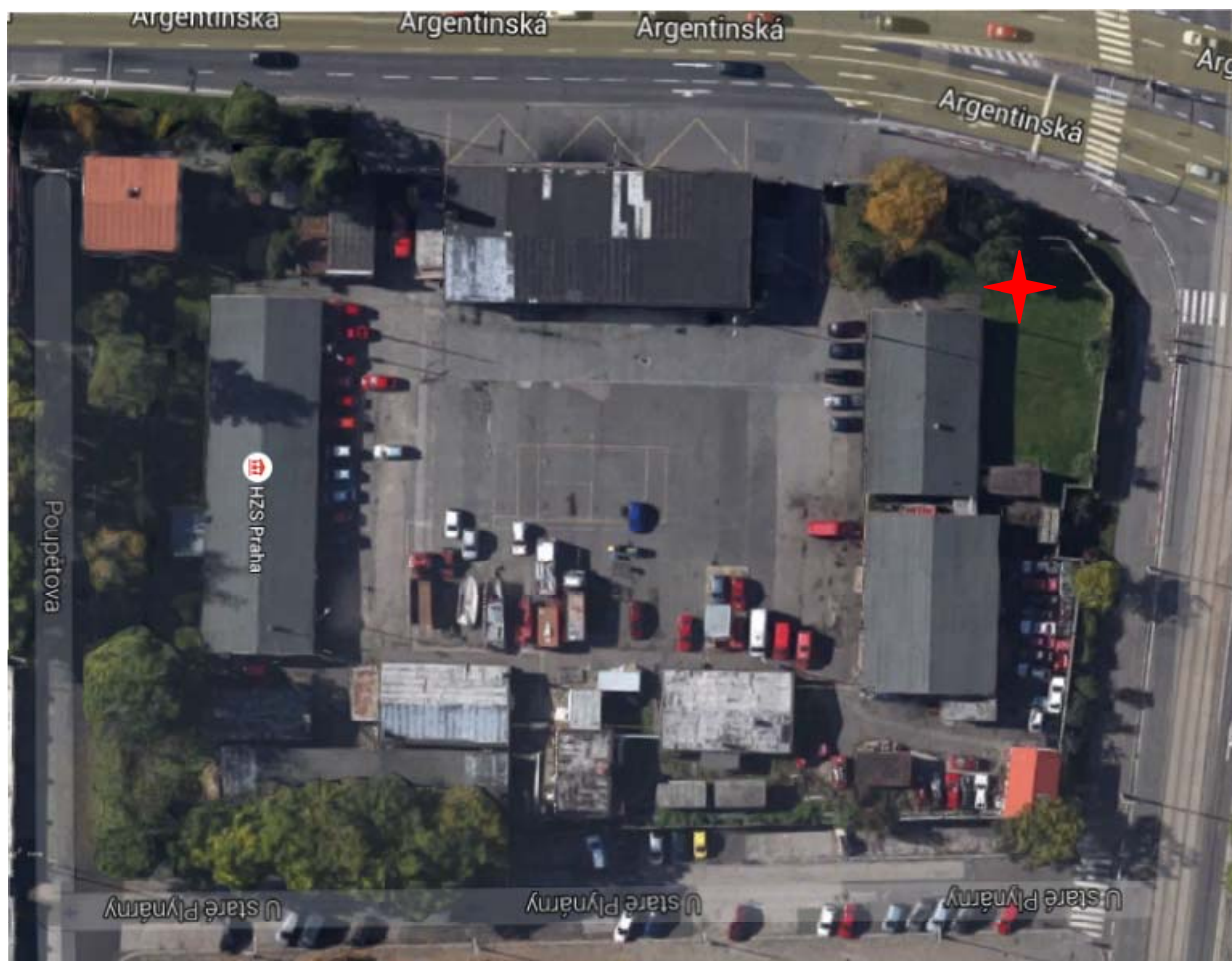


TECHNICKÁ ZPRÁVA

MĚŘENÍ BLUDNÝCH PROUDŮ - KOROZNÍ PRŮZKUM
HZS HOLEŠOVICE



V Praze, 10. 12. 2015

Objednatel : TECHNICO Opava s. r. o.

