	Odpovědný řešitel	Zpracovatel podkladů	Kreslil	Schválil
	Mgr. R. Jurnečková	GeoTec-GS, a.s.	-	Mgr. J. Bartoň
Objednatel: SUDOP BRNO, spol. s r.o.				
Název zakázky: Brno – Kr. Pole, rekonstrukce žst. – OH			Datum	březen 2018
			Číslo zakázky	17 0225
			Měřítko	-
Název přílohy: Závěrečná zpráva „Průzkum obsahu arsenu v horninovém prostředí“			Číslo přílohy	3
			Číslo výtisku	

„REKONSTRUKCE ŽST. BRNO-KRÁLOVO POLE“

Část E.2

**PRŮZKUM OBSAHU ARSENU
V HORNINOVÉM PROSTŘEDÍ**

červen 2017

2017 - 080

Výtisk č.:

Objednatel: **SUDOP BRNO, spol. s.r.o.**

Kounicova 26,
611 36 Brno

Zhotovitel: **GeoTec-GS, a.s.**

Chmelová 2920/6
106 00 Praha 10

Název zakázky zhotovitele: Žst. Brno - Královo Pole - rekonstrukce, průzkum

Zakázkové číslo zhotovitele: 2017-080

Úkol / název úkolu: " Rekonstrukce žst. Brno-Královo Pole "

Název zprávy: Část E.2 – Průzkum obsahu arsenu v horninovém prostředí

Praha, červen 2017

Zpracovali: Mgr. Filip Stehlík
odpovědný řešitel

Schválil: Mgr. Filip Dudík
ředitel společnosti

OBSAH:

1. ÚVOD.....	4
1.1 ZÁKLADNÍ ÚDAJE O ZAKÁZCE.....	4
1.2 VYMEZENÍ ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ.....	4
2. PŘÍRODNÍ POMĚRY	5
3. ROZSAH A METODIKA PRŮZKUMNÝCH PRACÍ	5
3.1 ODBĚR VZORKŮ ZEMIN.....	5
3.2 LABORATORNÍ ROZBORY	5
4. VÝSLEDKY GEOCHEMICKÉHO PRŮZKUMU.....	6
5. ZÁVĚR	8
6. LITERATURA.....	8

Přílohy:

Příloha č. 1 Situace zájmového území

Příloha č. 2 Laboratorní protokol

1. ÚVOD

1.1 ZÁKLADNÍ ÚDAJE O ZAKÁZCE

Název stavby:	Rekonstrukce žst. Brno-Královo Pole
Objednatel:	SUDOP BRNO, spol. s r.o. Kounicova 26, 611 36 Brno
Charakteristika stavby:	Dopravní liniová stavba
Odvětví:	Železniční doprava
Místo stavby:	Trať č. 250 úsek Brno-Maloměřice - Kuřim
Kraj:	Jihomoravský
Okres:	Brno-město, Brno-venkov
Katastrální území:	Obřany, Husovice, Sadová, Královo Pole, Lelekovice, Mokrá Hora, Kuřim
Cíl průzkumu:	Ověřit koncentraci arsenu v přirozeném horninovém prostředí podél předmětného úseku železniční tratě.
Účel průzkumu:	Geologický průzkum slouží objednateli jako podklad pro projektovou dokumentaci stavby, a to především pro řešení nakládání s vytěženým materiálem železničního tělesa v rámci stavebních prací.

1.2 VYMEZENÍ ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

Geochemický průzkum požadových hodnot arsenu v geologickém prostředí je soustředěn podél trati č. 324A (250) mezi Brnem-Maloměřicemi a Kuřimí. Vzorky byly odebírány ve vzdálenosti do 220 m od okraje železničního tělesa

Orientační situace lokality a detail pozemku jsou uvedeny v příloze č. 1. Příslušný mapový list základní mapy 1: 50 000 má č. 24-32.

