

VÝZKUMNÝ ÚSTAV PRO HNĚDÉ UHLÍ



Objednatel:	Město Litvínov
Číslo objednávky:	04/14/2017
Manažer projektu:	RNDr. Jan Burda, Ph.D.
Název zakázky:	Základní geologická charakteristika širšího okolí městského hřbitova Litvínov
Archivní číslo zakázky:	GH – 024/17 Výtisk č.:
Datum vydání:	2017 05

Společnost je držitelem certifikátu jakosti podle ČSN EN ISO 9001





VÝZKUMNÝ ÚSTAV PRO HNĚDÉ UHLÍ a. s.
tř. Budovatelů 2830/3, Most, PSČ 434 01

Společnost je držitelem certifikátu jakosti podle ČSN EN ISO 9001



Číslo objednávky: 04/14/2017

Název zakázky: **Základní geologická charakteristika širšího okolí městského hřbitova Litvínov**

Druh dokumentace: odborná zpráva

Manažer projektu: RNDr. Jan Burda, Ph.D.

.....

Řešitelé: Mgr. Martin Veselý

.....

Ing. Lukáš Žižka

.....

Vedoucí odborného útvaru: RNDr. Jan Burda, Ph.D.

.....

Technický náměstek: Ing. Petr Svoboda, CSc.

.....

Ředitel společnosti: Ing. Marcela Šafářová, Ph.D.

.....

2017 05

Klíčová slova: město Litvínov, inženýrská geologie, rešerše, městský hřbitov, komunikace Lomská

Anotace: Odborná zpráva hodnotí základní geologickou charakteristiku areálu městského hřbitova a přilehlých pozemků ležících mezi hřbitovní zdí, komunikací Lomská a komunikací Polní včetně širšího okolí. Odborná zpráva poslouží jako prvotní podklad pro projekční a architektonické práce pro plánovanou výstavbu nové smuteční síně v areálu hřbitova a případné rozšíření infrastruktury hřbitova.

Odborná zpráva obsahuje základní geologické zhodnocení oblasti, geologický popis jednotlivých objektů, přehlednou mapu, geologické profily, geologický řez a doporučení pro následný inženýrsko-geologický průzkum.

ROZDĚLOVNÍK

Objednatel:

- Městský úřad Litvínov
- Výtisk č.: 1 - 3 + 1x CD

VÚHU a. s.

- technická knihovna
 - manažer projektu / řešitel
- Výtisk č.: 4 + 1x CD
Výtisk č. : 5 + 1x CD

OBSAH

1 Úvod.....	4
1.1 GEOLOGICKÝ ÚKOL A ÚDAJE O ÚZEMÍ.....	4
1.2 CÍL GEOLOGICKÉHO ÚKOLU.....	4
2 Provedené geologické práce.....	5
2.1 ROZSAH A OBJEM GEOLOGICKÝCH PRACÍ.....	5
2.2 METODIKA ZPRACOVÁNÍ.....	5
2.2.1 Údaje o území a geologické problematice podmiňující řešení.....	5
2.2.2 Postup řešení a jeho zdůvodnění.....	6
2.2.3 Rozsah geologických prací.....	6
3 Výsledky provedených prací.....	8
3.1 GEOLOGICKÁ REŠERŠE.....	8
3.2 GEOLOGICKY DOKUMENTOVANÉ OBJEKTY.....	12
4 Závěry a doporučení.....	13
4.1 HYDROLOGICKÁ A HYDROGEOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA A RAJONIZACE.....	14
4.2 GEOHAZARDY - SVAHOVÉ DEFORMACE.....	16
4.3 PODDOLOVÁNÍ ÚZEMÍ, STARÁ DŮLNÍ DÍLA.....	16
4.4 CHARAKTERISTIKA ZÁKLADOVÉ PŮDY.....	17
4.5 DOPORUČENÍ PRO DOPLŇUJÍCÍ INŽENÝRSKOGEOLOGICKÝ PRŮZKUM.....	19
5 Seznam použitých zdrojů.....	20

