



## **FN Brno Gynekologicko-porodnická klinika**

### **Korozní průzkum**

**Autoři zprávy: RNDr. Pavel Nikl  
Bc. Tomáš Chalupník**

**Praha  
říjen 2021**

**Název úkolu: FN Brno**

**Gynekologicko-porodnická klinika  
Korozní průzkum**

Zaměření úkolu: korozní průzkum

Použité metody: vertikální elektrické sondování, měření bludných proudů

Objednatel: **JIKA-CZ, s.r.o.**  
Dlouhá 103/17, 500 03 Hradec Králové  
IČ / DIČ: 25917234 / CZ25917234

Číslo objednávky: O21-0024-2

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

Číslo zak. zhotovitele: 21-095

Autoři zprávy: RNDr. Pavel Nikl  
Bc. Tomáš Chalupník

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

Odborná způsobilost zhotovitele: RNDr. Pavel Nikl  
MŽP ČR poř. č. 1729/2003



Datum: říjen 2021

Počet výtisků zprávy: 1

Rozdělovník: digitálně - JIKA-CZ, s.r.o.  
1 - archiv GEONIKA, 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 č. O21-0024-2 společnosti **JIKA, s.r.o.** provedli pracovníci společnosti **GEONIKA, s.r.o.** základní korozní průzkum v rámci akce

**„FN Brno – Gynekologicko-porodnická klinika“.**

Cílem korozního průzkumu bylo zjistit intenzitu stejnosměrných bludných proudů a stanovit měrné odpory hornin pro projektované stavby nové GPK a CKTCH.

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 projektované stavby. Vytyčení a zaměření měřených bodů pomocí GPS provedli pracovníci společnosti **GEONIKA, s.r.o.**

### **2. METODIKA MĚŘENÍ A VYHODNOCOVÁNÍ**

Terénní měření proběhlo v září 2021 za polojasného počasí s teplotou cca 22°C. V zájmové ploše byly vytyčeny a změřeny celkem dva registrační body BP1 a BP2. Na každém registračním bodě byla stanovena hustota bludných proudů a měrné odpory a orientační mocnosti geoelektrických vrstev. Poloha registračních bodů je zakreslena v situaci v Příl. 1.

## 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/CuSO<sub>4</sub> 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 Lutron DM-9962SD se vstupním odporem 10 MΩ.

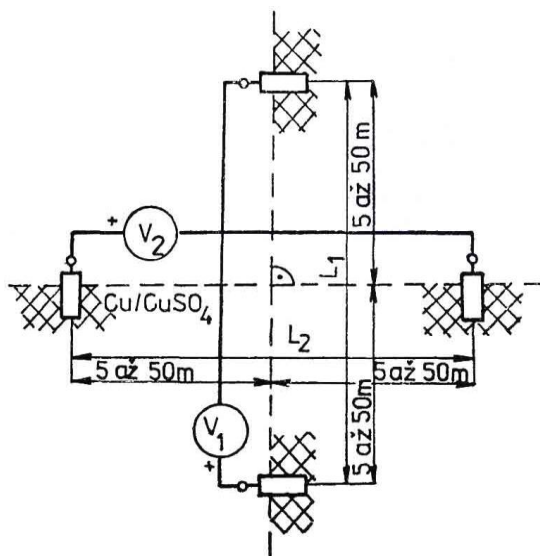
Polarita vstupních svorek přístroje byla vždy zvolena takto:

svorka M kladná (označení M<sup>+</sup>)

svorka N záporná (označení N<sup>-</sup>).

Napětí N<sub>1</sub> bylo snímáno z elektrod M<sup>+</sup>N<sub>1</sub><sup>-</sup> a napětí N<sub>2</sub> bylo snímáno z elektrod M<sup>+</sup>N<sub>2</sub><sup>-</sup> umístěných kolmo po směru hodinových ručiček k elektrodám M<sup>+</sup>N<sub>1</sub><sup>-</sup>. Dipóly byly orientovány dle terénních možností v prostoru projektovaných objektů. Délka měřicích dipólů byla vždy M<sup>+</sup>N<sub>1</sub><sup>-</sup> = M<sup>+</sup>N<sub>2</sub><sup>-</sup> = 10 m. Schéma zapojení měřicí soustavy je zobrazeno na následném obr. 1. Z naměřeného napětí byla spočítána intenzita elektrického pole bludných proudů **E**.

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



Obr.1 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 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 bodě BP1 byly zastiženy a interpretovány tři geoelektrické vrstvy, v bodě BP2 byly zastiženy a interpretovány dvě 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  $\rho$  je měrný odpor vrstvy.

Na základě výsledků měření byla v souladu 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 je potom přehledně shrnuta v kapitole 4.

## 3. VÝSLEDKY MĚŘENÍ

V následujících tabulkách jsou shrnuty výsledky měření.