2. PŘÍRODNÍ POMĚRY

Z hlediska geomorfologické rajonizace vede předmětný úsek železniční trati Bílovickou a Lelekovickou vrchovinou. Geologický podklad je budován krystalinickými horninami brněnského masivu, převážně granodiority, v závěru úseku diority. Kvartérní pokryv je reprezentován eolickými sprášení, příp. sprašovými hlínami, které jsou lokálně postiženy druhotným gravitačním přemístěním (svahoviny). Předmětná trať na několika místech vede (většinou na náspu) po kvartérních hlinitopísčitých fluviálních sedimentech Ponávky.

Po stanici Brno-Lesná spadá předmětné trať do povodí Svitavy, dále pak po km 17 do povodí Ponávky a závěr úseku (vzorek As9) se nachází v povodí potoka Kuřimky. Ponávka i Kuřimka jsou levostrannými přítoky Svratky.

Předmětný úsek železniční trati se nachází v teplém klimatickém regionu (dle Quitta, 1971; T4 a T2) s průměrnou roční teplotou 7-8 °C a ročním úhrnem srážek 500-600 m.

3. ROZSAH A METODIKA PRŮZKUMNÝCH PRACÍ

3.1 ODBĚR VZORKŮ ZEMIN

Pro zjištění geochemického pozadí (fónu) byly odebrány vzorky zeminy neovlivněné antropogenním znečištěním.

Vzorky zemin (5 ks) byly odebírány pomocí ručního nářadí: v nezpevněných zeminách byl použit zemní vrták, v případě hornin (granitoidů) bylo použito geologické kladivo, kterým se zároveň úlomky hornin rozdrtily, aby je bylo možné laboratorně analyzovat. Hloubky odběru byly do 0,6 m pod terénem. Odběry vzorků byly provedeny 1.5.2017.

Vzorky byly odebírány do zdvojených plastových sáčků, opatřených identifikačním štítkem. Seznam odebraných vzorků je uveden v tabulkách 1 a 2.

3.2 LABORATORNÍ ROZBORY

Odebrané vzorky byly analyzovány v hydrochemických laboratořích společnosti GEOtest, a.s., které jsou akreditovány ČIA dle ČSN EN ISO/IEC 17 025 a vedeny jako zkušební laboratoř č. 1271. Vzorky byly analyzovány na stanovení arsenu v sušině.

Analytická metoda byla totožná s metodou používanou při stanovování obsahu arsenu pro tab. 10.1 vyhl. 294/2005 Sb. o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady.

Tab. 1: Dokumentace odběrů vzorků a výsledky laboratorních analýz.

Označení vzorku	Y (m)	X (m)	Katastr	Petrografie	Arsen (mg/kg suš.)
As1	-594 940	-1 156 982	Obřany	Spraš	6,2
As2	-595 732	-1 157 658	Husovice	Granodiorit	6,5
As3	-597 649	-1 157 306	Sadová	Sprašová hlína	7,1
As4	-598 422	-1 156 881	Král. Pole	Písčítá hlína (fluviální)	10,8
As5	-598 735	-1 155 587	Král. Pole	Granodiorit	36,7
As6	-599 107	-1 153 442	Mokrá Hora	Písčitý jíl (fluviální)	5,4
As7	-599 593	-1 151 502	Lelekovice	Granodiorit	7,0
As8	-600 400	-1 149 494	Kuřim	Sprašová hlína	7,1
As9	-601 505	-1 148 556	Kuřim	Diorit	7,0

Tab. 1: Lokalizace odběrů vzorků v rámci předmětného úseku trati č. 324.