GRAFICKÉ PŘÍLOHY

Příloha č. 1	Situační mapa řešeného území s geologickým řezem	M 1 : 2 000
Příloha č. 2	Geologické profily	M 1 : 1 000

1 ÚVOD

1.1 *Geologický úkol a údaje o území*

Název geologického úkolu:	Základní geologická charakteristika širšího okolí městského hřbitova Litvínov
Druh geologických prací:	geologická rešerše
Místopisné určení území:	areál městského hřbitova Litvínov, parcely a části parcel č. 2786, 2787/17, 2787/1, 2787/15, 2787/16, 2787/19, vč. okolí katastrální území Horní Litvínov (686042) obec Litvínov (567256), okres Most (3508), kraj Ústecký (60)
Objednatel prací:	Město Litvínov náměstí Míru 11, Litvínov 436 01 IČO: 00266027
Řešitel geologického úkolu:	Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a. s. tř. Budovatelů 2830/3, Most 434 01 IČO: 44569181

1.2 *Cíl geologického úkolu*

Na základě objednávky č. 04/14/2017 Městského úřadu Litvínov z 9. 3. 2017 zpracoval Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a. s. základní geologickou charakteristiku širšího okolí městského hřbitova Litvínov.

Cílem geologického úkolu bylo vytvoření základní geologické charakteristiky okolí hřbitova města Litvínov, jako podkladového materiálu pro akci „B1705 Výstavba nové smuteční síně v Litvínově“. Vzhledem ke zvažovanému umístění stavby byl dle požadavku objednatele kladen důraz na severní část areálu hřbitova a pozemky východně přiléhající ke hřbitovu. Jednalo se především o zhodnocení mocnosti a charakteru sedimentárních hornin kvartérního a terciérního stáří, případných antropogenních navážek a orientační stanovení výškové úrovně hladiny podzemní vody, a to na základě rešeršního hodnocení existujících geologicky zdokumentovaných objektů, bez provádění doplňkového geologického průzkumu.

Výsledná geologická rešerše bude využita jako podklady pro návrhy stavebních a architektonických řešení výstavby nové smuteční síně, její vhodné lokalizaci v areálu hřbitova a dále pro případnou výstavbu další infrastruktury na přilehlých pozemcích. Součástí odborné zprávy je rovněž doporučení k doplňkovému inženýrsko-geologickému průzkumu oblasti.

2 PROVEDENÉ GEOLOGICKÉ PRÁCE

2.1 *Rozsah a objem geologických prací*

Doplňkové průzkumné geologické práce nebyly prováděny. Odborná zpráva je zpracována na základě rešerše dostupných geologicky dokumentovaných objektů.

2.2 *Metodika zpracování*

2.2.1 *Údaje o území a geologické problematice podmiňující řešení*

Topologicky se zájmová oblast nachází na východním okraji města Litvínov, u komunikace Lomská, která je spojnici mezi Litvínovem a Lomem, mezi plochou s hospodářskými nádržemi a komunikací Polní.

Z hlediska geografie se řešené území nachází na severním okraji centrální části Mostecké pánve, podcelek Chomutovsko – teplická pánev, okrsek Duchcovská pánev. Sedimentární výplň Mostecké pánve představuje heterogenní stratigrafický komplex, kterému dominují lakustrinní sedimenty (především jílovce) miocenního stáří (Bárta et al. 1973, Elznic 1973, Malkovský et al. 1985). Řešené území se nachází ve vzdálenosti cca 1000 m od svahu Krušných hor, které jsou vůči Mostecké pánvi vymezeny tektonickou linií. Nicméně i zde tvoří krystalinikum Krušných hor zásadní strukturně-geologický prvek, když vytváří hřbety (např. jezersko-ryzelský, lahošťský atd.), oddělující jednotlivé části pánve (Kopecký 1989).