Hradecká 1576/51

746 01 Opava 1

Zhotovitel : GP servis Praha spol. s r.o.

Živcových 427

155 00 Praha 5 - Stodůlky

Zpracoval: RNDr. Karel HRUBEC

(držitel odborné způsobilosti č. 1464/2001)

Č.j. 24/2015

Rozdělovník:

- 1 – 3 Techniko Opava s.r.o.
- 4 GP servis Praha spol. s r.o.

Obsah:

Zpráva o geofyzikálním měření

Grafické přílohy

Příloha 1: Mapová situace, měřítko cca 1 : 1000 (faxová kopie dodaná odběratelem)

Příloha 2: Velikost a směr proudových hustot J_p [mA/m²] pro střední hodnotu zemních odporů na lokalitě (366 Ohmm) a ve spraších (20 Ohmm)

Příloha 3: Odporový vertikální řez a výřez z geologické mapy ČR 1:50 000

Zpráva o geofyzikálním měření

Na základě e-mailové objednávky firmy Technico Opava s.r.o. ze dne 13. listopadu 2015 zajistil GP servis Praha spol. s r.o., základní korozní průzkum pro úkol číslo TO-474 „HZS Holešovoce“. Lokalita se nachází v Praze Holešovicích mezi ulicemi Argentinská - Plynární – U Staré Plynárny-Poupětova na parc. č. 773/4. V dané lokalitě stávající HZS Holešovice bude nově vybudován nový soubor budov HZS Holešovice. Jednotlivé budovy budou řešeny jako monolitický skelet založený na velkopřůměrových pilotách. Nové objekty nejsou podsklepeny. Hloubka výkopů pro samotný objekt se předpokládá do úrovně cca 1,0 - 1,5 m pod terén. V areálu se pravděpodobně vyskytují dva podzemní objekty, které budou při nové výstavbě zrušeny. Úkol byl řešen sledováním bludných proudů a měřením měrných odporů hornin metodou odporové tomografie. Průzkum proběhl za vlhkého počasí 20.11.2015. Letecký snímek (Gogole) na titulní straně s vyznačenou polohou měření orientačně charakterizuje stav lokality v době měření.



větev S-J



větev V-Z

Obr. 1: Terénní poměry v místě průzkumu a pozice elektrod při měření bludných proudů GRmetrem

Výchozím oborem pro protikorozní ochranu jsou základy elektrochemie. V zásadě jde o poznatek, že mezi dvěma elektrodami, které jsou propojeny elektrolytem, vznikají rozdíly elektrického napětí (rozdíly redox potenciálů) a ty vytvářejí proudový článek. Elektrody nemusejí být jenom z rozdílných kovů. Katoda a anoda mohou být tvořeny i například částmi potrubí různé kvality (rozdílný obsah uhlíku v oceli apod.) nebo potrubím pod různým

mechanickým napětím. Dále elektrody mohou být stejného druhu a naopak elektrolyt může být proměnlivých vlastností. Tento případ je například tvořen přechodem z oxidační do redukční zóny (známe i u rudných ložisek) nebo změnou ve složení zemin (kontakt jíl-písek). Celá problematika je zásadně komplikována existencí bludných (parazitních) proudů, které pronikají do kovových objektů a vytvářejí katodické i anodické oblasti. Existence bludných proudů je podmíněna nechtěnými, neřízenými úniky proudových polí ze špatně ošetřených průmyslových zdrojů (elektrické generátory, elektrifikované tratě apod.). V zásadě je možno elektrickou korozi rozdělit na dva případy, a to na korozi bludnými proudy (tj. korozi podmíněnou přítomností bludných proudů) a půdní korozi (koroze nevyžaduje přítomnost bludných proudů). Pro orientaci uvádíme základní interpretační tabulku pro posuzování nebezpečí koroze dle ČSN 038372 (viz Tab. 1).