Označení vzorku	Traťový úsek (TÚ) / stanice (ST)		Strana	Staničení (km)	Vzdálenost od žel. tělesa (m)
As1	TÚ	Brno-Maloměřice (mimo) - Brno-Královo Pole	vpravo	3,82	45
As2	TÚ	Brno-Maloměřice (mimo) - Brno-Královo Pole	vlevo	4,90	60
As3	TÚ	Brno-Maloměřice (mimo) - Brno-Královo Pole	vpravo	7,31	60
As4	ST	Brno-Královo Pole	vpravo	8,40	30
As5	TÚ	Brno-Královo Pole - Kuřim (mimo)	vpravo	9,75	185
As6	TÚ	Brno-Královo Pole - Kuřim (mimo)	vpravo	12,20	60
As7	TÚ	Brno-Královo Pole - Kuřim (mimo)	vpravo	14,40	55
As8	TÚ	Brno-Královo Pole - Kuřim (mimo)	vpravo	16,60	220
As9	TÚ	Brno-Královo Pole - Kuřim (mimo)	vpravo	18,00	125

4. VÝSLEDKY GEOCHEMICKÉHO PRŮZKUMU

Analýza vzorků zemin odebraných podél železniční trati mezi Brnem-Maloměřicemi a Kuřimí prokázala, že přirozené horninové prostředí v okolí trati obsahuje arsen v koncentracích v rozmezí 5,4 – 36,7 mg/kg sušiny (ppm). Koncentrace nad 10 ppm se v souboru analýz vyskytuje pouze 2x, přičemž hodnota 36,7 ppm je značně odlehlá od mediánu (7,01 ppm) i průměru (10,4 ppm).

Za reprezentativní míru přirozené koncentrace arsenu v geologickém antropogenně (kvazi) neovlivněném prostředí navrhujeme použít koncentraci stanovenou u vzorku As4 navýšenou o míru nejistot laboratorního stanovení (20 %): $10,8 \cdot 1,20 = 13$ ppm.

Ze souboru devíti měření jsme zvolili nejvyšší stanovenou koncentraci, která není výrazně odlehlá, jak je tomu v případě As5. Navýšení o 20 % je doporučováno odborem environmentálních rizik a ekologických škod MŽP (J. Gruntorád).

Uvedenou hodnotu 13 mg/kg sušiny navrhujeme jako indikátor znečištění v rámci místně-specifických podmínek s možností dalšího zpřesňování (*sensu* MŽP, 2013). Při zpřesňování informací o koncentraci arsenu v přírodním pozadí je vhodné zaměřit se na krystalinické horniny brněnského masivu; je možné, že odchylky v petrografii různých variet granitoidů budou obsahovat různá množství arsenu. Jediný výskyt poměrně vyšší koncentrace As, která byla detekována u vzorku As5, nepovažujeme za statisticky vypovídající.

Z hlediska limitní koncentrace As pro možnost ukládání materiálu (odpadu) na povrch terénu, který je stanoven ve výši 10 mg As/kg sušiny (tab. 10.1. vyhl. 294/2005 Sb.), považujeme tuto hodnotu za opodstatněnou i v místně specifických podmínkách.

Z hlediska legislativy týkající se ochrany zemědělské půdy (vyhl. 153/2016 Sb. o stanovení podrobností ochrany kvality zemědělské půdy a o změně vyhlášky č. 13/1994 Sb., kterou se upravují některé podrobnosti ochrany zemědělského půdního fondu), kde je preventivní hodnota 20 ppm As, resp. indikační hodnota 40 ppm As, jsou zjištěné koncentrace arsenu v odebraných vzorcích vyhovující.

Limity dané MP MŽP Indikátory znečištění považujeme v místních podmínkách za nepoužitelné, lze srovnávat pouze s geochemickým fónem. V tomto ohledu je metodický pokyn MŽP "Indikátory znečištění" (2013) velice přísný (i když uvádí, že v České republice jsou běžné vyšší koncentrace arsenu než uvedené hodnoty indikátorů znečištění), protože v běžných geochemických podmínkách se v sedimentárních horninách hodnota koncentrace arsenu pohybuje mezi 5 - 10 mg/kg (Webster, 1999). U jílových sedimentů se koncentrace pohybuje dokonce okolo 13 mg/kg (Ure a Berrow, 1982). Přirozený výskyt arsenu v půdách dále studovalo mnoho dalších autorů jako Jacks a Bhattacharya (1998), Nriagu et al. (2007), aj. a např. Yudovich a Ketris (2005), ti uvádějí, že přirozený výskyt arsenu v břidlicích a jílech se pohybuje v hodnotách od 0,3 do 490 mg/kg a vápencích od 0,1 do 20 mg/kg.

