

Ochrana staveb proti agresivnímu prostředí a bludným proudům

ČESKÁ KOMORA AUTORIZOVANÝCH INŽENÝRŮ A TECHNIKŮ ČINNÝCH VE
VÝSTAVBĚ

Rada pro podporu rozvoje profese ČKAIT

Autor: Ing. Josef Polák, CSc.

ČÁST 14 PŘÍKLADY EXPERTNÍCH POSUDKŮ

14.1	PŘÍKLAD EXPERTNÍHO POSUDKU č. 1– MULTIFUNKČNÍ SPORTOVNÍ A KULTURNÍ PAVILON BRNO	2
1	ÚVOD.....	2
2	POUŽITÉ PODKLADY	3
3	PŘEHLED NOREM A PŘEDPISŮ VZTAHUJÍCÍCH SE K DANÉ PROBLEMATICE	3
4	VÝSLEDKY KOROZNÍHO PRŮZKUMU V MÍSTĚ STAVBY	4
5	ZDROJ BLUDNÝCH PROUDŮ	5
6	NAVRHOVANÁ OPATŘENÍ	5
7	POSOUZENÍ NAVRŽENÉ UZEMŇOVACÍ SOUSTAVY.....	8
8	LITERATURA.....	9
14.2	PŘÍKLAD EXPERTNÍHO POSUDKU č. 2 – POLYFUNKČNÍ CENTRUM AFI VOKOVICE	10
1	ÚVOD.....	14
2	POUŽITÉ PODKLADY	14
3	PŘEHLED NOREM A PŘEDPISŮ VZTAHUJÍCÍCH SE K DANÉ PROBLEMATICE	15
4	VÝSLEDKY KOROZNÍHO PRŮZKUMU V MÍSTĚ STAVBY	16
5	ZDROJ BLUDNÝCH PROUDŮ	17
6	NAVRHOVANÁ OPATŘENÍ	18
7	POSOUZENÍ NAVRŽENÉ UZEMŇOVACÍ SOUSTAVY.....	21
8	TECHNICKÁ INFRASTRUKTURA	22
9	LITERATURA.....	23
14.3	PŘÍKLAD EXPERTNÍHO POSUDKU č. 3 – BLOK SM8-BYTOVÝ DŮM, SMÍCHOV CITY-SEVER - 3. ETAPA	25
1	ÚVOD.....	25
2	POUŽITÉ PODKLADY	26
3	PŘEHLED NOREM A PŘEDPISŮ VZTAHUJÍCÍCH SE K DANÉ PROBLEMATICE	26
4	VÝSLEDKY KOROZNÍHO PRŮZKUMU V MÍSTĚ STAVBY	27
5	ZDROJ BLUDNÝCH PROUDŮ	28
6	NAVRHOVANÁ OPATŘENÍ	28
7	POSOUZENÍ NAVRŽENÉ UZEMŇOVACÍ SOUSTAVY.....	30
8	POSOUZENÍ INTERFERENCE V MÍSTĚCH KŘÍŽENÍ PLÁNOVANÝCH ŽELEZNIČNÍCH TUNELŮ NOVÉ NAPOJENÍ II S UZEMŇOVACÍMI SOUSTAVAMI BLOKŮ SM1 A SM2.....	31
9	LITERATURA.....	31

14.1 PŘÍKLAD EXPERTNÍHO POSUDKU č. 1– MULTIFUNKČNÍ SPORTOVNÍ A KULTURNÍ PAVILON BRNO

Technická zpráva

Místo stavby:	Brno, Brněnské výstaviště	
Investor:	Veletrhy Brno, a.s., Výstaviště 405/1, 603 00 Brno	
Generální projektant:	Společnost Arch. Design a A PLUS, Brno	
Objednatel posudku / HIP:	Arch. Design, s.r.o, Sochorova 23, 616 00	
Část projektu:	Ochrana stavby proti bludným proudům	
Stupeň:	DPS – Expertní posudek	
Vypracoval:	Ing. Josef Polák, CSc.	
Číslo dokumentace:	02/05/2021	
Datum:	květen 2021	
Obsah:	Počet stran technické zprávy:	8 A4
Počet výkresů:	3 ks	3 A4
CELKEM	11 A4	

Seznam výkresů

Výkres č. 1	Situace (1: 3000) širších vztahů s vyznačením vzdáleností od zdrojů bludných proudů a jejich šíření (železnice, tram.)	1 A4
Výkres č. 2	Situace MFH (1 : 2100) s vyznačením bodů korozního průzkumu (č.BP1 až BP5) a sond (JV 101 až JV 104)	1 A4
Výkres č. 3	Situace (1 : 900) uspořádání mřížového zemniče z pásů Fe 60/5 mm pod základovou deskou v podkladním betonu C16/20 pod 2.PP. Detaily připojení svodů hromosvod a uzem. přívodů k uzemnění	1 A4

Technická zpráva

1 ÚVOD

Objednatel Arch. Design, s.r.o objednávkou č. B-19-103-00_OB-014 ze dne 19. 3. 2021 požádal v rámci DPS o vypracování expertního posudku části „Ochrana stavby proti bludným proudům“.

Mezioborová koordinace byla provedena e-mailovou korespondencí. Výsledky korozního a inženýrsko-geologického průzkumu jsou zpracovány do této části PD a týkají se stavební části, části elektro – hromosvod, uzemnění a technické infrastruktury (přípojek). Podklady pro zpracování části elektro-hromosvod, uzemnění (výkres č. 3) obdržel B. Bartoň (Explan) e-mailem dne 18. 4. 2021.

2 POUŽITÉ PODKLADY

2.1

DSP MFH Brno, Souhrnná technická zpráva, situace koordinační širších vztahů, výkresy (půdorys, řezy), 07/2020

2.2

Základní korozní průzkum, vyprac. INSET, s.r.o, Divize Brno (Mgr. O. Tkadleček), 03/2021

2.3

Inženýrskogeologický průzkum, vyprac. Geodrill s.r.o Brno (Mgr. Vít Ambrož), 04/2020

2.4

Hromosvod, uzemnění – výkres č. D.1.4 .07/197, vyprac. Explan,s.r.o (Karel Jonáš), 05/2021

2.5

E-mailová korespondence v údobí 03/2021 – 05/2021

3 PŘEHLED NOREM A PŘEDPISŮ VZTAHUJÍCÍCH SE K DANÉ PROBLEMATICE

3.1

Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb, ve znění pozdějších předpisů, Příloha č.1, odst.B.2.11, písm. b a Příloha č.2, odst.B.2.7, písm. b –Ochrana před bludnými proudy

3.2

ČSN 03 8350-96 Požadavky na protikorozní ochranu úložných zařízení, čl. 4.13, příloha D

3.3

ČSN EN 50162 (341521) – 2005 Ochrana před korozi bludnými proudy ze stejnosměrných proudových soustav, odst. 8, příloha C

3.4

TPG 920 25–2007 – Technická pravidla ČPS: Omezení korozního účinku bludných a interferenčních proudů na úložná zařízení, odst. 4, 5, odst. 8.3., 8.4. 8.4.1.1., 8.4.1.2., 8.4.1.3.)

3.5

ČSN 2000-50-54 Elektrotechnické předpisy, kapitola 54: Uzemnění a ochranné vodiče, čl. 542.1.3., tab. 54A, čl. 542.N.6.

3.6

ČSN EN 62305-3 (2006) – Ochrana před bleskem, odst. 5.4., odst. E.4.3., odst. E.5.4.

3.7

Prospekt firmy Hauff-technik GmbH & CoKG, D-89542, Herbrechtingen, SRN v zastoupení s.r.o. Bettra, Přístavní 55, Praha 8. Napojení na zemnění, HEA systém (Průchodky a napojení na zemnění, bleskosvod)

4 VÝSLEDKY KOROZNÍHO PRŮZKUMU V MÍSTĚ STAVBY

4.1 ZÁVĚRY Z INŽENÝRSKOGEOLOGICKÉHO PRŮZKUMU

Stavba se nachází v městské části Brno-střed v areálu Výstaviště Brno. Zájmový prostor je vymezen ulicemi Bauerova, Křížkovského a Hlinky (viz *výkres č.1 a 2*). Nadmořská výška terénu je v rozmezí 207,62 až 208,72 m.n.m. +/- 0 = 207,80 m.n.m.

Horninový podklad (v úrovni základové spáry) je tvořen jemnozrnným pískovcem (JV 101) a vápnitým jílem JV102-JV104).

Podzemní voda se ustálila na kótě 204,70 m.n.m., tedy nad úrovní základové spáry (201,33 až ca 200,00 m.n.m. Ocelové pásy 60/5 mm v betonovém obložení budou uloženy min. 50 mm od základové spáry v hloubce ca 7 až 8 m pod terénem.

4.2 VÝSLEDKY ROZBORU VZORKU PODZEMNÍ VODY U JV 103

Vzorek byl odebrán z hloubky 4,3 m s těmito výsledky laboratorních zkoušek:

Elektrická konduktivita: $\gamma = 526 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ($\rho_v = 10^6 / 526 = 1901 \Omega\text{cm} \approx 19 \Omega\text{m}$).

pH = 7,58, chloridy: 15,4 mg/l; sírany: 34,9 mg/l; CO₂ agresivní: 20,7 mg/l.

Podle ČSN EN 206-1 je stupeň agresivity na beton: . XA1.

Podle ČSN 03 8372 je agresivita na ocel vysoká (IV.stupeň); $\gamma \geq 430 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.

4.3 GEOELEKTRICKÝ PRŮZKUM

Dne 9. 3. 2021 bylo realizováno měření na pěti stanovištích (body BP1 až BP5) – viz *výkres č. 2*.

Byla použita Wennerova metoda podle ČSN 03 8363 s rozstupem měřicích elektrod $a = 1,6; 3,2; 4,8; 8 \text{ m}$:

Hodnoty rezistivity ρ (Ωm) vrstvy:

	0 - 1,6 m:	0 – 3,2 m:	0 – 4,8 m:	0 – 8,0 m:
BP 1:	106	113	99	57
BP 2:	145	118	78	63
BP 3:	158	177	191	130
BP 4:	167	144	173	101
BP 5:	110	110	123	81

Pro další výpočty pro úroveň 200 až 202 m.n.m. pro vápnitý jíl (v hl. 7,0 – 8,0 m). uvažujeme s bezpečnou hodnotou (pro výpočet zemního odporu uzemnění): $\varnothing \rho = 180 \Omega\text{m}$.

4.4 STANOVENÍ PŘÍTOMNOSTI BLUDNÝCH PROUDŮ V ZEMI

Byla aplikována metoda podle ČSN 03 8365 (Měření intenzity elektrického pole na povrchu země) s těmito výsledky (podklad 2.2) – synchronně dne 9. 3. 2021 v době 9,28-11,28 (BP1, BP2), v době od 11,43 do 13,45 (BP3-BP5).

BP 1: $E_i = 3,45 \text{ mV}\cdot\text{m}^{-1}$

BP 2: $E_i = 4,02 \text{ mV}\cdot\text{m}^{-1}$

BP 3: $E_i = 1,47 \text{ mV}\cdot\text{m}^{-1}$

BP 4: $E_i = 1,65 \text{ mV}\cdot\text{m}^{-1}$

BP 5: $E_i = 2,36 \text{ mV.m}^{-1}$

Pro další výpočty uvažujeme hodnotu: $\sigma E_i = 6,0 \text{ mV.m}^{-1}$

5 ZDROJ BLUDNÝCH PROUDŮ

V dané lokalitě se přímo uplatňují bludné proudy z provozu tramvajové dopravy s trakčním napětím 600 V s kladným pólem na kolejnicích (tj. bludné proudy unikají podle polohy tramvaje), celkem je v Brně 28 měníren (stav 2016). Nejbližší vzdálenost kolejí od staveniště je 120 m (viz *výkres č. 1*)

Bludné proudy se šíří kolejemi elektrizované železnice střídavou trakcí 25 kV, nejbližší vzdálenost od plánovaného objektu je 2,6 km – viz *výkres č. 1*.

Na staveništi se bude projevovat přenesená interference vlivem bludných proudů šířených liniovými konstrukcemi elektricky propojených s budoucí uzemňovací soustavou objektu, tj. nulovým vodičem přípojky a stínícím Cu-opletením VN kabelu 25 kV a potrubím horkovodu. Dále se uplatňují kovová potrubí v okolí stavby.

Z toho důvodu se zvyšuje velikost bludných proudů proti koroznímu průzkumu „na zelené louce“. Podle poznatků z dané lokality se uvažuje $x = 3$.

6 NAVRHOVANÁ OPATŘENÍ

6.1 ŽELEZOBETONOVÉ ZÁKLADOVÉ KONSTRUKCE

6.1.1 Všeobecně

Se zřetelem na výsledky korozního průzkumu (odst. 4) se navrhuje aplikovat primární ochranná opatření, která spočívají ve zvýšení schopnosti železobetonu odolávat působení půdního prostředí (včetně vlivu bludných proudů) úpravou složení betonové směsi a opatřeními při výrobě a aplikaci betonu. Sekundární ochrana zahrnuje omezení nebo vyloučení působení vody a agresivního prostředí (včetně vlivu bludných proudů) tzv. „bílou vanou“.