Tab. 1: Nebezpečí koroze dle ČSN 03 8372

Měrný odpor [Ωm]	Proudová hustota J_p [mA/m^2]	Charakteristika korozivnosti	Stupeň korozivnosti
více jak 100	méně než 0,0001	velmi nízká	I
50 - 100	0,0001 – 0,003	střední	II
23 - 50	0,003 – 0,1	zvýšená	III
méně než 23	více než 0,1	velmi vysoká	IV

Při posuzování nebezpečí koroze se vychází se zjištěné proudové hustoty pole bludných proudů J_p [mA/m^2] a velikosti zjištěných měrných odporů [Ωm]. Vypočtené hodnoty se porovnávají s příslušnými standardy (ČSN). Po vybudování nové podzemní stavební konstrukce (základy budovy) však může nastat „sací efekt“ a stav elektrických polí se může značně změnit. Stavbu je tedy nutno i po stránce korozní ochrany zkolaudovat a její stav dále sledovat. Aby byly cíle projektu splněny, bylo postupováno v případě zde předkládané zprávy zejména ve smyslu níže uvedených norem a standardů:

ČSN 03 8375 – *Ochrana kovových potrubí uložených v půdě nebo ve vodě proti korozi.*

ČSN 03 8372 – *Zásady ochrany proti korozi nelineových zařízení uložených v zemi nebo ve vodě.*

ČSN 03 8365 – *Stanovení přítomnosti bludných proudů v zemi.*

Metodický pokyn dokumentace elektrických a geofyzikálních měření betonových mostů podzemních komunikací. Vydalo Ministerstvo dopravy ČR, Praha 1995. (Dokonalé zpracování tohoto pokynu umožňuje jeho využití i pro jiné podzemní stavby).

Služební rukověť SR 5/7 (S) , Ochrana železničních mostních objektů proti účinkům bludných proudů‘, ČD, 1997.

ČSN EN 50162 – *Ochrana před korozí bludnými proudy ze stejnosměrných proudových soustav.*

Ke zpracování naměřených dat a jejich prezentaci byl použit následující licencovaný software:

Res2D (zpracování odporové tomografie),

Excel (zpracování databází),

Grapher 11 (grafická přílohy),

Surfer 13 (grafická přílohy).

Měření proběhlo na stanicích bludných proudů, která byla umístěna na jediném vhodném místě v areálu – trávník v severozápadním rohu parcely. Měření bludných proudů proběhlo tak, že byly sledovány potenciální rozdíly mezi nepolarizovatelnými elektrodami N a M1, resp. N a M2. Vzdálenost elektrod od sebe byla 20 metrů. Směr dvojce NM1 byl veden od severu k jihu a NM2 byla vedena od západu na východ. Detekce bludných proudů se uskutečnila v režimu vzorkování 1 vteřina (5 minut = 300 měření) a 10 vteřin (30 minut = 180 měření). Měření proběhlo za běžného provozu v dopoledních hodinách pracovního dne. Měření byla realizována s digitálním přístrojem GRmetr firmy MEAS Prog. s.r.o., viz ilustrační fotografie na obr. 1. Průměrná hodnota intenzita bludných proudů E_p [mV/m] byla při vzorkování po jedné vteřině 3.26 mV/m (max.= 5.01, min=0.88) a při vzorkování po deseti vteřinách 3.16 mV/m (max.= 4.55, min=1.08).

Měření odporové tomografie s maximálním rozestupem proudových elektrod 22.5 metru (16 elektrod s krokem 1.5 metru) probíhalo v místech shodných se stanicí bludných proudů a to ve směru větve východ- západ. Cílem elektrického sondování je stanovit odporové poměry v místech observační stanice a posoudit případnou odporovou anizotropii na lokalitě. Znalosti odporových poměrů jsou, mimo jiné, důležité pro výpočty proudových hustot parazitních (bludných) elektrických polí. Měření se uskutečnilo s přístrojem ARES (GF Instruments), viz. ilustrační foto z lokality na obr.2. Naměřená data byla zpracována programem Res2D do pěti hloubkových úrovní a z nich byl vytvořen vertikální hloubkový řez pro intervalu 0 – 4 metry. Průměrná hodnota zemního odporu byla 366 Ohmm (min.=183, max.= 674) a odpovídám běžným šterkům říčních teras.