REGISTRAČNÍ BOD BP1						
Elektrické pole BP		Měrný odpor a hloubka vrstvy		Hustota BP	Klasifikace prostředí z hlediska	
Intenzita E[mV/m]	Azimut (stupně)	$\rho$ [ $\Omega$ m]	h [m]	J [mA/m <sup>2</sup> ]	měrných odporů	bludných proudů
E+-= 1.54	284	68	0,8	2,26E-02	II	III
		7	> .8	2,20E-01	IV	IV

REGISTRAČNÍ BOD BP2						
Elektrické pole BP		Měrný odpor a hloubka vrstvy		Hustota BP	Klasifikace prostředí z hlediska	
Intenzita E[mV/m]	Azimut (stupně)	$\rho$ [ $\Omega$ m]	h [m]	J [mA/m <sup>2</sup> ]	měrných odporů	bludných proudů
E--= .57	283	73	0,9	7,81E-03	II	III
		8	> .9	7,13E-02	IV	III

#### 4. ZÁVĚR

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 projektovaných stavebních objektů následujícím způsobem:

##### Budova GPK

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

##### Budova CKTCH

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

#### B. VYHODNOCENÍ KOROZNÍHO PRŮZKUMU

## 1. ÚVOD

Potřeba řešit protikorozní 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)
- 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. 500/2006 Sb., o územně analytických podkladech, územně plánovací dokumentaci a způsobu evidence územně plánovací činnosti
- Technické kvalitativní podmínky pro dokumentaci staveb pozemních komunikací
- ČSN 03 8350 - *Požadavky na protikorozní 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 protikorozní ochrany podzemních kovových zařízení*

## 2. VÝCHOZÍ PODKLADY

- základní korozní průzkum
- situace

## 3. KOROZNÍ AGRESIVITA HORNIN

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

***Korozní agresivita z hlediska měrných odporů je u GPK dle ČSN 03 8372 ve stupni č. II - IV a z hlediska hustoty proudu v cizím proudovém poli ve stupni č. III - IV.***

***Korozní agresivita z hlediska měrných odporů je u CKTCH dle ČSN 03 8372 ve stupni č. II - IV a z hlediska hustoty proudu v cizím proudovém poli ve stupni č. III.***

## 4. ZDROJE BLUDNÝCH PROUDŮ

Hlavním zdrojem bludných proudů jsou zřejmě trafostanice v areálu FN, kterých je v současnosti sedm a v budoucnosti budou ještě tři trafostanice postaveny, z nichž jedna bude přímo v budově GPK. V blízkosti registračních bodů jsou tři trafostanice, z nichž nejbližší je od registračního bodu BP1 vzdálená asi 80 m a od bodu BP2 asi 140 m. Další možné zdroje bludných proudů jsou již vzdálenější – viz další odstavec.

Zdrojem stejnosměrných bludných proudů mohou být také tramvajová tratě, které jsou napájené stejnosměrnou trakcí 600 V, ale které jsou od zájmové plochy vzdálené cca 1 600 m (Vídeňská ulice a ulice Hlinky). Nejbližší železniční trať Brno – Střelice není elektrifikována. Železniční trať Brno – Břeclav je elektrifikována střídavou trakcí 25 kV / 50 Hz a z hlediska stejnosměrných bludných proudů by neměla mít vliv. Dalším zdrojem bludných proudů mohou katodicky chráněné produktovody.

## 5. DOPORUČENÁ OCHRANNÁ OPATŘENÍ

***Korozní agresivita je dle ČSN 03 8372 z hlediska hustoty proudu v cizím proudovém poli je u GPK ve stupni č. IV, u CKTCH ve stupni č. III.***

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 IV se u spodní stavby **navrhuje** požadavek na provaření výztuže, pro korozní agresivitu stupně III se u spodní stavby **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 zemí 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  $\text{Cl}^-$  menší než 0.4% hmotnosti cementu. Přísady pro snazší dosažení zpracovatelnosti nesmí obsahovat více než 0.1%  $\text{Cl}^-$ . Obsah  $\text{Cl}^-$  v záměsové vodě nesmí být větší než 500 mg  $\text{Cl}^-/\text{l}$ .

Použití elektricky vodivých (kovových) distančních podložek pro krytí výztuže je nepřípustné. 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  $1 \cdot 10^{12} \Omega \text{m}$ .

### **Konstrukční opatření**

Hlavní zásadou těchto návrhů je z korozního hlediska minimalizovat tvorbu makro a mikroclánků 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, pro stupeň ochranných opatření č. 4 se u spodní stavby požaduje 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 plánované novostavby vstoupila a byla zakončena na rozpojitelné svorce.

Nepožaduje se měření vlivu bludných proudů po dokončení 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 spodní stavby pro jednotlivé inženýrské sítě musí být v elektroizolačním provedení.