6.1.2 Základová deska a pilotové založení

Základová deska v tloušťce 500 mm (lokálně zesílená na 1000mm) z betonu Permacrete C30/37, XF2, XA1, C10,4,+ krystalizační přísada Xypex. Krytí výztuže (výztuž B500B) je do horninového prostředí 40 mm. Max. trhлина je uvažována 0,20 mm, max. průsak betonu je 50 mm.

Podkladní beton C16/20 v tl. 120 mm pod separační vrstvou z PE.

Piloty o průměru 900, 1200 mm, 1500 mm v délce až 30 m jsou navrženy z betonu min. pevnostní třídy C25/30 XC1, XC2 výztuž B500B, krytí výztuže min. 60 mm. **Armokoše pilot nesmí být přivařeny k pásku Fe 60/5 mm uzemnění.** U tahových pilot lze stykovat pouze vázácím drátem nebo spojovat přesahem.

6.1.3 Závěr

Při výrobě betonu příslušný technologický postup zajistí vodotěsnost betonu. Zatímco u podkladového betonu C 16/20 (pevnost v tlaku 20 MPa) je ve vlhkém zemním prostředí jeho elektrická rezistivita $\rho_b = 60 \text{ } \Omega\text{m}$ je u betonu 30-40 MPa (stavební konstrukce) min. $\rho_b = 1000 \text{ } \Omega\text{m}$, což má zásadní význam pro omezení působení bludných proudů.

Navržená opatření splňují podmínku odolnosti proti působení bludných proudů.

6.2 UZEMŇOVACÍ SOUSTAVA

6.2.1 Koncepce

Uzemnění pro ochranu před úrazem elektrickým proudem včetně pospojování technologických zařízení (trafo, výměník, výtahy) - silová zařízení VN resp. NN bude společně i pro ochranu před bleskem (hromosvod).

Celkový zemní odpor uzemnění musí být menší než $R_z \leq 2,0 \Omega$.

Propojení svodů hromosvodu s výztuží žbet. konstrukce v úrovni podlaží není nutné.

Se zřetelem na zdroje bludných proudů, na elektromagnetickou interferenci a požadovaný odpor uzemňovací soustavy bude realizován zemnič v podkladním betonu s životností 100 let.

6.2.2 Zemnicí soustava

Uzemnění je navrženo v podkladním betonu C16/20 jako mřížová soustava z ocelových vzájemně svařených ocelových pásů 60/5 mm.

Uložení pásů s krytím min. 50 mm betonem ze strany základové spáry pro distanci budou použity betonové podkladníky vysoké 50 mm. Délka pásů 60/5 mm je $L = 2\,754$ m pod zákl. deskou 2.PP, obvod mřížového zemniče $O = 512$ m (viz výkres č. 3).

Vývody z uzemnění ke SZ z hromosvodu budou provedeny pomocí vodičů, připojených k pásům v celkovém počtu 48 ks (H1 –H48), uzemňovací přívody z technologických zařízení 23 ks (T1-T23) bude provedeno podle detailu na výkresu (podklad č. D.1.4.07/197.). Propojení pomocí kabelových ok bude utěsněno proti vlhkosti, provedení zalito pryskyřicí např. Eprosín KE1 nebo teplem smrštitelnou kabelovou izolací podobně jak svody hromosvodu $\varnothing 10$ mm FeZn k měřicí svorce a dále podle detailů na uvedeném výkrese.

Poznámka 1

Doporučuje se, aby všechny zkušební svorky (SZ) byly realizovány v jednom podzemním podlaží z důvodů provádění cyklických revizních kontrol. V daném případě ve 2. PP.

Poznámka 2

Po dohodě investora s prováděcím závodem je možné zvolit variantu, při které jsou uzemňovací přívody z techn. zařízení provedeny z pásek FeZn 30/4 mm., který by byl nastřelen ke zdi (stropu a veden k nejbližší svorce svodů hromosvodů, a přes tuto svorku, (atypické provedení z katalogu Dehn) by byl přívod připojen k vývodu z uzemnění. Jedná se o snadno kontrolovatelné řešení bez nutnosti zasahovat do základové desky z „bílé vany“.

6.2.3 Komentář k výkresům

V seznamu výkresů (oddíl A) jsou uvedeny názvy výkresů č. 1 až 3, z kterých je patrný podrobný popis situací, řezů a detailů. Realizace se uskuteční podle PD části elektro a stavební části. Tato expertní část PD může se v detailech lišit od DPS části elektro-hromosvod, uzemnění, kde bude tato koncepce dále rozpracována včetně výkazů výměr.

Tato PD bude využita při kolaudačním řízení i jako podklad pro provedení revize elektrických zařízení (hodnota zemního odporu uzemnění) **a má charakter spíše odborného posudku, která ve spolupráci s dalšími specialisty realizuje konkrétní technická opatření podle výsledků průzkumu a dalších šetření.**

6.2.4 Kontrola správnosti připojení kabelu k ocelové síti

Účelem kontrolního měření je prokázat elektrickou spojitost (připojení k zemniči) všech uzemňovacích kabelových přívodů uvedených na výkrese č. 3 a prokázat, že ocelové pásy jsou vzájemně svařeny, takže tvoří zemnič, jehož zemní odpor je nižší než 2Ω .

K měření se použije měřič zemního odporu, např. PU 183 Metra (při propojení svorek H1-H2, H3-H4). Dále se použijí dva měřicí kabely Cu (např. průřezu $S = 1,5 \text{ mm}^2$ nebo $2,5 \text{ mm}^2$) v délkách např. 2x30 m. Do protokolu o měření je třeba uvést změřený ohmický odpor kabel.

Poznámka 3

Před měřením na stavbě je tedy třeba provést kalibraci měřících kabelů (konce příslušného **rozvinutého** kabelu připojit ke svorkám ohmmetru).

Prakticky měření smyčky (např. u nejbližších vývodů H2 – H3) se provede v místech rozpojitelných svorek přívodů.

Naměřená hodnota u smyčky (po odečtení elektrického odporu měřících kabelů) by měla být nižší než $0,2 \Omega$.

Poznámka 4

Pro ověření správnosti elektrického připojení vodičů k ocelové síti je možno aplikovat bezkontaktní klešťovou metodu (např. klešťovým měřičem KEW 4200 Kyoritsu) měřením střídavých proudů a tím prokázat elektrickou spojitost uzemňovacího systému.

6.3 TECHNICKÁ INFRASTRUKTURA

Sestává z přípojek vody, plynovodu, kanalizace, přípojky kabelu VN, horkovodu a VO. Tato úložná zařízení budou posuzována z hlediska protikorozní ochrany (omezení šíření bludných proudů).

6.3.1

Kanalizační přípojky – z kameniny/PVC

6.3.2

Přípojky vody: z plastů

6.3.3

Přípojka plynovodu: PE

6.3.4

Stožáry VO – uzemnění – (nelze omezit šíření bludných proudů). Použít $2x \varnothing 10 \text{ FeZn}$.

6.3.5

Přípojka VN: šíří se bludné proudy přes nulový vodič a Cu-stínící opletení kabelů

6.3.6

Přípojka horkovodu (šíří bludné proudy)

7 POSOUZENÍ NAVRŽENÉ UZEMŇOVACÍ SOUSTAVY

7.1 ÚVOD

Uzemňovací soustava je vytvořena mřížovým zemničem v betonovém obložení C 16/20, Fe pásy 60/5 mm v celkové délce 2 754 m.

Pro výpočet zemního odporu se použije bezpečná hodnota rezistivity horninového prostředí $\varnothing \rho = 180 \Omega\text{m}$ (viz odst. 4.3). K výpočtu vlivu bludných proudů na uzemňovací soustavu bude použita hodnota intenzity elektrického pole $\varnothing E_i = 6,0 \text{ mV}\cdot\text{m}^{-1}$. Výpočet životnosti uzemnění v závislosti na hmotnosti: tj. $G = 2\,754 \text{ m} \cdot 2,355 \text{ kg/m} = 6\,485 \text{ kg}$.

Na mřížový zemnič pohlížíme jako na fiktivní desku o průměru $D = O/\pi$, kde O je obvod základové desky:

7.2 UZEMNĚNÍ OBJEKTU

$$D = O/\pi = 512/\pi = 163 \text{ m.}$$

7.2.1 Zemní odpor

kruhové desky na povrchu země (což odpovídá uložení pod prakticky elektricky nevodivou konstrukcí (bílá vana), pod základovou deskou $\alpha = 1,0$; ve velké hloubce je $\alpha = 0,5$. V hloubce $h = 7 \text{ m}$ je $\alpha = 0,95$.

$$R_z = \alpha \rho / 2 D + \rho / L = 0,95 \cdot 180 / 2 \cdot 163 + 180 / 2754 = 0,524 + 0,065 = 0,59 \Omega$$

Návrh vyhovuje: $R_z \leq 2,0 \Omega$.

7.2.2 Vliv bludných proudů na uzemnění

Podle výkresu č.3 je efektivní obvod základové desky $O = 512 \text{ m}$. Podle odst. 5 je koeficient šíření bludných proudů galvanickou cestou $x = 3,0$; $L' = 3 \times 512 = 1\,536 \text{ m}$.

$$\varnothing \rho = 180 \Omega\text{m}; \varnothing E_i = 6,0 \text{ mV}\cdot\text{m}^{-1}$$

$$\varnothing I = \varnothing E_i \cdot L' / 2 \cdot R_z = 6,0 \cdot 1536 / 2 \cdot 0,59 = 7\,810 \text{ mA} \approx 7,8 \text{ A}$$

7.2.3 Výpočet životnosti uzemnění

Hmotnost mřížového zemniče $G = 6\,485 \text{ kg}$

Pokud by uzemnění bylo uloženo v zemi (bez betonového obložení) došlo by za rok ke koroznímu úbytku celkem:

$$K = \varnothing I \cdot m = 7,8 \cdot 9,3 \text{ kg}\cdot\text{A}^{-1} = 72,5 \text{ kg}\cdot\text{a}^{-1}$$

kde m je korozní úbytek oceli v zemi podle Faradayova zákona.

Při uložení ocelových pásů do betonového obložení (min. pevnost tlaku 20 MPa) se rychlost koroze sníží min. 3 x [3]. Při požadavku životnosti uzemnění 100 let (při nezměněných provozních parametrech $R = < 2,0 \Omega$) návrh vyhovuje, což lze doložit kontrolním výpočtem:

$$K' = \varnothing I_1 \cdot m' = 7,8 \cdot 9,3 / 3 = 24,2 \text{ kg}\cdot\text{a}^{-1}$$

Při využitelnosti uzemňovací soustavy $\eta = 0,4$ bude životnost:

$$\tau = G \cdot \eta / K' = 6485 \cdot 0,4 / 24,2 = 107 \text{ roků}$$

Návrh vyhovuje: $\tau > 100 \text{ roků}$.

Poznámka

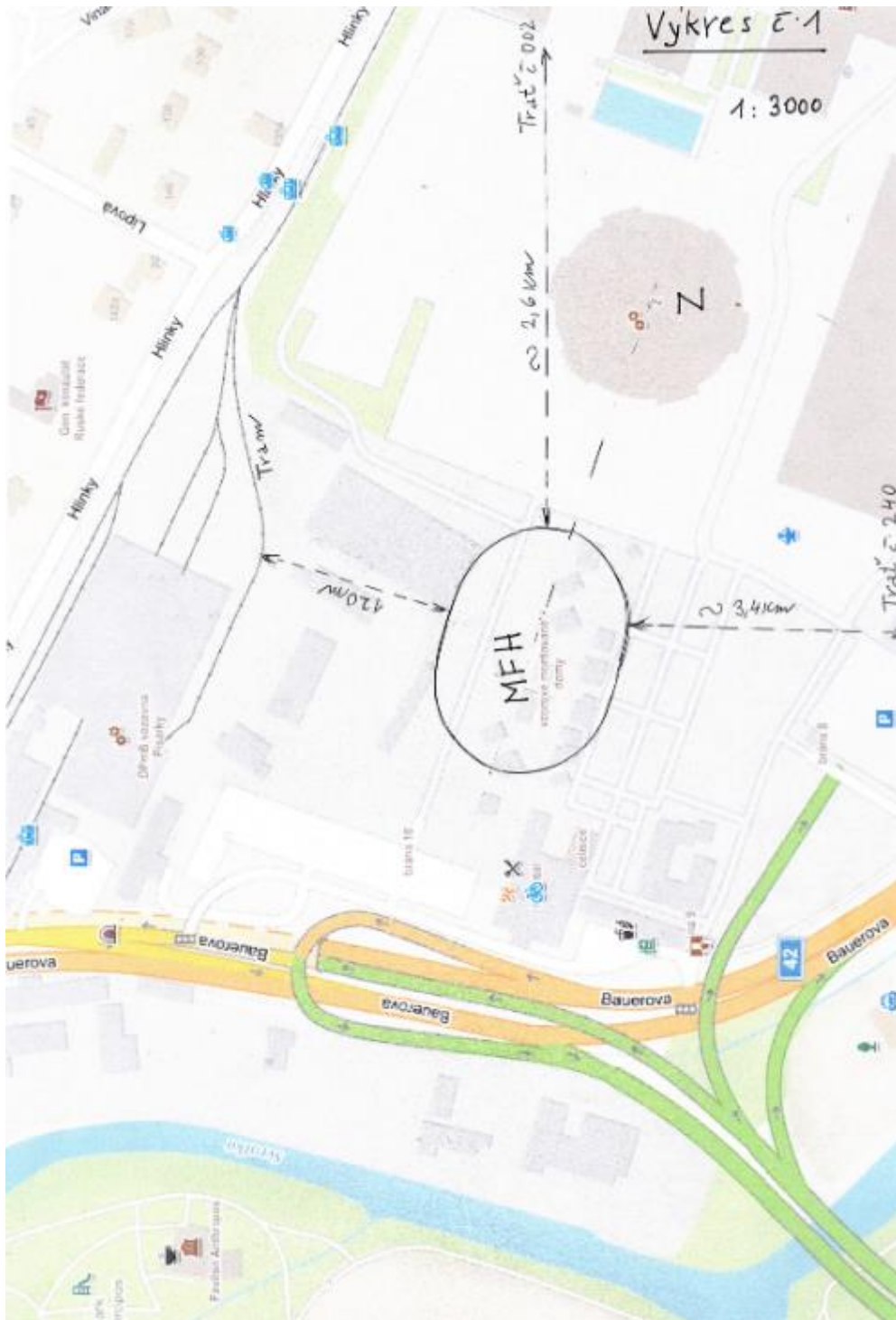
Při uložení v půdě by byla životnost pouze:

$$\tau = G \cdot \eta / K = 6\,485 \cdot 0,4 / 72,5 = 35,8 \text{ roků}$$

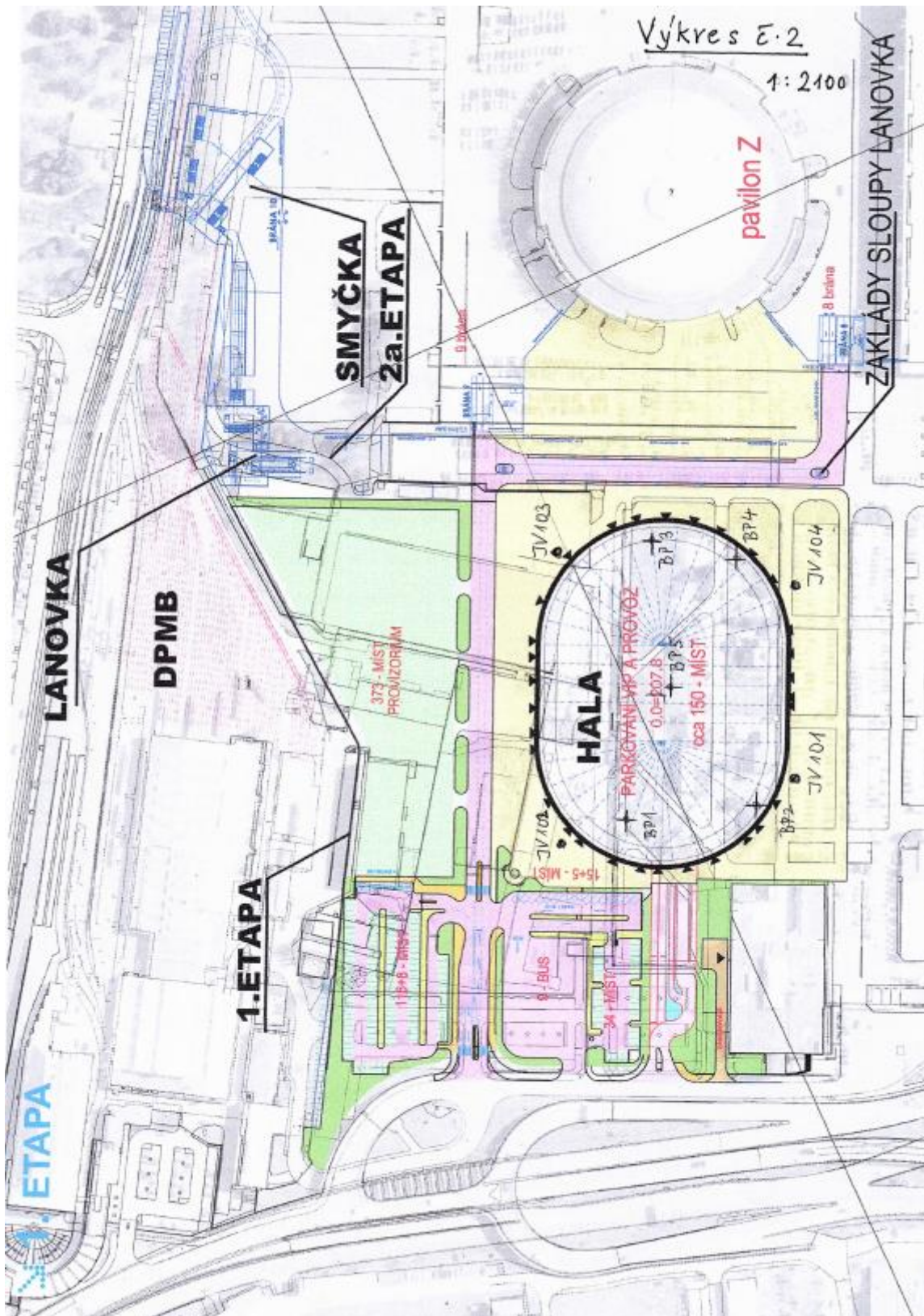
8 LITERATURA

- [1] ČSN 03 8350-96 Požadavky na protikorozi ochranu úložných zařízení.
- [2] ČSN EN 50162 (341521) Ochrana před korozi bludnými proudy ze stejnosměrných proudových soustav.
- [3] POLÁK, J. Zkušenosti s ochranou uzemňovací soustavy proti korozi bludnými proudy. *Plyn* č. 3/2003, str. 59-63.
- [4] POLÁK, J., VELETA, P. *Rukověť katodické protikorozi ochrany*. Český plynárenský svaz, Praha 2002.
- [5] POLÁK, J. Stanovení změny elektrického pole bludných proudů v okolí definované nelineové konstrukce před jejím uložení do země. *Plyn* č. 2/2013, str. 28–37.
- [6] POLÁK, J., Karlín Hall 2, Pernerova ul, Praha 8 – Karlín, Ochrana stavby proti bludným proudům, DPS pro AED Project, a.s., Pod Radnicí 1235/2a, Praha 5, 07/2012.
- [7] POLÁK, J. Odolnost kovových a železobetonových konstrukcí proti agresivitě prostředí a proti bludným proudům, ČPS Praha, 2017.
- [8] POLÁK, J., Hotel MSD Hybernská, Praha – Posouzení DSP části Ochrana stavby proti bludným proudům a návrh opatření. Znalecký posudek č.143/19 pro s.r.o. EBM Praha, 06/2019.
- [9] POLÁK, J., OS Green Port Počernická, Praha 10, Expertní posudek k DPS části Ochrana stavby proti bludným proudům, pro a.s. Metrostav, divize 9, Praha 8, 03/2020.
- [10] POLÁK, J., Projektování a realizace staveb z hlediska bludných proudů. *časopis Stavebnictví* č. 04/2020, str. 47–55

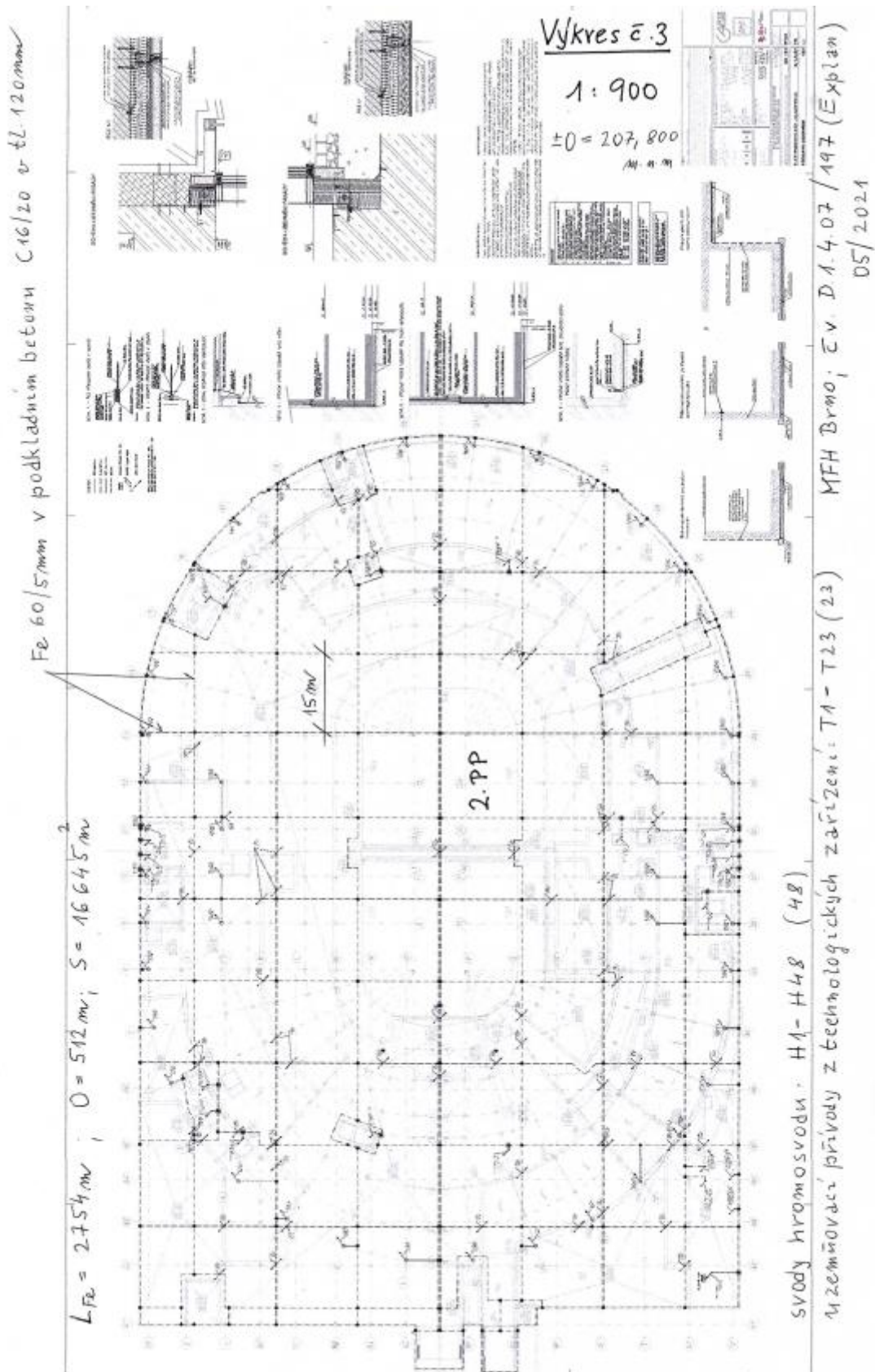
Obrázky a tabulky k příkladu expertního posudku č. 1



Výkres č. 1 Situace (1: 3000) širších vztahů s vyznačením vzdáleností od zdrojů bludných proudů a jejich šíření (železnice, tram.)