Z mapy geochemické reaktivity hornin listu 24-42, Šlapanice (ÚÚG, 1987) je patrné, že se hodnota výskytu arsenu v zájmovém území pohybuje, nebo lépe řečeno nepřevyšuje trojnásobek hodnoty klarku, přičemž klark pro svrchní kontinentální kůru je roven koncentraci arsenu 4,81 mg/kg (Rudnik a Gao, 2004). Z tohoto je patrné, že se hodnoty výskytu arsenu na zájmovém území pravděpodobně pohybují v hodnotách přirozeného pozadí.

Pro úplnost uvádíme, že pro pískoviště dětských hřišť, kde je pravděpodobný úzký kontakt dětí s materiálem včetně nezáměrné konzumace, je podle Vyhl. 238/2011 Sb. o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch limitní hodnota pro arsen 10 mg/kg.

5. ZÁVĚR

Geochemický průzkum zaměřený na obsah arsenu v přirozeném geologickém prostředí podél železniční trati v úseku Brno-Maloměřice – Kuřim prokázal na devíti vzorcích koncentrace v rozmezí 5,4 – 36,7 mg As/kg sušiny. Jako místně specifický indikátor znečištění je navržena koncentrace 13 mg As/kg.

Limit tab. 10.1. vyhl. 294/2005 Sb. (10 mg As/kg sušiny) považujeme v rámci místně specifických podmínek za opodstatněný. Zjištěné koncentrace vyhovují limitům pro zemědělskou půdu.

Co se týče koncentrací arsenu, tak je třeba poznamenat, že v Jihomoravském kraji se pohybují v rozmezí cca 8 až 11 ppm při terénním měření (výsledky firmy Geotest, a.s.). Světový průměr v půdách je 6,8 mg/kg sušiny, průměrné koncentrace arsenu v organogenních půdách jsou 9,3 mg/kg sušiny (Čurlík 2011).

V rámci aktuálního průzkumu nelze hovořit o antropogenní kontaminaci arsenem, ale o přirozené koncentraci v rámci geochemického fónu - původ arsenu bude zpravidla neogenního původu.

6. LITERATURA

MŽP (2013): Indikátory znečištění. MŽP. Praha.

Vyhláška č. 153/2016 Sb., o stanovení podrobností ochrany kvality zemědělské půdy a o změně vyhlášky č. 13/1994 Sb., kterou se upravují některé podrobnosti ochrany zemědělského půdního fondu.

Vyhláška č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady.

Jacks, G., Bhattacharya, P. (1998): Arsenic contamination in the environment due to the use of CCA-wood preservatives. - Arsenic in Wood Preservatives, Part I, Kemi Report, 7-75.

Nriagu, J. O., Bhattacharya, P., Mukherjee, A. B., Bundschuh, J., Zevenhoven, R., Loeppert, R. H. (2007): Arsenic in soil and groundwater: an overview. - Trace Metals and other Contaminants in the environment, 9, 3-60.

Rudnik, R. L., Gao, S. (2004): Composition of the continental crust. - Treatise on Geochemistry, 3, 1-67.

Ure, A., Berrow, M. (1982): The elemental constituents of soils. In Bowen HJM (ed) Environmental Chemistry of the Elements. - The Royal Society of Chemistry, London, 94-203.

ÚÚV (1987): Mapa geochemické reaktivity hornin ČSR. List 24-42 Šlapanice. - Ústřední ústav geologický, Kolín.