Obr. 2: Měření odporové tomografie přístrojem ARES

V tabulce 2 jsou shrnuty výsledky kvantitativní interpretace odporové tomografie. V tabulce 3 jsou pak uvedeny výpočty proudových hustot získaných na základě sledování potenciálních rozdílů mezi elektrodami NM1 a NM2.

Tabulka 2: Měrné odpory zemin pro jednotlivé hloubkové úrovně

hloubka (m)	měrný odpor (Ohmm)		
	průměr	min	max
0.4	353	183	674
1.2	351	199	495
2	358	225	513
3	369	242	531
4	397	230	532
průměr 0 - 4 m	366	-	-

Tabulka 3: Výpočet proudových hustot J_p

vzorkování	intenzita bl. proudů E_p [mV/m] (*)	Měrný odpor [Ohmm] (**)	Proudová hustota	Kategorie agresivity dle J_p (***)	poznámka
			J_p [mA/m ²]		
1s	3.258599	366	0.00890328	III	výpočet dle normy
1s	3.258599	183	0.01780655	III	minimální zjištěná hodnota odporů
1s	3.258599	20	0.16292996	IV	tabulková hodnota pro spraše
10s	3.161456	366	0.00863786	III	výpočet dle normy
10s	3.161456	183	0.01727572	III	minimální zjištěná hodnota odporů
10s	3.161456	20	0.15807281	IV	tabulková hodnota pro spraše

*) výsledek měření bludných proudů

**) hodnoty odvozená z odporové tomografie resp. z tabulkových hodnot

***) kategorizace ve smyslu normy ČSN 03 8372, viz tab.1

Pokud jsou posuzovány naměřené měrné odpory na lokalitě v místě průzkumu z hlediska půdní koroze, lze konstatovat že konstrukce přijde do styku se zeminami (horninami) kategorie I. Z výpočtu proudových hustot (viz tabulka 3) však plyne, že se lokalita nachází v kategorii III (zvýšená korozita).

V příloze 1 je mapa (stavební plán dodaný odběratelem) s lokalizací místa měření a schématem, jak byla měření prováděna. V příloze 2 jsou uvedeny grafy intenzity a směru bludných proudů. V příloze 3 jsou výsledky kvantitativní interpretace odporové tomografie a výřez z geologické mapy.