Výkres č. 2 Situace MFH (1 : 2100) s vyznačením bodů korozního průzkumu (č. BP1 až BP5) a sond (JV 101 až JV 104)



Výkres č. 3 Situace (1 : 900) uspořádání mřížového zemniče z pásů Fe 60/5 mm pod základovou deskou v podkladním betonu C16/20 pod 2.PP. Detaily připojení svodů hromosvod a uzem. přívodů k uzemnění

14.2 PŘÍKLAD EXPERTNÍHO POSUDKU č. 2 – POLYFUNKČNÍ CENTRUM AFI VOKOVICE

Technická zpráva

Název stavby:	Polyfunkční centrum AFI Vokovice	
Místo stavby:	Kladenská /Evropská, Praha 6 – Vokovice	
Investor/stavebník:	ADUT s.r.o., Jankovcova 1037/49, 170 00 Praha 7	
Objednatel dokumentace:	GEMO Olomouc, s.r.o., Dlouhá 562/22, 772 35 Olomouc – Lazce	
Projektant části (HIP):	Atelier Smitka s.r.o., Bucharova 14/2641, 158 00 Praha 5	
Část projektu:	Ochrana stavby proti bludným proudům	
Stupeň:	DPS	
Obsah dokumentace:	A. Výkresy + přílohy B. Technická zpráva	
Vypracoval:	Ing. Josef Polák, CSc.	
Číslo dokumentace:	01/04/2017	
Datum:	duben 2017	
Obsah:	Počet stran technické zprávy:	11 A4
	Počet výkresů:	6 ks (7 A4)
	Počet příloh:	2 ks (2 A4)

Seznam příloh a výkresů

Příloha č. 1	Zápis z koordinačního jednání dne 20. 2. 2017 v kanceláři Stavby AFI Vokovice v Praze 6	1 A4
Příloha č. 2	Legenda k výkresu č. 3	1 A4
Výkres č. 1	Situace širších vztahů (1:2000) s vyznačením zdrojů bludných proudů (metro A, tramvaj – měnárna objekt č. 174, rychlodráha)	1 A4
Výkres č. 2	Situace (1:700) s vyznačením sond (J 101 až J 104) a měřicích míst korozního průzkumu (M1, M2, M3)	1 A4

Výkres č. 3	Půdorys (1:500) v úrovni podkladního betonu pod základovou deskou s uspořádáním ocelových (kari) sítí s vyznačením připojovacích míst uzemňovacích přívodů k zemnicí síti (U1 až U12, HR1 až HR4)	2 A4
Výkres č. 4	Uzemňovací přívod ze zemnicí sítě v podkladním betonu vedený mezi vnějším povrchem svislé stěny a pilotovou stěnou (schéma uspořádání)	1 A4
Výkres č. 5	Půdorys kabelových vývodů ze zemnicí sítě vně svislého zdiva. Detail A: Připojení kabelů CYA 50 mm ² k zemnicí síti	1 A4
Výkres č. 6	Detail připojení měděného kabelu k ocelové síti v betonu	1 A4

Technická zpráva

1 ÚVOD

Objednatel GEMO Olomouc, s.r.o. objednávkou č. OZN . 1324-019ne ze dne 20. 2. 2017 požádal v rámci DPS o vypracování části „Projekt - opatření proti bludným proudům na základě průzkumu měření bludných proudů na akci AFI Vokovice“, která je součástí DPS silnoproudu SO 02.03.07 (dále Ochrana stavby proti bludným proudům). Dále o meziprofesi koordinaci s projektanty části elektro – uzemnění, statiky, stavební části a infrastruktury.

Technické detaily, vedoucí k minimalizaci působení bludných proudů na podzemní kovové a železobetonové konstrukce byly řešeny s projektanty příslušných profesí a jsou zapracovány v příslušné PD. Součástí této PD je i posouzení funkčnosti a životnosti navrženého ochranného uzemnění, odolnosti železobetonových konstrukcí proti působení bludných proudů včetně technické infrastruktury (přípojek a uzemnění VO).

2 POUŽITÉ PODKLADY

2.1

Polyfunkční centrum Vokovice, Základní korozní průzkum, vyprac. JEKU, s.r.o. (Ing. B. Kučera), Limuzská 8, Praha 10, 07/2015

2.2

Praha 6 – Evropská, AFI Vokovice, Zpráva o průzkumu základové půdy, vyprac. HUPO-IGS (RNDr. Pavel Podpěra), Na ostrohu 43, Praha 6, 11/2016 (Revize)

2.3

Polyfunkční centrum AFI Vokovice, DSP, vypracoval AED project, a.s. (Ing. Jan Siba), Pod Radnicí 1235/2A, Praha 5, 09/2014

2.3.1 Situace širších vztahů (1:250)

2.3.2 Koordinační situace (1:250)

2.3.3 Průvodní zpráva

2.3.4 Technická zpráva

2.4 Polyfunkční centrum Vokovice, DPS

2.4.1

SO 02.03.07 Silnoproudé rozvody – bludné proudy, uzemnění (výkresy + technická zpráva), vyprac. COBAP, s.r.o. (Lukáš Vaňkat), Michelská 18/12a, Praha 4, 03/2017

2.4.2

Výztuž pilot, vyprac. CT Project, s.r.o. (Ing. Radek Benc), Drážní 1152/11, Brno, 02/2017

2.4.3

Základová deska, vyprac. GEMO Olomouc, s.r.o. (Ing. Petr Kráčmar) / Atelier Smitka, s.r.o. (Ing.arch. Daniel Smitka, Ph.D.), Bucharova 14/2641, Praha 5, 03/2017

2.5

Zápis z koordinačního jednání dne 20. 2. 2017 v kanceláři stavby AFI Vokovice, Praha 6 (viz příloha č. 1)

2.6

E-mailová korespondence s projektantem elektro-uzemnění a s manažerem projektu v období 02-03/2012

3 PŘEHLED NOREM A PŘEDPISŮ VZTAHUJÍCÍCH SE K DANÉ PROBLEMATICE

3.1

Stavební zákon č. 183/2006, § 159, odst. 2 (Projektová činnost ve výstavbě – odpovědnost projektanta), § 134, odst. 6

3.2

Vyhláška č. 137/1998 Sb., o obecných technických požadavcích na výstavbu, se změnami podle vyhl. č. 491/2006 Sb. a č. 502/2006 Sb., § 22, odst. 2

3.3

Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb, § 3, příloha č. 2, část A, odst. 3.7.1. m (uzemňovací soustava) a část C.6 (Aktivní ochrana před korozi a bludnými proudy)

3.4

ČSN 03 8350-96 Požadavky na protikorozi ochranu úložných zařízení, čl. 4.13, příloha D

3.5

ČSN EN 50162 (341521) – 2005 Ochrana před korozi bludnými proudy ze stejnosměrných proudových soustav, odst. 8, příloha C

3.6

TPG 920 25 – 2007 – Technická pravidla ČPS: Omezení korozního účinku bludných a interferenčních proudů na úložná zařízení, odst. 4, 5, odst. 8.3., 8.4. 8.4.1.1., 8.4.1.2., 8.4.1.3.)

3.7

ČSN 2000-50-54 Elektrotechnické předpisy, kapitola 54: Uzemnění a ochranné vodiče, čl. 542.1.3., tab. 54A, čl. 542.N.6.

3.8

ČSN EN 62305-3 (2006) – Ochrana před bleskem, odst. 5.4., odst. E.4.3., odst. E.5.4.

3.9

Prospekt firmy Hauff-technik GmbH & CoKG, D-89542, Herbrechtingen, SRN v zastoupení s.r.o. Bettra, Přístavní 55, Praha 8. Napojení na zemnění, HEA systém (Průchodky a napojení na zemnění, bleskosvod)

4 VÝSLEDKY KOROZNÍHO PRŮZKUMU V MÍSTĚ STAVBY**4.1 ZÁVĚRY Z INŽENÝRSKOGEOLOGICKÉHO PRŮZKUMU**

Staveniště je ohraničeno ulicí Kladenskou a Evropskou a má zhruba tvar trojúhelníku.

Zájmové území je svažité směrem k východoseverovýchodu s nadmořskou výškou terénu v rozmezí 302 až 308 m.n.m. Toto území bylo v minulosti součástí cihelny. Severozápadní část zájmového území zasahuje do ochranného pásma metra A (stanice Nádraží Velešlavín), jižní část do ochranného pásma železnice.

Skalní podloží tvoří písčitoprachovité břidlice s polohami drob. Pokryvné útvary mají mocnost 3,8 až 6,4 m (sedimenty písčitojílovitého charakteru). V prostoru byly zastíženy navážky (stará základová konstrukce) mocnosti 2,2 až 3,8 m (u vrtu J102).

Podzemní voda byla zastížena v hloubce 9,7 m (297,65 m.n.m. u J101) až v hl. 5,05 m (297,19 m.n.m.) u J103.

Podle vrtu č. J102:	kóta terénu: 302,24 m.n.m.
v hl. 0,0 až 3,8 m	navážka
3,8 – 8,5 m	písčitoprachovité břidlice velmi zvětralé
8,5 – 13,30 m	písčitoprachovité břidlice slabě zvětralé až zdravé

Skalní podloží je na kótě 293,40 až 291,60 m.n.m. (J101) (8,84 až 10,69 m).

Úroveň základové spáry 294,30 m.n.m. (osa 0-6) resp. 295,89 m.n.m. (osa 6-9).

Poznámka

Ocelové sítě budou uloženy v úrovni 294,35 m.n.m., resp. 295,94 m.n.m., tj. v břidlicích zcela až velmi zvětralých, tj. až 3,3 m pod hladinou podzemní vody a až 10,5 m pod stávajícím terénem (u J102) resp. až 13 m pod terénem (u J101).

4.2 VÝSLEDKY ROZBORU VZORKU PODZEMNÍ VODY

Z vrtu J102 (viz *výkres č. 2_a* podklad č. 2.2) byl dne 27. 7. 2015 odebrán vzorek podzemní vody a následně proveden rozbor vody. Bylo zjištěno: pH = 7,3; elektrická konduktivita $\gamma = 2880 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (rezistivita $\rho = 10^6 / 2880 = 347 \Omega\text{cm} = 3,47 \Omega\text{m}$). Obsah chloridů: 500 mg/l; síranů: 400 mg/l; hydrogenuhličitanů: 342 mg/l.

Podle ČSN EN 206-1 je stupeň agresivity na beton: XA1.

Podle ČSN 03 8372 je agresivita na ocel vysoká (IV) $\gamma > 430 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.

Při efektivní pórovitosti horninového prostředí 10 % bude $\rho_h = 3,42 / 0,1 = 34,7 \Omega\text{m}$.

4.3 GEOELEKTRICKÝ PRŮZKUM

Dne 23. 6. 2015 bylo realizováno měření na třech stanovištích M1, M2, M3 (viz *výkres č. 2*). Byla použita Wennerova metoda podle ČSN 03 8363 s rozestupem měřicích elektrod až $a = 5 \text{ m}$. Hodnota rezistivity byla zjištěna u M1: $\rho_1 = 29,2 \Omega\text{m}$; u M2: $\rho_2 = 39,5 \Omega\text{m}$; u M3: $\rho_3 = 38,0 \Omega\text{m}$.

S ohledem též na hodnotu ρ_h podle odstavce 4.2 pro další výpočtu pro úroveň 294,00 m.n.m. uvažujeme bezpečnou hodnotu $\varnothing \rho = 40 \Omega\text{m}$ (pro výpočet zemního odporu uzemnění).

4.4 STANOVENÍ PŘÍTOMNOSTI BLUDNÝCH PROUDŮ V ZEMI

Byla aplikována metoda podle ČSN 03 8365 (měření intenzity elektrického pole na povrchu země) s těmito výsledky (podklad č. 2.1):

u M1: $E_1 (1) = 5,5 \text{ mV}\cdot\text{m}^{-1}$

M2: $E_1 (2) = 4,1 \text{ mV}\cdot\text{m}^{-1}$

M3: $E_1 (3) = 2,6 \text{ mV}\cdot\text{m}^{-1}$

Průměrně: $\varnothing E_i = 4,1 \text{ mV}\cdot\text{m}^{-1}$.

5 ZDROJ BLUDNÝCH PROUDŮ

V dané lokalitě se uplatňují dva na sobě nezávislé zdroje bludných proudů:

- metro A s trakčním napětím 750 V, nejbližší vzdálenost je 19,4 m (viz *výkres č. 3*). V trase Dejvická – Nemocnice Motol je realizován odlišný způsob zemnicí soustavy metra. Místo spojitého provedení přes tunely je vždy zřízena rozsáhlá uzemňovací soustava u jednotlivých stanic metra, v daném případě Nádraží Veleslavín. Zemní odpor tohoto uzemnění je nižší než 2Ω . Bludné proudy se tak šíří přes galvanicky propojené zemniče stanice metra;
- tramvaj v ul. Evropská s měničnou v objektu Evropská 8700, s trakčním napětím 600 V, nejbližší vzdálenost kolejí od uzemnění objektu AFI je cca 35 m;

- do 10 let se uvažuje s realizací rychlodráhy Praha-Masarykovo nádraží – Letiště V. Havla - Kladno s trakčním systémem 3 kV. Nejbližší vzdálenost kolejí od uzemnění bude cca 60 m.

U objektu se bude projevovat přenesená interference vlivem bludných proudů prostřednictvím uzemňovacích soustav objektů v okolí:

- uzemnění trafostanic. Nové velkoodběratelské trafo 1000 kVA – 22/0,4 kV bude přes přípojnice propojeno stínění Cu 3x16 mm² u kabelů 3x22 kV – AXEKVCEY 3x1x120 do distribuční sítě PRE;
- bludné a interferenční proudy se dále šíří uzemněním VO (Ø 10 mm FeZn nebo pásek 30/4 FeZn), jakož i kovovými potrubími v blízkosti staveniště (vodovod, plynovod);
- bludné proudy se šíří ocelovým potrubím horkovodu (přes uzemnění výměníkůvých stanic).

S ohledem na výše uvedené skutečnosti se zvyšuje šíření bludných proudů, než by odpovídalo průtoku bludných proudů zemí (z korozního průzkumu). Toto zvýšení podle zkušeností z této a dalších lokalit odhadujeme na $x = 4,0$ (vliv uzemnění výměníkůvých stanic a trafostanic v okolí, které jsou galvanicky propojeny s uzemněním objektu).