Webster, J. G. (1999): The source of arsenic and other elements in the Marbel-Matingao river catchment, Mindanao, Philippines. - Geothermics, 28, 95-111.

Yudovich, Y. E., Ketris, M. P. (2005): Arsenic in coal: a review. - International journal of geology, 61, 638-643

PŘÍLOHOVÁ ČÁST

Obsah:

Příloha č. 1 Situace zájmového území

Příloha č. 2 Laboratorní protokol

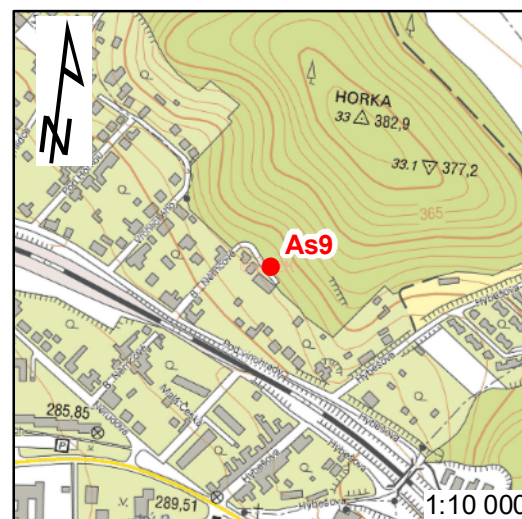
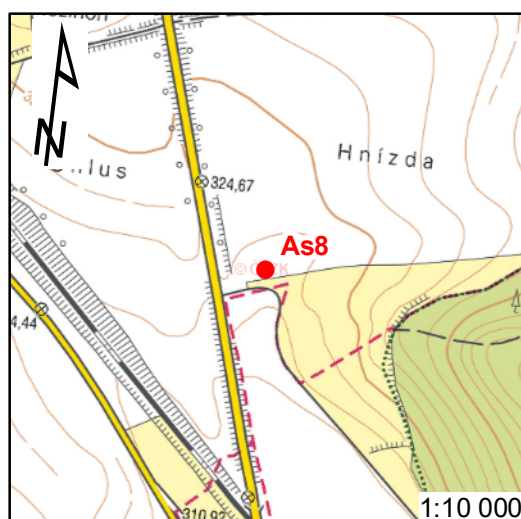
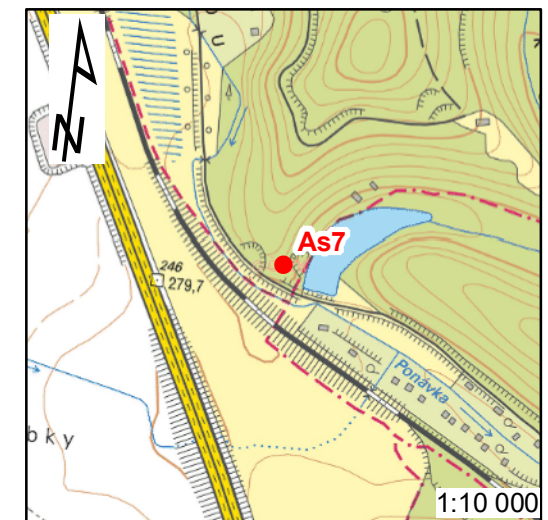
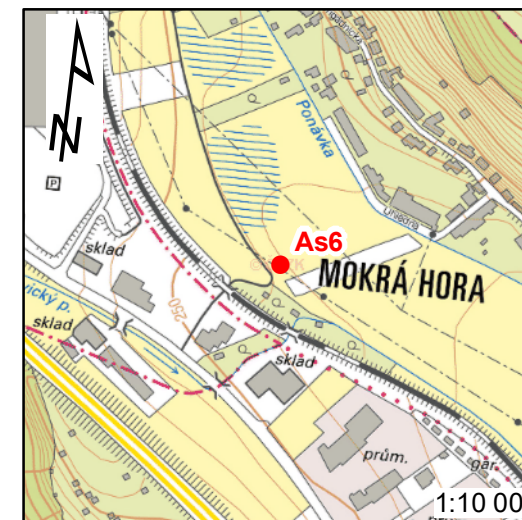
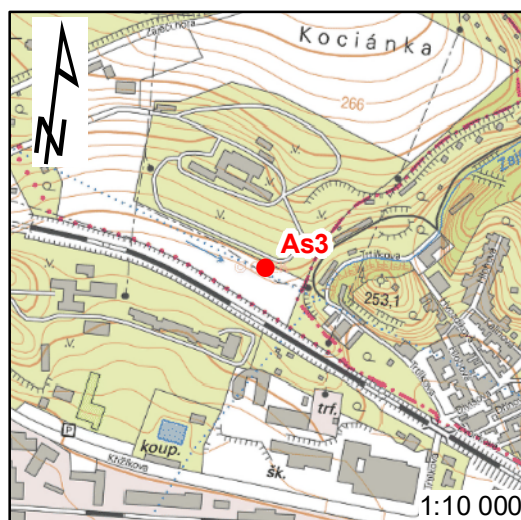
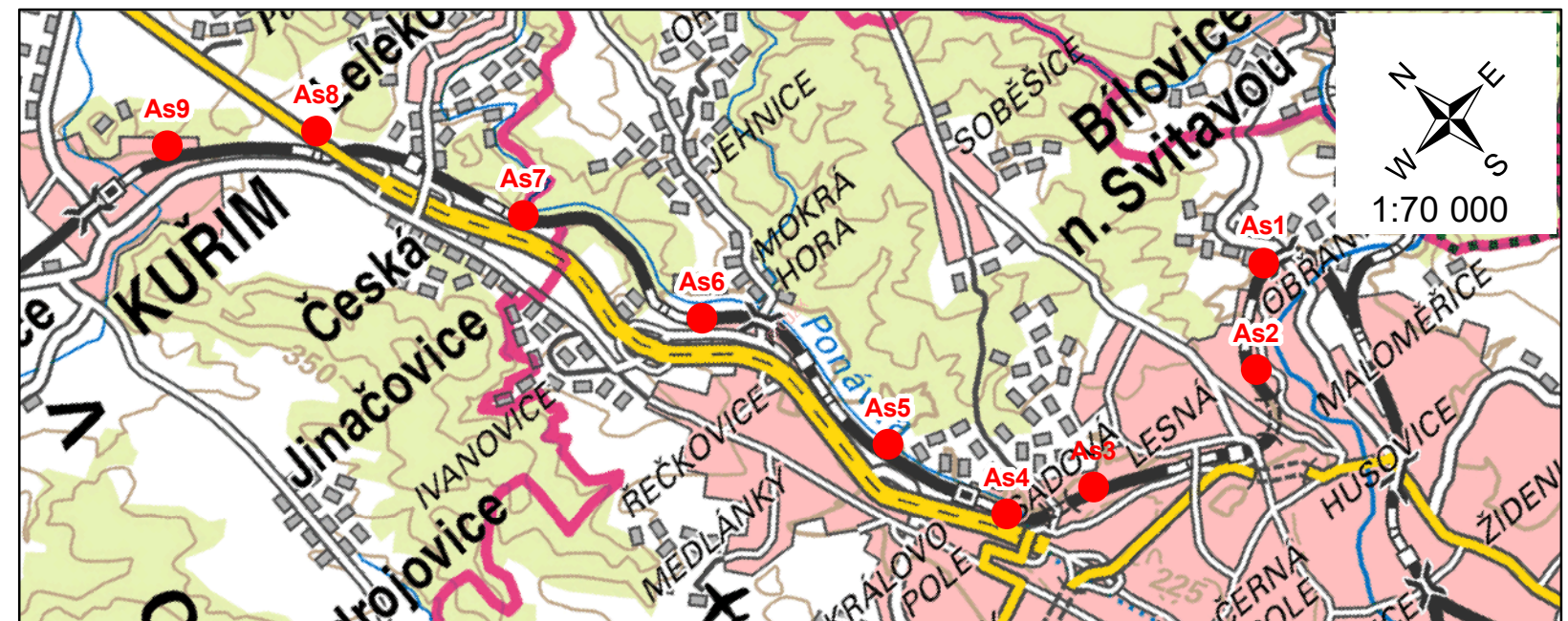