Celá krušnohorská oblast byla vyvrásněna a metamorfována během sudetské fáze variského orogénu (Zoubek in: Bárta et al. 1973) jako součást prvohorního vrásného systému. Od mladšího karbonu probíhala denudace, která pokračovala až do druhohor (Bárta et al. 1973). Až během rozsáhlé mořské transgrese, která postihla Český masiv ve svrchní křídě, přibližně na přelomu mořského cenomanu a spodního turonu, moře proniklo až do oblasti středních Čech a k úpatí Krušných hor (Malkovský et al. 1985). V některých oblastech ještě mořské transgresi předcházela sladkovodní sedimentace. Vlastní mořská sedimentace pokračovala až do svrchního turonu, někde až do spodního senonu. Po ústupu moře byly sedimenty vystaveny tropickému a subtropickému zvětrávání, které zde lokálně zapříčinilo vznik kaolinických a lateritických hornin (Bárta et al. 1973).

Jako součást oherského riftu (Kopecký et al. 1985) byla peneplenizovaná oblast do dnešních středohorských výšek vyzdvihována od oligocénu, přičemž v oblasti hor proběhl výzdvih podél linie krušnohorského zlomu (Bárta et al. 1973, Malkovský 1977). Zatímco v oblasti Krušných hor proběhl intenzivní výzdvih, v oblasti Mostecké pánve došlo k poklesu a vzniku grábenové struktury (Váně 1985, Kopecký 1989), resp. synsedimentární vulkanicko-subsidenční struktury, jak ji ve svém pojetí uvažuje Malkovský (1980).

V rámci požadavku na zpracování geologické rešerše byla zpracována charakteristika celého areálu hřbitova včetně širšího okolí. Oblast, jež je předmětem plánované výstavby, lze definovat jako severní část areálu hřbitova. Dále pozemky východně od hřbitova mezi východní hřbitovní zdí a komunikací Polní. Jde o severní části parcel č. 2785, 2786, 2787/17, 2787/1 a celé parcely č. 2787/15, 2787/16, 2787/19. Celou posuzovanou oblast o rozsahu cca 350 x 250 m lze vymezit souřadnicemi:

- | | |
|----------------|-------------|
| 1) X: 790 350 | Y: 978 550 |
| 2) X': 789 950 | Y': 978 850 |

Zájmová oblast je zobrazena v mapovém listě ZM 1:10 000 č. 02-31-20. Ve Státní mapě České republiky se nachází na listu Teplice 6-9. Areál hřbitova a přilehlých pozemků zvažovaných pro výstavbu je vyznačen na leteckém snímku v *příloze č. 1*.

2.2.2 Postup řešení a jeho zdůvodnění

Základním nástrojem pro řešení úkolu bylo shromáždění dostupných mapových a dokumentačních podkladů. Dalším krokem bylo shromáždění geologicky dokumentovaných objektů, hydrogeologických dat a údajů z centrálního registru Portálu geohazardů a z databáze důlních děl, vedených Českou geologickou službou (ČGS).

Pro návrhy architektonických a stavebních řešení plánované stavby smuteční síně je třeba znát místní geologické poměry, mocnosti geologických přirozeně uložených i antropogenních vrstev, včetně jejich zevrubné charakteristiky, dále geologický a geomorfologický vývoj území. Důležitá je také případná znalost fyzikálních, pevnostních a přetvárných vlastností zemin a hornin, pokud jsou tyto informace dostupné. V rámci řešení tohoto úkolu byla primárně využita databáze geologicky dokumentovaných objektů, vedená Geofondem České geologické služby. Data registr vrtů, který spravuje VÚHU a. s., nemohl být využit, jelikož v zájmovém prostoru nemá žádné vrty v evidenci. Dále byly zpracovány archivní podklady, týkající se inženýrsko-geologických prací s dokumentovanými geologickými objekty.