6 NAVRHOVANÁ OPATŘENÍ

6.1 ŽELEZOBETONOVÉ ZÁKLADOVÉ KONSTRUKCE

6.1.1 Všeobecně

Se zřetelem na výsledky korozního průzkumu (odst. 4) se navrhuje aplikovat primární ochranná opatření, která spočívají ve zvýšení schopnosti železobetonu odolávat působení půdního prostředí (včetně vlivu bludných proudů) úpravou složení betonové směsi a opatřeními při výrobě a aplikaci betonu. Sekundární ochranu zahrnuje omezení nebo vyloučení působení vody a agresivního prostředí (včetně vlivu bludných proudů) tzv. „bílou vanou“.

Objekt je navržen na životnost 80 let.

6.1.2 Základová deska a pilotové založení

Objekt bude založen na základové desce tl. 600 mm, resp. tl. 750 mm podepřené velkopřůměrovými pilotami Ø 900 resp. 1200 mm.

- a) Základová deska
 - tloušťka – ZD A část I (od osy 6 – 9) – tl., 500 mm
 - tloušťka – ZD A část II (od osy 0 – 6) – tl, 600 mm
 - tloušťka – ZD B – tl. 400 mm
 - beton – C 30/37 – XC3m XA2
 - výztuž – ocel BSt 500 (10 505)
 - max trhлина – do 0,2 mm

Poznámka

Obvod základové desky objektu A je $0 = 313,5$ m, plocha této základové desky $S = 3\,969$ m².

- b) Piloty
 - beton – C 25/30 XA2, S4
 - výztuž – B 500 B
 - krytí výztuže – 70 mm

- min. délka – 4,0 m
- max. délka – 14 m
- min. kóta – 292,5 m.n.m.
- max. kóta – 280,04 m.n.m.

6.1.3 Závěry

- Při výrobě betonu příslušný technologický postup, zajistí vodotěsnost betonu. Zatímco u podkladového betonu C 16/20 (pevnost v tlaku 20 MPa) je ve vlhkém zemním prostředí jeho elektrická rezistivita $\rho_b = 50 \Omega\text{m}$ je u betonu 40 MPa (stavební konstrukce) $\rho_b = 3000 \Omega\text{m}$, což má zásadní význam pro omezení působení bludných proudů.
- Piloty a základová deska nebudou vzájemně galvanicky propojeny, stykovat lze pouze výztuž vázácím drátem a spojování přesahem (viz přílohu č. 1).
- **Navržená opatření splňují podmínku odolnosti proti působení bludných proudů.**

6.2 UZEMŇOVACÍ SOUSTAVA

6.2.1 Koncepce

Uzemnění pro ochranu před úrazem elektrickým proudem včetně pospojování technologických zařízení a silová zařízení NN bude společné i pro ochranu před bleskem (hromosvod).

Celkový zemní odpor uzemnění musí být menší než $R_z \leq 1,0 \Omega$ (viz příloha č. 1).

Se zřetelem na zdroje bludných proudů (tramvaj, železnice ČD, metro), na elektromagnetickou interferenci a požadovaný odpor uzemňovací soustavy bude realizován zemnič v podkladním betonu s životností 80 let.

Uzemnění bude provedeno pomocí strojeného základového zemniče tvořeného KARI sítí $\varnothing 8 \text{ mm}$, velikost ok $150 \times 150 \text{ mm}$. KARI síť bude uložena v podkladním betonu pod základovou deskou objektu A tak, aby byla překryta betonem o tloušťce 50 mm z důvodu ochrany před korozi bludnými proudy – viz *výkres č. 3*.

6.2.2 Technické řešení uzemnění a hromosvodu

Uzemnění musí splňovat podmínky ČSN 33 2000-5-54 ed. 3, ČSN EN 62305-1 až 4. Uzemnění objektu sekce A, B bude provedeno pomocí strojeného základového zemniče tvořeného kari sítí uloženou v podkladním betonu pod částí objektu v úrovni R.PP s krytím betonem min. 50 mm z důvodu ochrany před korozi bludnými proudy. Kari síť nebudou uloženy v ochranném pásmu tubusu metra. Rozmístění viz příložený půdorys. Z těchto kari sítí budou vytaženy praporec páskem FeZn 30/4, které budou vodotěsně přepojeny v krabici na izolované kabely YY 70 mm² pro připojení svodů hromosvodu. Tyto kabely budou v zemi chráněny proti mechanickému poškození trubkami kopoflex průměr 40 mm. Trubky s vodiči povedou z podkladního betonu až ke stěnovým průchodkám do bílé vany umístěným v 1.PP pod stropem (nad úrovní podzemní spodní vody). Zemní průchodky bílou vanou nebudou užity z důvodu vysokého rizika zatečení do budovy. Může být užito výrobku DEHN 478 530/stěnových průchodek BETTRA a podobně. V 1.PP pod stropem na vnitřní straně v blízkosti stěnové průchodky bude osazena krabice. Krabice bude obsahovat svorku SZ pro případné měření uzemnění. Z této krabice bude napojena vodičem 2xYY 50 destička CRM vyvedená ze sloupu. Do výztuže sloupu, který tvoří svod hromosvodu, bude vložen prut žebírkové oceli průměru 22 mm, který bude spojitě provařen až k destičce CRM na střeše budovy – zajistí stavba. Na tuto destičku bude připojen svod aktivního hromosvodu. Svody hromosvodu tvoří celkem čtyři sloupy. Všechny čtyři dodatečně vložené ocelové pruty v těchto sloupech budou propojeny drátem FeZn $d = 10 \text{ mm}$ v 1. PP, 4. NP a 8. NP – provede stavba.

Z uzemnění tvořeného kari sítí budou dále stejným způsobem jako je popsáno výše taženy YY 50 mm² pro uzemnění v trafostanici, v rozvodně NN, v stoupacích šachtách a rozvodně VN (PREdi) v 1. PP. K DA bude uzemnění vedeno od 1. PP až do 8. NP šachtou Y. V rozvodně NN se uzemňovací pásek připojí na HOP (hlavní ochranná přípojnice). Do rozvodny VN (před) v 1. PP budou zataženy dva kabely YY 50 mm² pro uzemnění. Uzemňovací soustava musí mít odpor menší než 1 ohmů. Všechny svorky SZ sloužící pro uzemnění objektu budou v 1. PP společně propojeny vodičem CYA či drátem FeZn d = 10 mm.

Spojování zemničů a uzemňovacích přívodů bude provedeno svařováním, šroubováním nebo svorkami (dle ČSN 33 2000-5-54 ed. 3). Všechny spoje musí být mechanicky odolné a chráněné proti korozi a dimenzované na předpokládané proudové zatížení.

Hlavní pospojování bude provedeno v rámci hlavních rozvodů. V rozvodně NN v 1. PP bude zřízena hlavní ochranná přípojnice (HOP), napojená na společnou uzemňovací soustavu vodičem 2x YY50. Dále se vodiči napojí armatura budovy, fasáda, VZT, chlazení, topení, kolejnice výtahů.

V technických místnostech, umývárkách, koupelnách a sprchách bude provedeno doplňující pospojování. Všechny neživé části pevně připojených el. spotřebičů a ostatní vodivé části budou pospojovány.

V rámci hlavního pospojování budou připojena i veškerá elektrická zařízení na střeše objektu.

Další podrobnosti – část elektro-uzemnění (DPS) – viz podklad č. 2.4.1.

6.2.3 Komentář k výkresům

V této zprávě jsou v oddílu A uvedeny výkresy č. 4,5,6. Tyto výkresy slouží jako vzor pro vypracování DPS části SO 02.03.07. Stavebně montážní práce budou provedeny podle výše uvedené části elektro-uzemnění, hromosvod.

6.3 KONTROLA SPRÁVNOSTI PROVEDENÍ UZEMŇOVACÍCH PŘÍVODŮ Z OCELOVÝCH SÍTÍ

V průběhu výstavby a při kolaudaci musí být provedeno kontrolní měření včetně vyhotovení protokolů.

Účelem měření je:

6.3.1

Prokázat elektrickou spojitost (propojení) smyčky u zkušebních svorek aktivního hromosvodu R1 až HR4 (viz zapojení vývodů podle výkresu č. 5).

6.3.2

Toto měření provést i u uzemňovacích přívodů č. U1 až U12 za použití měřicích kabelů (měření mezi dvěma nejbližšími vývody, např. U1-U2 u zkušebních svorek umístěných pod stropem 1. PP).

Poznámka

Pro smyčku by elektrický odpor měl být nižší než 0,2 Ω.

6.3.3

Prokázat, že ocelové kari sítě \varnothing 8/150/150 mm v šířce 2 m a v celkové délce cca 640 m jsou vzájemně svařeny (viz bod 3, přílohy č. 1), takže tvoří zemnič, jehož zemní odpor je nižší než 1Ω .

Poznámka

- Provést kalibraci měřicích kabelů (konce příslušného rozvinutého kabelu připojit ke svorkám ohmmetru, např. PU 183 Metra). Změřené ohmické hodnoty uvést v protokolu z měření.
- Změřit zemní odpor uzemňovací soustavy (svařené kari sítě o ploše $1\,238 \text{ m}^2$) v podkladní betonu C 16/20 za použití měřiče zemního odporu a dvou měřicích tyčí (s měřicími kabely o délkách min. 50 m a 100 m) na staveništi podél objektu. Měřicí tyče by měly být umístěny co nejdále od měřeného uzemnění (optimálně cca 40 m od AFI objektu).

7 POSOUZENÍ NAVRŽENÉ UZEMŇOVACÍ SOUSTAVY

7.1 ÚVOD

Uzemňovací soustava je vytvořena ocelovými sítěmi v betonovém obložení C 16/20. Plocha pásů širokých 2 m, které vyplňují vybrané vhodné plochy (též se zřetelem na situování svodů hromosvodu a pilot) v podkladním betonu 4.PP jsou pro další výpočty přepočteny na plochu kruhové desky uložené v hloubce 13 m pod terénem v minimální vzdálenosti asi 4 m od skalního (elektrolyticky málo vodivého) skalního podloží.

Pro výpočet zemního odporu se použije průměrná hodnota rezistivity horninového prostředí $\varnothing \rho = 40 \Omega\text{m}$ (viz odst. 4.3). K výpočtu vlivu bludných proudů na uzemňovací soustavu bude využita hodnota intenzity elektrického pole $\varnothing E = 4,0 \text{ mV}\cdot\text{m}^{-1}$ (viz odst. 4.4). Výpočet životnosti uzemnění jednotlivých objektů bude spočítán podle příslušné hmotnosti jak vyplývá z celkových ploch: $G = S \cdot 5,73 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ($\text{kg}; \text{m}^2$), kde hodnota $5,73 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ vyplývá z výkresu č. 5.

7.2 PARAMETRY UZEMNĚNÍ

$S_u = 1\,278 \text{ m}^2$ (výkres č. 3)

$D_u = (4 S_u / \pi)^{0,5} = (4 \cdot 1\,278 / \pi)^{0,5} = 40,3 \text{ m}$

7.2.1

Zemní odpor kruhové desky na povrchu země (což odpovídá uložení pod prakticky elektricky nevodivou konstrukcí (bílá vana), pod základovou deskou $\alpha = 1,0$; ve velké hloubce je $\alpha = 0,5$. V hloubce $h = 13 \text{ m}$ je $\alpha = 0,90$.

$R_{Zu} = \alpha \rho / 2 D_u = 0,9 \cdot 40 / 2 \cdot 40,3 = 0,45 \Omega$

Návrh vyhovuje: $R_z < 1,0 \Omega$.

7.2.2 Vliv bludných proudů na uzemnění

Podle odst. 6.1.2 je obvod uzemňovací soustavy $O = 313,5 \text{ m}$. Podle odst. 5 je koeficient šíření bludných proudů galvanickou cestou $x = 4,0$; $L'_- = 4 \cdot 313,5 = 1\,254 \text{ m}$.

$\varnothing \rho = 40 \Omega\text{m}$; $\varnothing E = 4,1 \text{ mV}\cdot\text{m}^{-1}$

$$\varnothing I_u = \varnothing E \cdot L' / 2 \cdot R_{Zu} = 4,1 \cdot 1\,254 / 2 \cdot 0,45 = 5\,713 \text{ mA} = \mathbf{5,7 \text{ A}}$$

7.2.3 Výpočet životnosti uzemnění

$$S_u = 1\,278 \text{ m}^2; \quad G_u = 1\,278 \cdot 5,73 = 7\,323 \text{ kg}$$

Pokud by uzemnění bylo uloženo v zemi (bez betonového obložení) došlo by za rok ke koroznímu úbytku celkem:

$$K_A = \varnothing I \cdot m = 5,7 \cdot 9,3 \text{ kg} \cdot \text{A}^{-1} = 53,0 \text{ kg} \cdot \text{a}^{-1}$$

kde m je korozní úbytek oceli v zemi podle Faradayova zákona.