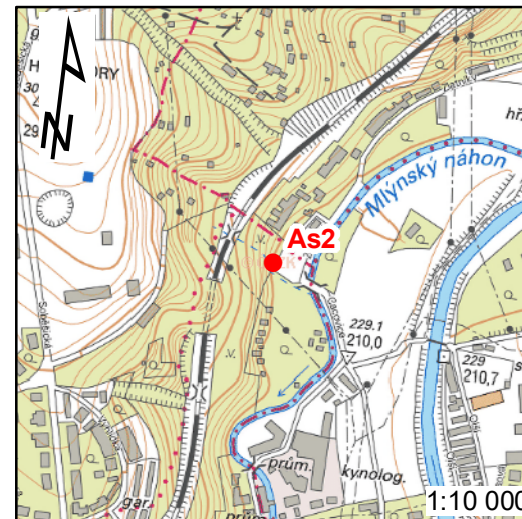
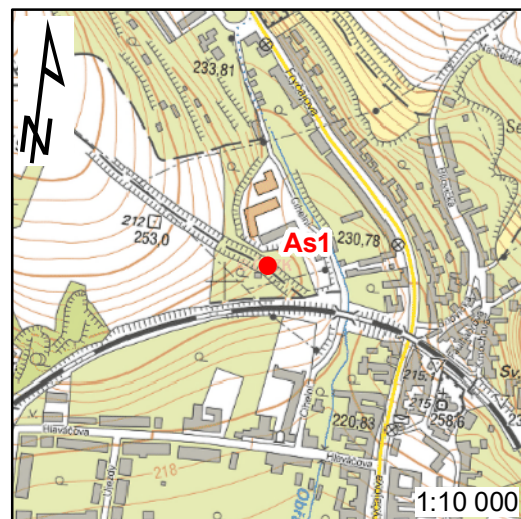
Název zakázky:	Brno-Královo Pole, žst. - průzkum		
Číslo zakázky:	2017 - 080	Objednatel:	SUDOP Brno spol. s r.o.
Datum:	06 / 2017	Zpracoval:	Mgr. Filip Stehlík
Počet stran:	2	Schválil:	Mgr. Filip Dudík