2.2.3 Rozsah geologických prací

V rámci rešerše byl zpracován záznamový list ze 3 zpráv (z let 1952 až 2002), které obsahovaly psanou dokumentaci geologických profilů a 5 listů geologických profilů v měřítku 1:100 a 1:200 (*v příloze č. 2*). Listy představují komplexní výstup, obsahující digitalizovaný grafický i slovní popis dohledaných geologických objektů a výsledky již dříve realizovaných průzkumných prací. Dále byly zpracovány další odborné zprávy, posudky a databáze inženýrskogeologických informací. Práce zahrnovaly:

- a) vytvoření základní databáze inženýrsko-geologických zpráv a dokumentační přehled geologicky dokumentovaných objektů z databáze GEOFONDU;

-
- b) zjištění základních informací o poddolování území, nejbližších starých důlních dílech a dokumentační přehled případných geohazardů z Geoportálu ČGS;
 - c) zpracování jednotné geologické dokumentace – vytvoření nových jednotných geologických profilů, sjednocení názvosloví a jazykového klíče dokumentace;
 - d) tabelární zpracování výsledků a závěrů z dříve realizovaných odborných zpráv;
 - e) vytvoření základního geologického modelu širšího okolí hřbitova;
 - f) konečné zpracování mapových a grafických výstupů.

Vrtné nebo geofyzikální práce nebyly prováděny ani projektovány. Byl proveden základní terénní průzkum v podobě dvou mělkých ručně kopaných sond.

3 VÝSLEDKY PROVEDENÝCH PRACÍ

Podkladem pro vypracování rešeršní části byly archivní zprávy z let 1952 - 2009, popisující průzkumnou geologickou činnost. Z nich byly vypracovány záznamové protokoly tří zpráv (1952, 1990, 2002), které obsahovaly geologicky dokumentované objekty. K zájmové lokalitě se v archivu Geofondu ČGS podařilo dohledat geologicky dokumentované objekty z let 1900 - 2003. Z archivu Geofondu ČGS byly vybrány pouze ty geologicky dokumentované objekty, které byly relevantní pro geologickou charakteristiku území a pro vytvoření základního geologického modelu. Celkem bylo zhodnoceno 22 geologických vrtů a kopaných sond, které byly v minulosti geologicky dokumentovány, čili k nim existuje geologický profil a popis.

3.1 Geologická rešerše

Záznamový protokol č. 1

Název zprávy:	Podrobný návrh vodovodu a odvodnění nového hřbitova v Litvínově.
Autor:	Kadlec, Jan Ing. Jan Kadlec, Teplice
Rok vydání:	1952
Anotace:	13 kopaných sond do hloubky 0,60 - 3,10 m, odvodňovací systém hřbitova

Rešerše:

V rámci inženýrsko-geologických prací bylo v letech 1949 a 1950 provedeno 13 kopaných sond za účelem průzkumu. Tři kopané sondy nebyly při zpracování geologického modelu zohledněny, protože se z dostupné dokumentace nepodařilo zjistit jejich přesné souřadnice. Zbývajících 10 sond je s přibližnými souřadnicemi uvedeno v *tab. 3.1*. Sondy byly vedeny do hloubky cca 3 m, výjimku tvoří sondy S11 a S12, které byly ukončeny v hloubce 1,7 m resp. 0,6 m. Sled zemních vrstev, jejich mocnost a charakteristika jsou uvedeny na řezech sondami (viz *příloha č. 2*).