Při uložení ocelové sítě do betonového obložení (min. pevnost tlaku 20 MPa) se rychlost koroze sníží min. 3x [2]. Při požadavku životnosti uzemnění 80 let (při nezměněných provozních parametrech $R = < 1,0 \Omega$) návrh vyhovuje, což lze doložit kontrolním výpočtem:

$$K' = \varnothing I \cdot m' = 5,7 \cdot 9,3 / 3 = 17,7 \text{ kg} \cdot \text{a}^{-1}$$

Při využitelnosti uzemňovací soustavy $\eta = 0,3$ by byla životnost:

$$\tau = G \cdot \eta / K' = 7323 \cdot 0,3 / 17,7 = 124 \text{ roků}$$

Uzemnění vyhovuje jak z hlediska hodnoty zemního odporu $R_z \leq 1 \Omega$ tak požadované doby odolnosti a funkčnosti $\tau' > 80$ roků.

Poznámka

Při uložení v půdě by byla životnost pouze:

$$\tau = G \cdot \eta / K = 7323 \cdot 0,3 / 5,3 = 41,4 \text{ roků}$$

8 TECHNICKÁ INFRASTRUKTURA

Sestává z přípojek vody, kanalizace, plynu, kabelových přípojek, vedení NN, VN (22 kV) a uzemnění VO přípojek horkovodu. Tato úložná zařízení budou posuzována z hlediska protikorozi ochrany (omezení šíření bludných proudů).

8.1

Kanalizační přípojka – z kameniny

8.2

Přípojka vody – pe

8.3

Přípojka plynu – z plastů

8.4

Kabely – přípojky NN a VN doprovodným uzemněním (FeZn pásek 30/4 mm) nebo $\varnothing 10$ mm FeZn se šíří bludné proudy.

8.5

Stožáry VO – uzemnění (nelze omezit šíření bludných proudů). Použit 2 $\varnothing 10$ FeZn.

8.6

Přípojka horkovodu – nelze omezit šíření bludných proudů, je uvažováno v návrhu.

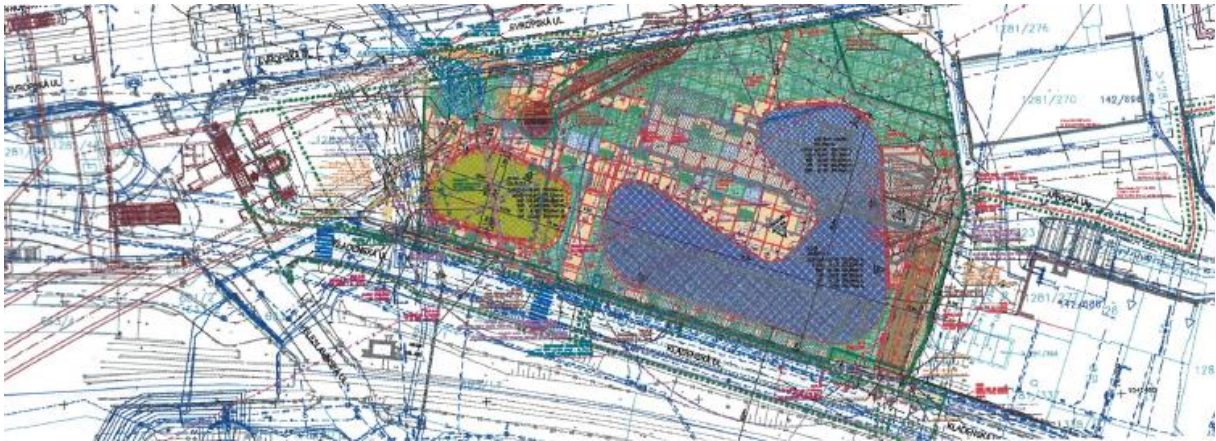
9 LITERATURA

- [1] SOBOLÍČOVÁ, R., ŠPAČEK, A., POLÁK, J., *Protikorozi ochrana betonárskej a predpínacej výstuže*. Smernice č. 248, VÚIS Bratislava, 1989
- [2] Polák, J., Zkušenosti s ochranou uzemňovací soustavy proti korozi bludnými proudy. *Plyn* č. 3/2003, s. 59–63.
- [3] POLÁK, J., VELETA, P., *Rukověť katodické protikorozi ochrany*. Český plynárenský svaz, Praha 2002.
- [4] ČSN 03 8363-1978 Zásady měření při protikorozi ochraně kovových zařízení uložených v zemi. Měření zdánlivého měrného odporu půdy Wennerovou metodou.
- [5] ČSN 03 8365-1987 Zásady měření při protikorozi ochraně kovových zařízení uložených v zemi. Stanovení přítomnosti bludných proudů v zemi.
- [6] ČSN EN 206-1 (73 24 03)-2001 Beton – část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda.
- [7] POLÁK, J., Stavba Karlín Hall 2, Pernerova ul./Šaldova ul., Praha 8 – Karlín, Ochrana stavby proti bludným proudům, AED Project a.s. Praha 5, 07/2012.

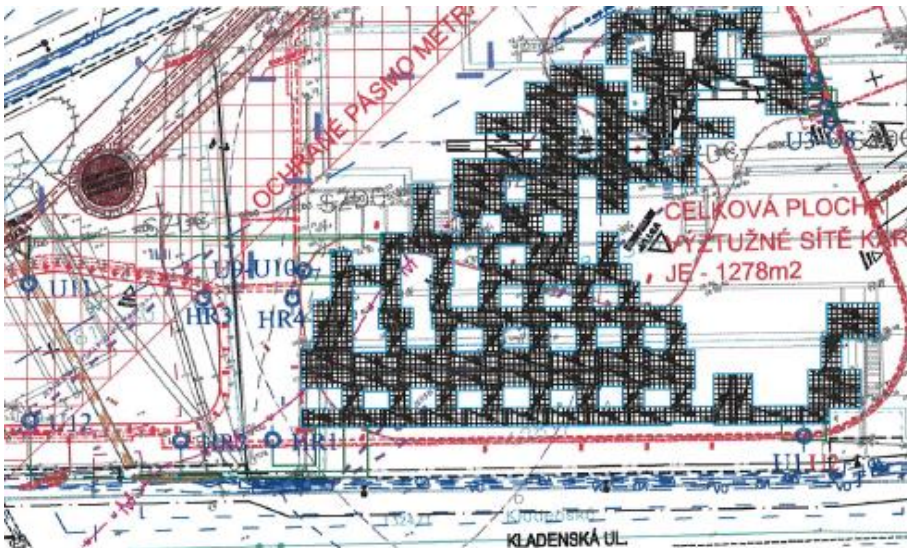
Obrázky a tabulky k příkladu expertního posudku č. 2



Obr. 1 Polyfunkční centrum AFI Vokovice



Obr. 2 Půdorysné uspořádání AFI Vokovice



Obr. 3 Upravené uzemnění – uspořádání zemniče (kari sítě) v podkladním betonu s krytím 50 mm směrem k horninovému prostředí pod žb základovou deskou podepřenou pilotami, se základovou spárou 13 m pod terénem

14.3 PŘÍKLAD EXPERTNÍHO POSUDKU č. 3 – BLOK SM8-BYTOVÝ DŮM, SMÍCHOV CITY-SEVER - 3. ETAPA

Technická zpráva

Název stavby:	Smíchov city-sever-3.etapa, Blok SM8-bytový dům		
Místo stavby:	Praha 5–Smíchov, Nádražní ul.		
Investor:	Smíchov Eight, s.r.o., U Sluncové 666/12a, 180 00 Praha 8-Karlín		
Generální projektant	Expert Architects, s.r.o, Budova FIVE,		
objednatel EP	Na Valentince 3336/4, 150 00 Praha 5-Smíchov		
Část projektu	Ochrana stavby proti bludným proudům		
Stupeň:	Expertní posudek k DVZ		
Vypracoval:	Ing. Josef Polák, CSc.		
Číslo dokumentace:	01/01/24		
Datum:	leden 2024		
Obsah:	Počet stran technické zprávy:		7 A4
	Počet výkresů:	3 ks	3 A4
	CELKEM		10 A4

Seznam výkresů

Výkres č. 1	Situace (1:5000) širších vztahů s vyznačením vzdáleností od zdrojů bludných proudů (železnice, metro B, tramvaj)	1A4
Výkres č. 2	Situace objektu SM8 (1:1470) včetně vyznačení sond J81-J85, HV86, bodů korozního průzkumu BP6, BP7, BP10, BP11 a situace plánované železnice Smíchov-Hlavní nádraží (Nové spojení II)	1A4
Výkres č. 3	Situační uspořádání (1:710) mřížového zemniče-uložení ocelového pásu 60/5 mm v podkladním betonu C16/20 + detaily	1A4

Technická zpráva

1 ÚVOD

Objednatel Expert Architects. s.r.o. objednávkou ze dne 04. 10. 2023 požádal v rámci DVZ o vypracování expertního posudku části „Ochrana stavby proti bludným proudům“.

Mezioborová koordinace byla provedena prostřednictvím emailové korespondence. Výsledky korozního a inženýrsko-geologického průzkumu jsou zapracovány do této části EP a týkají se stavební části, části elektro – hromosvod, uzemnění a technické infrastruktury (přípojek).

2 POUŽITÉ PODKLADY

2.1

DVZ akce Smíchov City, blok SM8, vyprac. Extert Architects, s.r.o. (M. Zelenka, P. Mišejka): STZ a výkresy Řez sekcemi 02-08, 210219-SM8-DUSP SO1 ASR D.1.1.2., 06/2023

2.2

DVZ elektro: hromosvod, uzemnění, vyprac. Explansk s.r.o (M. Budovec), 01/2024

2.3

Korozní průzkum, Smíchov City –sever III, vyprac. INSET s.r.o (D. Laifer), Praha 3, 08/2022

2.4

Podrobný inženýrsko-geologický a hydrogeologický průzkum pro akci Smíchov city vyprac. K + K průzkum (Mgr. M. Schreiber), Praha 8, 12/2022

2.5

Chemický a fyzikální rozbor vody (Sonda J81), vyprac. K+K průzkum, 29. 7. 2022

2.6

E-mailová korespondence: v období 10/23-01/24

3 PŘEHLED NOREM A PŘEDPISŮ VZTAHUJÍCÍCH SE K DANÉ PROBLEMATICE

3.1

Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb, ve znění pozdějších předpisů, Příloha č.1, odst.B.2.11, písm. b a Příloha č. 2, odst.B.2.7, písm. b – Ochrana před bludnými proudy

3.2

ČSN 03 8350-96 Požadavky na protikorozi ochranu úložných zařízení, čl. 4.13, příloha D

3.3

ČSN EN 50162 (341521) – 2005 Ochrana před korozi bludnými proudy ze stejnosměrných proudových soustav, odst. 8, příloha C

3.4

TPG 920 25 – 2007 – Technická pravidla ČPS: Omezení korozního účinku bludných a interferenčních proudů na úložná zařízení, odst. 4, 5, odst. 8.3., 8.4. 8.4.1.1., 8.4.1.2., 8.4.1.3.)

3.5

ČSN 2000-50-54 Elektrotechnické předpisy, kapitola 54: Uzemnění a ochranné vodiče, čl. 542.1.3., tab. 54A, čl. 542.N.6.

3.6

ČSN EN 62305-3 (2006) – Ochrana před bleskem, odst. 5.4., odst. E.4.3., odst. E.5.4.

4 VÝSLEDKY KOROZNÍHO PRŮZKUMU V MÍSTĚ STAVBY

4.1 ZÁVĚRY Z INŽENÝRSKOGEOLOGICKÉHO PRŮZKUMU

Zájmové území se nachází mezi ulicemi Nádražní a Na Valentince a tratí SŽDC Smíchov-Vyšehrad, Lokalita se částečně nachází v ochranném pásmu dráhy a metra B a plánovaných železničních tunelů. Povrch terénu je rovinatý, zhruba v rozmezí 195,0 – 196,7 m.n.m. Skalní podklad tvoří zvětřalé jílovité břidlice na kótě 179,2 m.n.m. (17,5 m pod terénem). Podzemní voda (v sondě J81 byla zastižena na kótě 186,60 m.n.m. (10,1 m pod terénem). Nad skalním podložím je hlinitopísčité štěrky a zvětřalá jílovitá břidlice +/- 0 = 196,700 m.n.m. (u sekce 02), 199,085 m.n.m (u sekce 08).

Základová spára je navržena pod 3.PP, podkladní beton je v úrovni 187,3 až 188,9 m.n.m tj. cca 8,0 m pod terénem, tedy převážně v zahliněných píscích až písčitém štěrku. V podkladním betonu C16/20 je navržena mřížová uzemňovací soustava z pásků Fe 60/5 mm (viz výkres č. 3).

4.2 VÝSLEDKY ROZBORU VZORKU PODZEMNÍ VODY (J81)

Elektrická konduktivita $\gamma = 951 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (tj. rezistivita $\rho_o = 10^6 / 951 = 1\,051 \Omega\text{cm} = 10,5 \Omega\text{m}$), $\text{pH} = 7,6$.

Obsah síranů: 59 mg/l; chloridů: 78 mg/l; hydrogenuhličitanů: 317 mg/l; volný CO_2 : 31 mg/l.