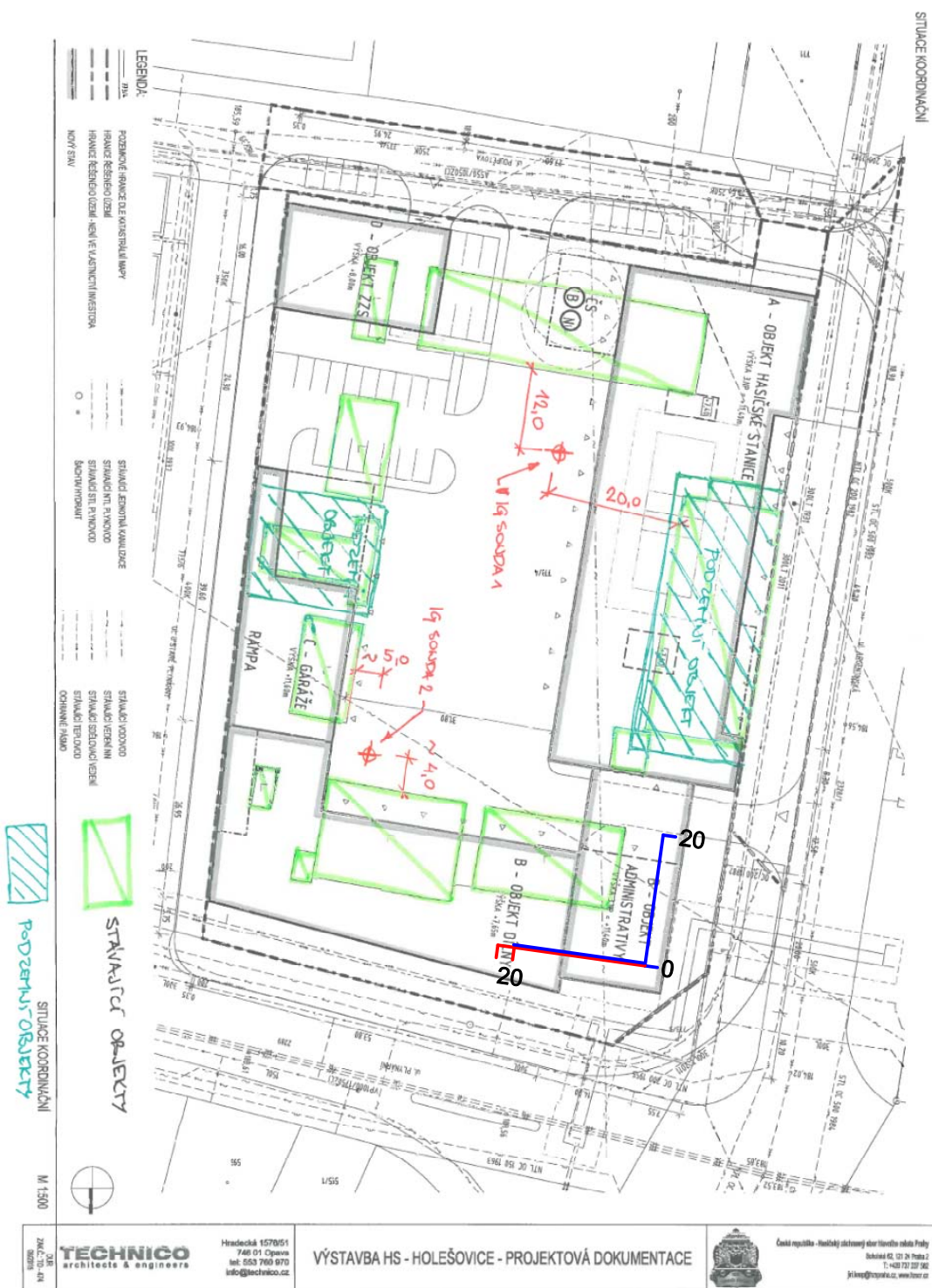
Závěry a doporučení

- Plocha plánované HZS Holešovice se nachází v těsné blízkosti tramvajové trati a nedaleko od elektrifikované železniční trati. Obě tyto liniové stavby jsou významným zdrojem bludných proudů.

- Z výpočtu proudových hustot plyne ve smyslu ČSN 03 8372, že zkoumaná lokalita se nachází v místech, které zařazujeme do **kategorie III, korozita zvýšená**. Tato kategorie vychází pro reprezentativní (charakteristický, průměrný) měrný odpor zemin 366 ohmm. Situace se ovšem může výrazně změnit, pokud bludné proudy budou pronikat do budovy vrstvami se zvýšeným obsahem jílových minerálů (podle geologické mapy jsou v bezprostřední blízkosti polohy spraší jejichž odpory jsou kolem **20 ohmm**) nebo přes kovové, špatně odizolované objekty (např. staré neizolované inženýrské sítě, zbytky rušených podzemních železobetonových konstrukcí, apod.). V tomto případě se bude proudová hustota zvyšovat a může dosahovat i kategorie **IV, korozita velmi vysoká**. Tyto situace mohou posílit tak zvaný sací efekt, který zvýší velikost proudů vnikajících do základů stavebních objektů. Tomu lze zabránit zvýšenou ochranou základových prvků stavby.