Geologické poměry

Sondy zastihly aluviální sedimenty blízkého Radčického potoka kvartérního stáří, tvořené převážně hlinitopísčnými štěrkopísky a štěrky až hlinitými sutěmi. Kvartérní štěrkové sedimenty jsou svrchu překryté jílovitopísčnými hlínami, či ornici. Báze kvartéru byla provrtána jen ve třech z deseti zpracovaných vrtů. V hloubce 1,05 m u vrtu S3, 2,5 m u vrtu S5 a 2,7 m u vrtu S7. V celém areálu hřbitova se báze kvartéru nachází v hloubkách přibližně 1 - 4 m pod úrovní terénu. Pod ní byl zjištěn terciérní jíl, v případě vrtu S3 terciérní břidličnatý jíl.

Tab. 3.1 Souřadnice kopaných sond z let 1949-1950, odečtené z původního zákresu.

Sonda č.	Souřadnice -X	Souřadnice -Y	Z (m n. m.)
S1	790234	978581	319,8
S2	790190	978611	319,6
S3	790138	978617	320,1
S5	790227	978690	317,0
S6	790198	978707	317,0
S7	790279	978730	315,3
S8	790284	978768	314,0
S9	790215	978895	312,1
S11	790083	978752	317,3
S12	790097	978738	317,5

Podzemní voda

Srážková voda protéká propustnými štěrkovými sedimenty a po málo propustném až nepropustném podloží z jílu odtéká po spádnicí. V době kopání sond se podzemní voda vyskytovala v různých hloubkách od 0,25 do 2,90 m, některé sondy zůstaly suché. Při měření v lednu 1950 však voda v sondách S1 až S8 vystoupala na podobnou hloubku, 0,5 až 0,7 m pod úroveň terénu. Vzhledem k významnému zvodnění území bylo později přikročeno k vybudování systému odvodňovacích drénů s odtokem hlavních drénů do Radčického potoka, přičemž se uvádí že „minimální hloubka uložení drenáží je 2,80 m pod terénem“ (Kadlec, J. 1952).

Záznamový protokol č. 2

Název zprávy: Litvínov – hřbitov. Zpráva o výsledku geologických prací.
Autor: Kupka, V.
Ústí nad Labem
Rok vydání: 1990
Anotace: 3 vrtané sondy, hloubka 3,0 - 3,5 m

Rešerše:

Tato zpráva hodnotí geologické práce průzkumu pro rozšíření hřbitova východním směrem. V rámci tohoto průzkumu byly třemi sondami VT-1 až VT-3 navrtány sedimenty aluvia Radčického potoka.

Geologické poměry

V sondách byly pod 20 – 25 cm silnou vrstvou orničních hlín zjištěny aluviální sedimenty hlinitých štěrkopísků. Terciérní podloží nebylo v žádné sondě zastíženo.

Podzemní voda

Sondy byly po odvrtání suché.

Záznamový protokol č. 3

Název zprávy: Hřbitov Litvínov – hydrogeologický průzkum.
Autor: Horváth, Peter
Wastech a.s., Ústí n. Labem
Rok vydání: 2002
Anotace: 2 vrtné profily, laboratorní zprávy

Rešerše:

V roce 2002 byly v rámci HG průzkumné zprávy provedeny dva jádrové vrty, které pronikly bází kvartérních uloženin. Z vrtů byly odebrány celkem 4 porušené vzorky zemin. Bylo provedeno zatřídění zemin a stanoven koeficient filtrace.

Geologické poměry

Povrchovou vrstvu u vrtu Lt 1 tvoří 0,4 m mocná vrstva ornice. U vrtu Lt 2 je povrchovou vrstvou navážka štěrku a hlín o mocnosti 0,7 m. Pod nimi se nachází aluviální kvartérní sedimenty sahající do hloubky 4,2 (vrt Lt 1), resp. 3,2 m (vrt Lt 2), které jsou tvořeny štěrky s příměsí jílu a písků, kamenitopísčitymi jíly a jílovitými písky. Pod bází kvartérních sedimentů byly navrtány terciérní jíly tuhé až pevné konzistence, přechodem od světle k tmavě šedým. V jižní části hřbitova u vrtu Lt 2 byly zjištěny jíly šedé, tmavě šedé s přechodem k černošedé, s uhelnatým vývojem a tvrdou konzistencí, které pravděpodobně náleží k terciérnímu vývoji lomského souvrství (Horváth 2002). V *tab. 3.2* jsou uvedeny základní parametry zemin ze 4 odebraných vzorků se stanovením třídy zeminy, procentuální vláhové vlhkosti, Atterbergových mezí a koeficientem filtrace, který byl stanoven metodou Mallet – Pacquanta.