SITUACE ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

Název zakázky:	Brno-Královo Pole, žst. - průzkum		
Číslo zakázky:	2017 - 080	Objednatel:	SUDOP Brno spol. s r.o.
Datum:	06 / 2017	Zpracoval:	Mgr. Filip Stehlík
Počet stran:	1	Schválil:	Mgr. Filip Dudík

Průzkum obsahu arsenu v horninovém prostředí

Příloha č. 1 Situace zájmového území



Legenda

● Odběr vzorku As

Název akce: Žst. Brno - Královo Pole
- rekonstrukce, průzkum

Číslo akce: 2017 - 080

Zpracoval: Mgr. Filip Stehlík
GeoTec-GS, a.s.

Formát listu: A3

Mapový podklad: WMS, ČÚZK
ZM200, ZM10

LABORATORNÍ PROTOKOL

Název zakázky:	Brno-Královo Pole, žst. - průzkum		
Číslo zakázky:	2017 - 080	Objednatel:	SUDOP Brno spol. s r.o.
Datum:	06 / 2017	Zpracoval:	Mgr. Filip Stehlík
Počet stran:	2	Schválil:	Mgr. Filip Dudík

PROTOKOL O ZKOUŠCE č. 3201 - 801/2017

strana 1/2

Zadavatel: SUDOP BRNO, spol. s r.o.**Název zakázky:** Brno-Královo Pole, rekonstrukce žst, OH**Lokalita:** --**Číslo zakázky:** 170225**Předmět zkoušky:** vzorky zemín**Odběr vzorků:****Datum odběru:** 2. 5. 2017**Vzorek odebral/dodal:** externí odběr**Datum příjmu:** 2. 5. 2017**matrice:** zemina**Identifikace (evidenční čísla) vzorků:** 4146-4154**Identifikace zkušebních postupů:** uvedena na stránkách 2 - 2

Název a plné znění postupů zkoušek uvedených pod identifikačním označením

SOP podle seznamu zkušebních postupů je k dispozici v laboratoři.

SOP: standardní operační postup;

Výsledky zkoušek: uvedeny v tabulkách na stranách 2 - 2**Zahájení zkoušek:** 2. 5. 2017**Ukončení zkoušek:** 22. 5. 2017**Prověřil:** Mgr. Simona Schüllerová**Nejistoty měření:**

Mírou přesnosti provedených zkoušek jsou intervalové odhady nejistot, spojených s výsledky těchto zkoušek. Odhady nejistoty jsou známy a pokud nejsou uvedeny přímo v protokolu o zkoušce, jsou v laboratoři k dispozici k nahlédnutí. Jedná se o rozšířené kombinované nejistoty, které jsou součinem standardní nejistoty měření vyjádřené jako odhad relativní směrodatné odchylky stanovení a koeficientu rozšíření, který je pro hladinu významnosti 95% roven 2. Nejistoty nezahrnují složky vzniklé vzorkováním. Uvedené nejistoty se týkají pouze hodnot nad detekčním limitem stanovení.

Výsledky zkoušek se týkají pouze zkoušených předmětů uvedených výše a nenahrazují jiné dokumenty.

Bez písemného souhlasu zkušební laboratoře se nesmí protokol o zkoušce reprodukovat jinak, než celý.

Protokol vystaven: 22. 5. 2017**Schválil:** Ing. Pavel Schwarzer

technický vedoucí Hydrochemických laboratoří

Celkový počet stran: 2

GEOtest, a.s.
Šmahova 1244/112, 627 00 Brno
DIČ CZ46344942 54

PROTOKOL O ZKOUŠCE č. 3201 - 801/2017

strana 2/2

Výsledky zkoušek							
<i>ev.č. vzorku:</i>	<i>označení vzorku</i>	<i>ukazatel</i>	<i>jednotka</i>	<i>výsledek</i>	<i>nejistota</i>	<i>datum odběru</i>	<i>zkušební postup</i>
4146	As-1	As	mg/kg	6,24	±20%	2. 5. 2017	SOP ASA-01 (ČSN EN ISO 118
4147	As-2	As	mg/kg	6,48	±20%	2. 5. 2017	SOP ASA-01 (ČSN EN ISO 118
4148	As-3	As	mg/kg	7,13	±20%	2. 5. 2017	SOP ASA-01 (ČSN EN ISO 118
4149	As-4	As	mg/kg	10,8	±20%	2. 5. 2017	SOP ASA-01 (ČSN EN ISO 118
4150	As-5	As	mg/kg	36,7	±20%	2. 5. 2017	SOP ASA-01 (ČSN EN ISO 118
4151	As-6	As	mg/kg	5,40	±20%	2. 5. 2017	SOP ASA-01 (ČSN EN ISO 118
4152	As-7	As	mg/kg	7,00	±20%	2. 5. 2017	SOP ASA-01 (ČSN EN ISO 118
4153	As-8	As	mg/kg	7,12	±20%	2. 5. 2017	SOP ASA-01 (ČSN EN ISO 118
4154	As-9	As	mg/kg	7,01	±20%	2. 5. 2017	SOP ASA-01 (ČSN EN ISO 118