Doporučujeme následující opatření:

1. Provádět důsledně elektrické spojení výztuží základových prvků svarem. Vnitřní výztuž tedy musí být standardně navržena z oceli se zaručitelnou svařitelností. Výztuž má být vyvedena na reprezentativních místech na povrch terénu, kde bude k vývodu umožněn přístup pro napojení kontrolního měřicího přístroje (potenciometru).
2. Základním pasivním ochranným opatřením spodní stavby bude primární ochrana, tj. dostatečné krytí výztuže betonem. Z hlediska ochrany proti účinkům BP bude považováno za vyhovující krytí výztuže ve směru do horninového prostředí alespoň 50 mm betonu.
3. Pro spodní stavby se doporučuje i sekundární ochrana, která bude chránit stavbu zejména před agresivními vlivy na styku se zeminou a před vlivem bludných proudů. Sekundární ochrana může být navržena jako folie. Doporučujeme bezešvou folii, která bude vykazovat měrný elektrický odpor alespoň ve výši $1 \cdot 10^{12} \Omega m$.
4. Pro zábradlí a obdobné kovové konstrukce platí, že se dilatačními spárami nebo izolačním materiálem provede oddělení kovových částí od ostatní stavby.
5. Pokud v těsné blízkosti stavby procházejí či do stavby vcházejí inženýrské sítě, musí se zabránit zavedení bludných proudů do nově budované stavby (staveb). Doporučuje se preventivní kontrola charakteru cizích inženýrských sítí a zajištění, aby v mezích technickým možností byl při vstupu do budovy přerušen průběh vodivých linek izolantem. Například litinové potrubí vodovodních řádů bude přerušeno izolačním prstencem.
6. Tento základní korozní průzkum z listopadu 2015 nelze považovat za výsledek, který má neměnnou platnost. Rušivé elektrické pole se bude přizpůsobovat průběhu stavby, popřípadě se může měnit i v důsledku stavebních činností mimo zájmové území. Stav parazitních (bludných) proudů je proto nutno průběžně sledovat a případně zajistit následná nápravná opatření. Doporučujeme provést opakovaný korozní průzkum jednak po demolici stávajících staveb a odstranění současných povrchů (asfaltobetonu, betonu), **opakované měření je nezbytné pokud budou na lokalitě v základových spárách zjištěny polohy spraší či jílových hornin**, a jednak v rámci kolaudace stavby (staveb). V průběhu životnosti stavby (staveb) doporučujeme opakovat monitorovací měření tak, že jedno měření proběhne v době před ukončením garance na stavbu a pak v cyklech po 10 letech.
7. Autor zprávy je připraven konzultovat případné dílčí dotazy spojené s problematikou zájmového území HZS Holešovice. Navržená technická opatření je nutné schválit odpovědným projektantem.