Kontrolní výpočet permeabilní pórovitosti horninového prostředí:

$$n = \rho_v / \rho = 10,5 / 100 = 0,105 (= 10,5 \%).$$

4.3 GEOELEKTRICKÝ PRŮZKUM

Měření bylo realizováno čtyřelektrodovou metodou podle Wennera (ČSN 03 8363) s rozestupy elektrod 3 5 m a 10 m s těmito výsledky (podle výkresu č. 2):

BP6: vrstva 0-3 m: $\rho = 27 \Omega\text{m}$; vrstva 0-5 m: $\rho = 30 \Omega\text{m}$; vrstva 0-10 m: ---
 BP7: „ $\rho = 93$ „ „ $\rho = 149 \Omega\text{m}$; „ $\rho = 119 \Omega\text{m}$
 BP 10: „ $\rho = 97$ „ „ $\rho = 160$ „ „ $\rho = 817$
 BP11: vrstva 0-3 m : 181 Ωm ; vrstva 0-5 m: 163 Ωm ; vrstva 0-10 Ωm
 (viz výkres č. 2)

Dílčí závěr

Pro výpočet zemního odporu pro úroveň 8.0 m pod terénem se uvažuje odborným odhadem bezpečná hodnota $\vartheta \rho = 100 \Omega\text{m}$.

4.4 STANOVENÍ PŘÍTOMNOSTI BLUDNÝCH PROUDŮ V ZEMI

Ve čtyřech měřicích bodech (BP6, BP7, BP10, BP11) byla dne 01.08 2022 a 24.8-2022 v době od 11,43 až 12,15, resp. od 8,41 do 9,43 hod. synchronně měřena intenzita elektrického pole na povrchu země (podle ČSN 03 8365).

U BP6: $E_i = 10,64 \text{ mV}\cdot\text{m}^{-1}$; u BP7 $E_i = 12,20 \text{ mV}\cdot\text{m}^{-1}$; u BP10: $E_i = 3,45 \text{ mV}\cdot\text{m}^{-1}$;.

U BP11: $E_i = 2,68 \text{ mV}\cdot\text{m}^{-1}$

Průměrně: $\vartheta E_i = 7,2 \text{ mV}\cdot\text{m}^{-1}$

5 ZDROJ BLUDNÝCH PROUDŮ

V dané lokalitě se uplatňují tři zdroje bludných proudů a sice (viz *výkres. č. I*):

- železnice s trakčním napětím 3 kV s nejbližší vzdáleností kolejí od projektované stavby 131 m
- metro B s trakčním napětím 750 V ve vzdálenosti 63,5 m
- tramvaj s trakčním napětím 600 V se nachází ve vzdálenostech 8,5 a 148 m (2 linky)
- nejkratší vzdálenost tunelů od bet. konstrukce: 0,85 m pod jižním křídlem, 4,35 pod severním křídlem bloku (vzdálenost tunelů od uzemnění viz *odst. 8*).

Na staveništi se bude projevovat přenesená interference vlivem bludných proudů šířených liniovými konstrukcemi elektricky propojených s budoucí uzemňovací soustavou objektu bloku SM8:

- kovová potrubí (vodovody, plynovody), zemniče stožárů VO.
- přípojky NN (přes nulové vodiče je galvanické propojení s okolními úložnými konstrukcemi).

Pod bloky SM2 a SM8 se plánuje vybudovat nové železniční spojení (v tunelech) v úseku Nádraží Smíchov – Hlavní nádraží, tzv. Nové spojení II (viz *výkres č. I*). Posouzení vzájemné interference obou systémů je uvedeno v *odst. 8*).

Z toho důvodu se zvyšuje velikost bludných proudů proti koroznímu průřezu „na zelené louce“. Podle poznatků z dané lokality se uvažuje $x = 3$

6 NAVRHOVANÁ OPATŘENÍ

6.1 ŽELEZOBETONOVÉ ZÁKLADOVÉ KONSTRUKCE

Železobetonová deska (pod 3.PP): tloušťka desky 350 mm, (650 mm pod nosnými sloupy)
Železobetonová deska z betonu C 30/37-XA1, XC2 o ploše $S_d = 5\,110\text{ m}^2$ jako „bílá vana“, tj. z vodotěsného betonu s rezistivitou min. $\rho_b = 1000\ \Omega\text{m}$, tj. s maximální permeabilní pórovitostí $n_p = 1,0\%$, . Max. trhлина uvažována 0,25 mm, max. průsak 50 mm, w/c = 0,5, výztuž B500B. Krytí výztuže do horninového prostředí 40 mm, jinak podle norem. Obdobné provedení u trámových nosníků (v místě překlenutí plánovaných tunelů vnějšího profilu 2 x 9,0 m).
Piloty \varnothing 600, 900, 1200 jsou navrženy z betonu C25/30, XA1, XC2, výztuž B500B, krytí výztuže min. 70 mm. Piloty mohou být propojeny stykováním nebo přesahem se ZD (neprovařovat!).

Pod železobetonovou deskou bude podkladní beton C 16/20 v tl. 120 mm, v kterém budou uloženy vzájemně svařené ocelové pásy 60/5 mm (viz *výkres č. 3*)

Krytí ocelových pásků od horninového prostředí 50 mm.

Další podrobnosti v DVZ části statiky a stavební.

Z hlediska působení bludných proudů není třeba provádět žádná další opatření.

6.2 UZEMŇOVACÍ SOUSTAVA

Uzemnění pro ochranu před úrazem elektrickým proudem včetně pospojování 56 svodů typu T, svody hromosvodu: 61 typu H.

Celkový zemní odpor uzemnění musí být menší než $R_z \leq 5,0\ \Omega$ po celou dobu životnosti objektu (tj. 80 let):

Uzemnění je navrženo jako mřížová soustava z ocelových vzájemně svařovaných ocelových pásů 60/5 mm v celkové délce $L_{Fe} = 1\,560$ m (viz výkres č. 3). Vzhledem ke tvaru objektu: vnější obvod $O_1 = 338$ m, vnitřní obvod $O_2 = 271$ m, jedná se o klasický mřížový zemnič tvořený třemi řadami ocelových pásů ($O_{Fe} = 614$ m)

Uzemňovací přívody z technologických zařízení (výtahy apod.) nebudou procházet základovou deskou.

Detaily provedení: výkres č. 3 a podklad č. 2.2.

6.2.1 Komentář k výkresům

V seznamu příloh (výkresů) (oddíl A) jsou uvedeny názvy výkresů č. 1 až 3), z kterých je patrný podrobný popis situací, řezů a detailů. Realizace se uskuteční podle PD části elektro a stavební části. ve stupni DVZ.

Tento EP bude využit při kolaudačním řízení i jako podklad pro provedení revize elektrických zařízení (hodnota zemního odporu uzemnění) **a má charakter odborného posudku, která ve spolupráci s dalšími specialisty realizuje konkrétní technická opatření podle výsledků průzkumu a dalších šetření.**

6.2.2 Kontrola správnosti připojení kabelu k ocelové síti

Účelem kontrolního měření je prokázat elektrickou spojitost (připojení k zemniči) všech uzemňovacích kabelových přívodů a prokázat že ocelové pásy jsou vzájemně svařeny, takže tvoří zemnič, jehož zemní odpor je nižší než $5\ \Omega$.

K měření se použije měřič zemního odporu, např. PU 183 Metra (při propojení svorek např. SV01 a SV02) Dále se použijí dva měřicí kabely Cu (např. průřezu $S = 1,5\ \text{mm}^2$ nebo $2,5\ \text{mm}^2$) v délkách např. 2x30 m. Do protokolu o měření je třeba uvést změřený ohmický odpor kabelů.

Poznámka 1

Před měřením na stavbě je tedy třeba provést kalibraci měřicích kabelů (konce příslušného **rozvinutého** kabelu připojit ke svorkám ohmmetru).

Prakticky měření smyčky (např. u nejbližších vývodů se provede v místech ukončení kabelu YY 1 x 50 mm² (v měřicích svorkách hromosvodu).

Naměřená hodnota u smyčky (po odečtení elektrického odporu měřicích kabelů) by měla být nižší než $0,3\ \Omega$.

Poznámka 2

Pro ověření správnosti elektrického připojení kabelů YY k ocelové síti je možno aplikovat bezkontaktní klešťovou metodu (např. klešťovým měřičem KEW 4200 Kyoritsu) měřením střídavých proudů a tím prokázat elektrickou spojitost uzemňovacího systému.

6.3 TECHNICKÁ INFRASTRUKTURA

Sestává z přípojek vody, plynu, kanalizace, přípojky kabelů NN, a VO. Tato úložná zařízení budou posuzována z hlediska protikorozi ochrany (omezení šíření bludných proudů).

6.3.1

Kanalizační přípojky – z kameniny

6.3.2

Přípojky vody – PE, nešíří bludné proudy

6.3.3

Přípojky plynu: PE, nešíří bludné proudy

6.3.4

Stožáry VO – uzemnění – (nelze omezit šíření bludných proudů). Použit 2x Ø 10 mm FeZn.

6.3.5

Přípojky NN – šíří se bludné proudy přes nulový vodič.

7 POSOUZENÍ NAVRŽENÉ UZEMŇOVACÍ SOUSTAVY**7.1 ZEMNÍ ODPOR MŘÍŽOVÉHO ZEMNIČE**

Celková plocha žbet. desek, kde je uložen pásový zemnič $S_d = 5\,110\text{ m}^2$ (viz odst. 6.1).

Náhradní kruhový průměr: $D = (4 \cdot S / \pi)^{0,5} = (4 \cdot 5110 / \pi)^{0,5} = 81\text{ m}$.

Podle [4] platí pro mřížový zemnič vztah:

$$R_z = \rho \left[(1/2D) + (1/L_{Fe}) \right] = 100 \left(1/2 \cdot 81 + 1/1560 \right) = 100 (0,0061728 + 0,00064102) = \mathbf{0,68\ \Omega}$$

Pro $\rho = 100\ \Omega\text{m}$; $h = 8,0\text{ m}$; $L_{Fe} = 1560\text{ m}$

Návrh vyhovuje $R_z \leq 5,0\ \Omega$

7.2 BLUDNÝ PROUD PROTÉKAJÍCÍ UZEMNĚNÍM

Pro $E_i = 7,2\text{ mV}\cdot\text{m}^{-1}$; $O = 614\text{ m}$

Podle [4] platí pro proud vztah: $I_i = E_i \cdot O \cdot x / 2 \cdot R_z$ (mA; mV·m⁻¹; m; Ω)

Pro $E_i = 7,2 \cdot 614 \cdot 3 / 2 \cdot 0,68$; $I_i = 9751\text{ mA} = \mathbf{9,6\text{ A}}$

7.3 ŽIVOTNOST UZEMNĚNÍ

$\tau = G \cdot \eta / K'$, $K' = I_i \cdot 9,3 / \mu$ (roky, kg; využitelnost $\eta = 0,5$; A; efekt betonu $\mu = 5$)

$G = 1560 \cdot 2,355\text{ Kg/m} = 3674\text{ kg}$, $K' = 9,6 \cdot 9,3 / 5 = 17,86\text{ kg}\cdot\text{a}^{-1}$

$\tau = 3674 \cdot 0,5 / 17,86 = \mathbf{102\text{ roků}}$,

7.4 ZÁVĚR

Uzemnění vyhovuje jak z hlediska hodnoty zemního odporu $R_z \leq 5,0\ \Omega$, tak požadované doby životnosti $\tau' > 80\text{ roků}$.

8 POSOUZENÍ INTERFERENCE V MÍSTECH KŘÍŽENÍ PLÁNOVANÝCH ŽELEZNIČNÍCH TUNELŮ NOVÉ NAPOJENÍ II S UZEMŇOVACÍMI SOUSTAVAMI BLOKŮ SM1 A SM2

Železobetonové tunely (o vnějším průměru 9 m) akce Nové spojení II jsou navrženy v délce ca 105 m pod objektem SM8 (podkl. 2.1.b). Nejbližší vzdálenost povrchu tunelů od uzemnění bloku SM8 je 5,0 až 6,0 m.

