasifikace prostředí v místě nového **objektu 1** je potom přehledně shrnuta v kapitole 4.

3. VÝSLEDKY MĚŘENÍ

V následující tabulce jsou shrnuty výsledky měření.

REGISTRAČNÍ BOD BP 1						
Elektrické pole BP		Měrný odpor a hloubka vrstvy		Hustota BP	Klasifikace prostředí z hlediska	
Intenzita $E[\text{mV/m}]$	Azimut (stupně)	$\rho [\Omega\text{m}]$	$h [\text{m}]$	$J [\text{mA/m}^2]$	měrných odporů	bludných proudů
$E_{+-} = 1.05$	103	410	1.1	$2.56\text{E-}03$	I	II
		42	3.3	$2.50\text{E-}02$	III	III
		31	> 3.3	$3.39\text{E-}02$	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 je prostředí z hlediska agresivity vůči kovovým konstrukcím klasifikováno v místě dané lokality následujícím způsobem:

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

- * TP 124 – *Základní ochranná opatření pro omezení vlivu bludných proudů na mostní objekty a ostatní betonové konstrukce pozemních komunikací (2008)*
- * Metodický pokyn dokumentace elektrických a geofyzikálních měření betonových mostů pozemních komunikací (2008)
- * Technologickým předpisem VUIS Bratislava - *Ochrana ocelové výztuže betonu proti korozi v agresivním prostředí a proti účinkům bludných proudů, 1985*
- * Zákon č. 13/1997 Sb. o pozemních komunikacích
- * Vyhláška č. 104/1997 Sb. Ministerstva dopravy a spojů, kterou se provádí zákon o pozemních komunikacích
- * Vyhláška č. 131/1998 Sb. Ministerstva pro místní rozvoj o územně plánovacích podkladech a územně plánovací dokumentaci
- * 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 : 500

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. II – III.***

4. ZDROJE BLUDNÝCH PROUDŮ

Hlavním zdrojem bludných proudů je železniční trať Hradec Králové – Týniště nad Orlicí, která je vzdálená od objektu 1 cca 120 m, je elektrifikována stejnosměrnou trakcí 3 kV. Zdrojem bludných proudů mohou být také katodicky chráněné plynovody a vodovody ve větších vzdálenostech od areálu.

5. DOPORUČENÁ OCHRANNÁ OPATŘENÍ

Korozní agresivita je dle ČSN 03 8372 z hlediska hustoty proudu v cizím proudovém poli ve stupni č. II – III. V objektu 1 navrhujeme uvažovat stupeň ochranných opatření č. 3 dle TP 124.

Podrobně jsou ochranná opatření pro omezení bludných proudů na betonové konstrukce zpracována ve výše citované TP124 (str. 24 a další). Podle této publikace se pro daný stupeň ochranných opatření navrhuje **primární ochrana** (str. 24-25 TP124) a **sekundární ochrana** (str. 25-26 TP124).

Dále se navrhuje **konstrukční opatření**, která omezují vliv bludných proudů (str. 26-33 TP124). Pro korozní agresivitu stupně III se **nenavrhuje** požadavek na provaření výztuže.

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, ČSN EN 206-1 změna 3 a TP124.

Krytí výztuže z vnější strany železobetonových konstrukcí v přímém styku se zemínou 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. 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 .

Použití elektricky vodivých (kovových) distančních podložek pro krytí výztuže je nepřijatelné. Je nutno použít betonové distančníky.

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 $1.10^{12} \Omega\text{m}$.

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. 3 se u spodní stavby nepožaduje provaření výztuže.

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 jednotlivých staveb zástavby vstoupila a byla zakončena na rozpojitelné svorce.

Nepožaduje se měření vlivu bludných proudů po dokončení nové stavby, bude provedeno pouze měření zemního odporu zemnicí soustavy.

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

Uzemnění objektu 1 v areálu Studijní a technické knihovny doporučujeme situovat do vrstvy s pokud možno nízkým měrným odporem, tj. do hloubky větší než 1.1 m, kde byla v místě registračního bodu BP1 interpretována vrstva s měrným odporem 42 Ω m.