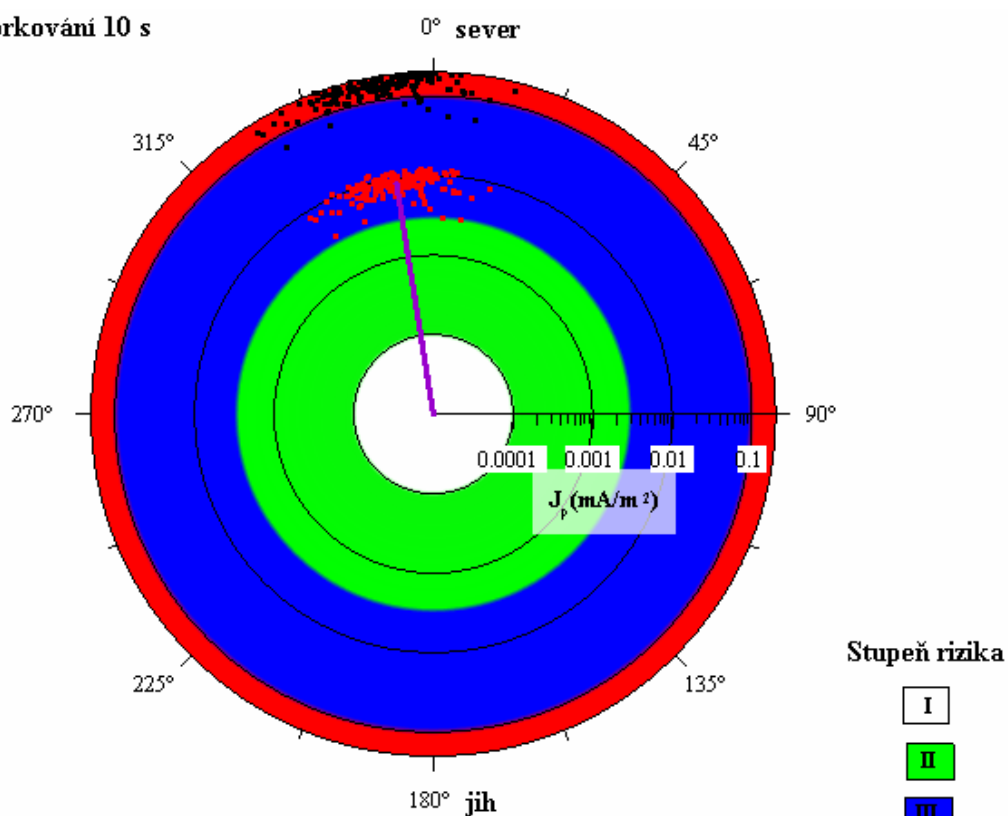


— měření bludných proudů

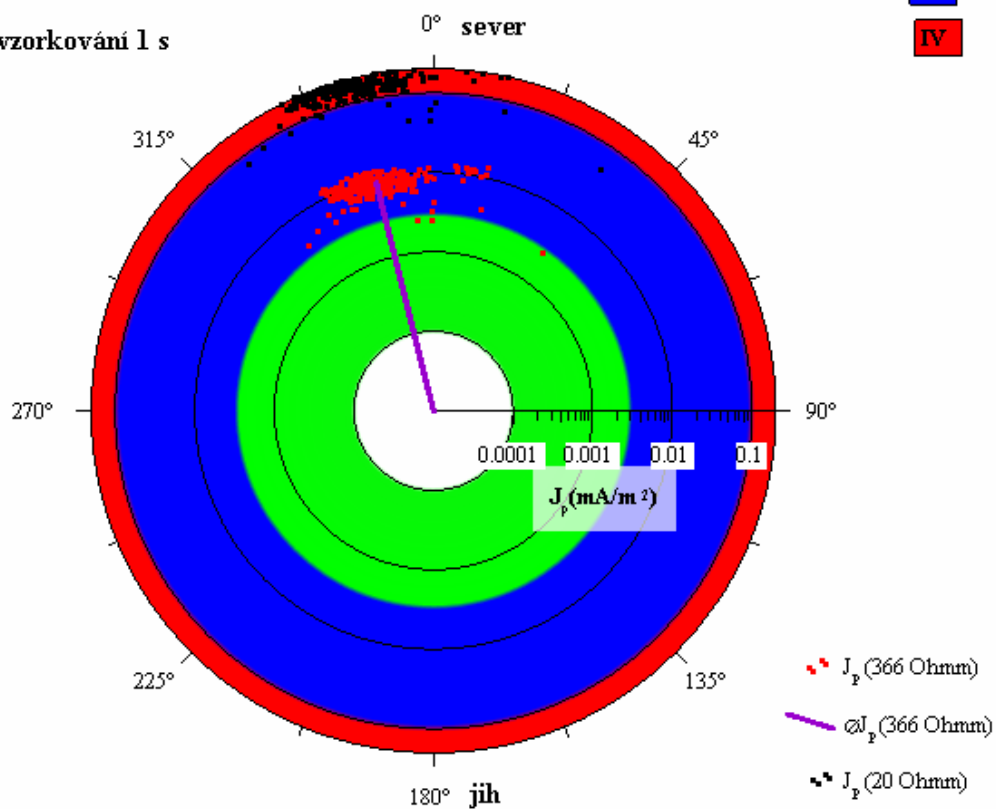
— měření odporové tomografie

Příloha 1: Mapová situace, měřítko cca 1 : 1000

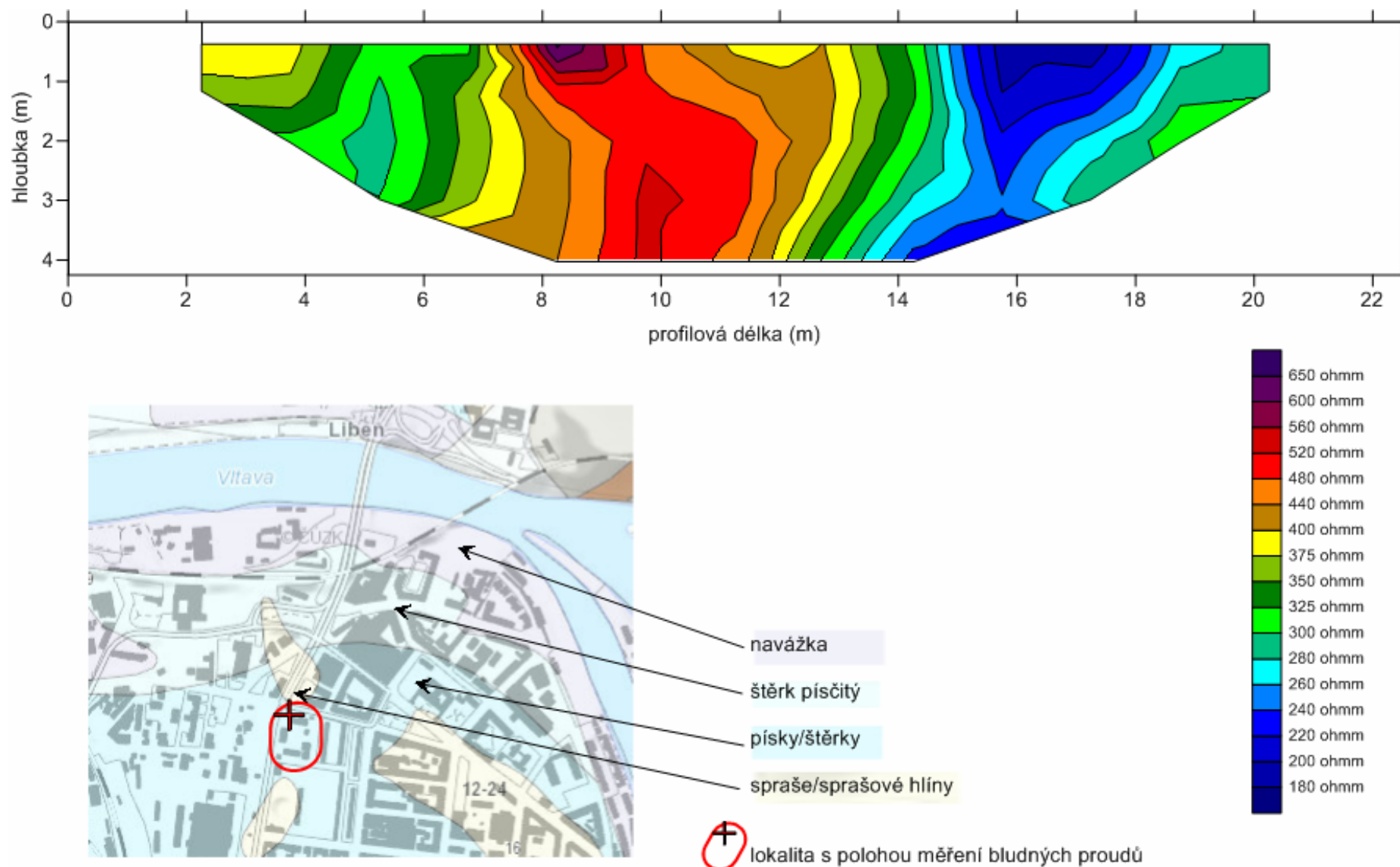
vzorkování 10 s



vzorkování 1 s



Příloha 2: Velikost a směr proudových hustot J_p [mA/m²] pro střední hodnotu zemních odporů na lokalitě (366 Ohmm) a ve spraších (20 Ohmm)



Příloha 3: Odporový vertikální řez a výřez z geologické mapy ČR 1:50 000