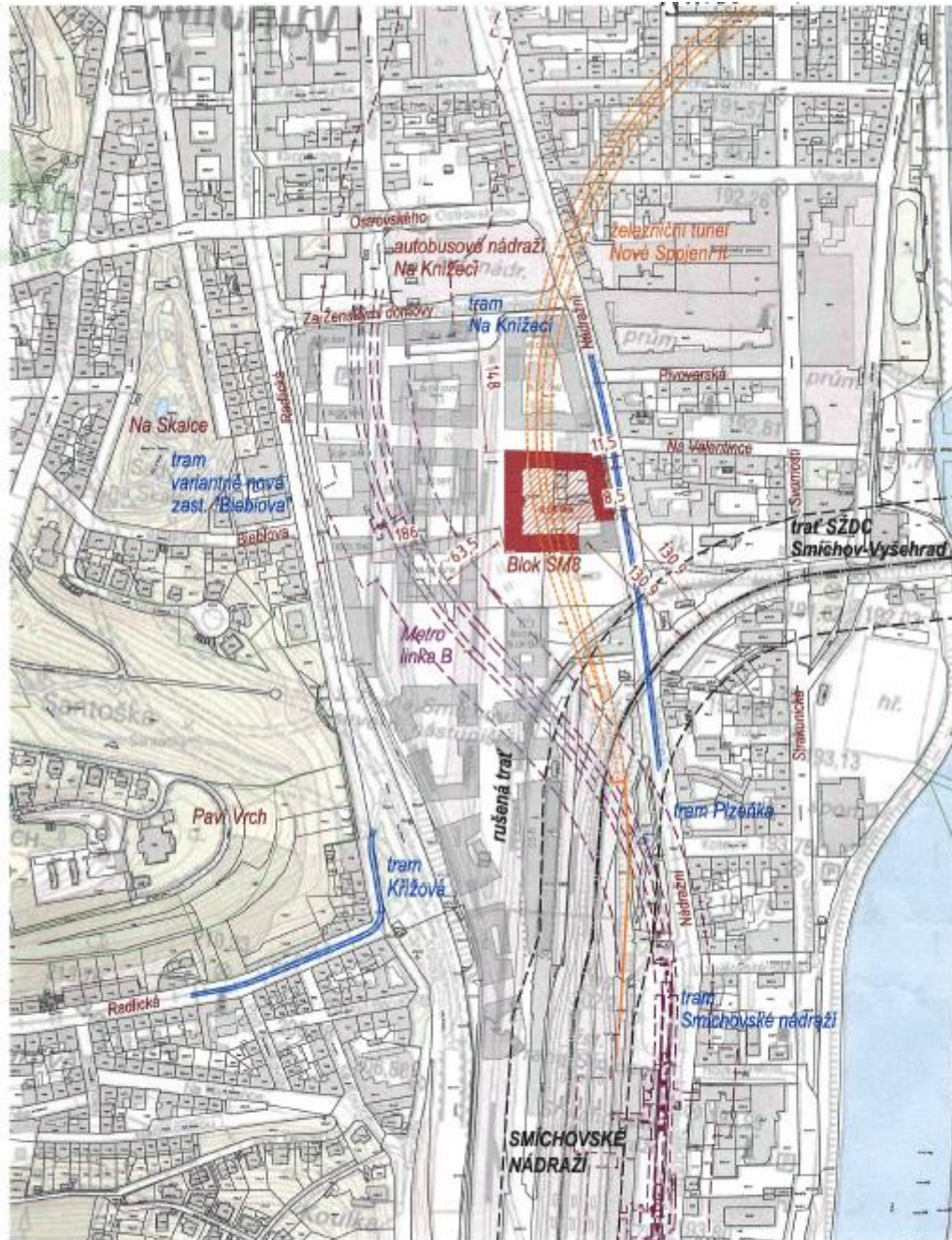
Z hlediska působení bludných proudů se budou obě úložné konstrukce ovlivňovat, tj. podle korozní situace v dané lokalitě bude bludný proud vystupovat z uzemnění do země a vstupovat do liniové konstrukce (tunelů) a obráceně v případě změny polarity v důsledku provozu elektrických vlaků.

Z technických a prostorových důvodů nelze provést opatření proti omezení interference u uzemnění bloku SM8. Je proto nutné, aby příslušná nápravná opatření proti šíření bludných proudů byla navržena u obou tunelů v délce ca 150 m (tj. 20 m na obě strany od základové desky (uzemnění) objektů SM8. V daném případě se jeví jako optimální izolovat pražce kolejí od vlastního tunelu, např. použitím pražců vyrobených ze železobetonu C30/37 v kvalitě „bílé vany“, tj. vodotěsného betonu s rezistivitou min. $\rho = 1000 \Omega\text{m}$, tj. s maximální permeabilní pórovitostí $p = 1 \%$, čemuž odpovídá max. trhлина 0,25 mm, průsak max. 50 mm, krytí výztuže B500B 40 mm. Jako doplňkovou pasivní ochranu použít nátěry na bázi epoxidu.

LITERATURA

- [1] ČSN 03 8350-96 Požadavky na protikorozní ochranu úložných zařízení
- [2] ČSN EN 50162 (341521) Ochrana před korozi bludnými proudy ze stejnosměrných proudových soustav
- [3] POLÁK, J., Zkušenosti s ochranou uzemňovací soustavy proti korozi bludnými proudy, Plyn č. 3/2003, s. 59-63
- [4] POLÁK, J., VELETA, P., Rukověť katodické protikorozní ochrany, Český plynárenský svaz, Praha 2002
- [5] POLÁK, J., Stanovení změny elektrického pole bludných proudů v okolí definované neliniové konstrukce před jejím uložení do země, Plyn č. 2/2013, s. 28-37
- [6] POLÁK, J., Administrativní budova MPP, ul. Pujmanové Praha 4 – Pankrác, DPS Ochrana stavby proti bludným proudům, pro Main Point Pankrác, a.s., Na Strži 1702/65, 140 62 Praha 4, 10/2015.
- [7] POLÁK, J., MPP Pankrác, Praha 4, Kontrola měření uzemňovací soustavy objektu, Expertní posudek pro MPP Praha 4, 05/2017.
- [8] POLÁK, J., *Odolnost kovových a železobetonových liniových konstrukcí proti agresivitě prostředí a proti bludným proudům*. ČPS Praha, 2017

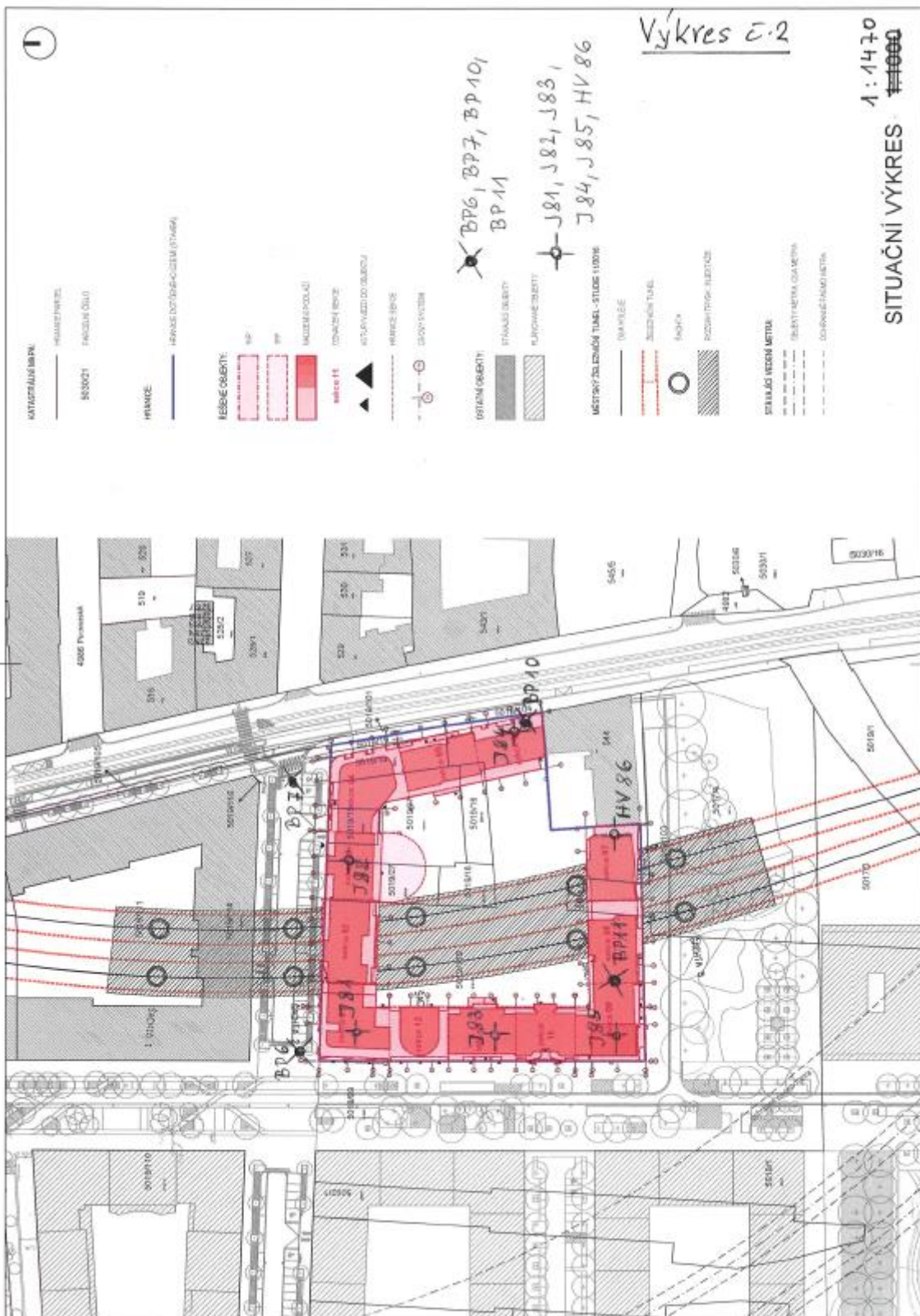
Obrázky a tabulky k příkladu expertního posudku č. 3



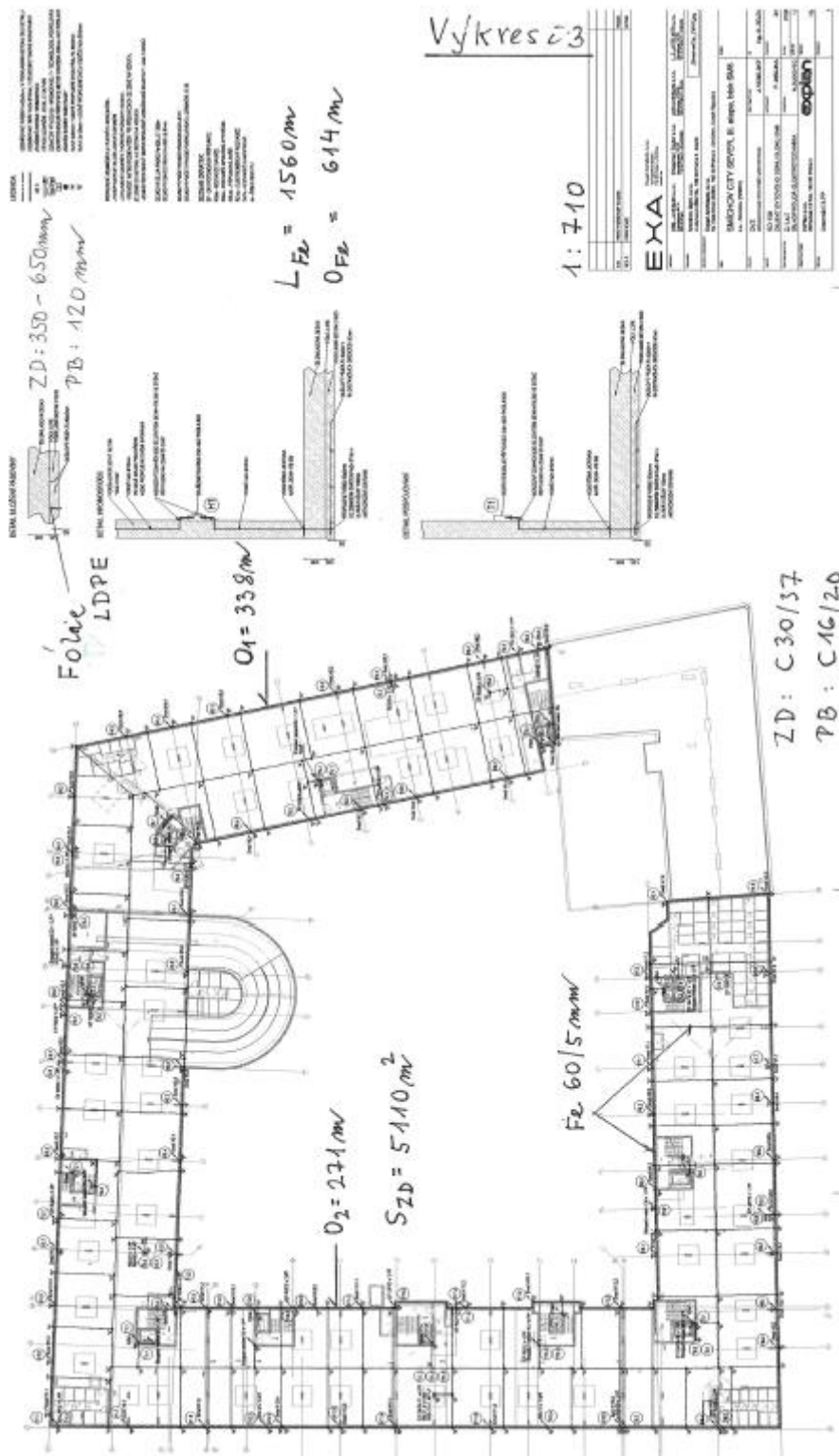
VZDÁLENOST OD NEJBLIŽŠÍ KOLEJOVÉHO PROVOZU
SITUAČNÍ VÝKRES ŠIRŠÍCH VZTAHŮ

1:5000

Výkres č. 1



Výkres č. 2



Výkres č. 3