Tab. 3.2 Výsledky laboratorních zkoušek vzorků z r. 2002 odebraných z vrtů Lt 1 a Lt 2.

Sonda číslo	Lt 1	Lt 1	Lt 2	Lt 2
Hloubka odběru (m)	0,80	1,80	1,00	1,80
Celistvost vzorku	porušený	porušený	porušený	porušený
Popis zeminy – název typu zeminy dle ČSN 73 1001	Štěrk s příměsí jemn. zeminy	Jíl se střed. plas- ticitou se štěrky	Jíl se střední plasticitou	Štěrk hlinitý
Třída dle ČSN 73 1001 (symbol)	G3 (G-F)	F6 (CI)	F6 (CI)	G4 (GM)
Vláhová vlhkost (%)	3,9	16,7	18,7	7,5
Atterbergovy meze				
- mez tekutosti (%)	-	38,2	37,7	-
- mez plasticity (%)	-	23,1	22,6	-
- číslo plasticity (%)	-	15,1	15,1	-
- číslo konzistence	-	1,42 tvrdá	1,26 pev.-tvrdá	-
Koeficient filtrace k_f (m/s)	$3,5 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-11}$	$3 \cdot 10^{-11}$	$2 \cdot 10^{-5}$

Podzemní voda

Vrt Lt 1 byl po odvrtání suchý. V sondě Lt 2 se při vrtání v hloubce 5,80 m vyskytl přítok podz. vody, po odvrtání byl vrt od hloubky 2,70 m neprůchodný.

V rámci průzkumu byly také provedeny chemické rozborů podzemní vody. Voda byla odebrána z výtoku drenážního systému v blízkosti sondy Lt 2 a vzorek byl testován v laboratoři Ecochem a. s. Na základě chemického a fyzikálního rozboru bylo zjištěno, že voda je v této lokalitě poměrně slabě mineralizovaná (mineralizace – 390 mg/l) s majoritním zastoupením SO₄-Cl-Ca-Mg-Na, s neutrálním pH. Z hlediska obsahu a vzájemného poměru kationtů, aniontů a dalších ukazatelů kvality vody, lze konstatovat, že jde o podzemní vodu prostou s mírně zvýšeným obsahem síranů. Kompletní výsledky laboratorního rozboru jsou v následující tabulce.

Tab. 3.3 Úplný chemický a fyzikální rozbor podzemní vody z blízkosti vrtu Lt 2.

Rozpuštěné látky	mg/l	mmol/l	mval/l	NM (%)	metoda měření
KATIONTY - celkem	110,0		5,903		Q21-520-041/99
Vápník	48,0	1,1976	2,395	±15	Q21-520-041/99
Hořčík	22,0	0,9052	1,810	±15	Q21-520-041/99
Sodík	38,0	1,6529	1,653	±15	Q21-520-041/99
Draslík	1,7	0,0435	0,043	±15	Q21-520-041/99
Železo	0,016	0,0003	0,001	±10	Q21-520-041/99
Mangan	0,0067	0,0001	0,000	±10	Q21-520-041/99
Amonné ionty (*)	<0,050	<0,0028	<0,003		Q21-530-072/01
H(+)	0,00	0,0003	0,000		
ANIONTY - celkem	252,0		5,352		
Chloridy	51,0	1,4385	1,439	±10	Q21-530-032/00
Dusičnany	3,0	0,0484	0,048	±15	Q21-530-032/00
Dusitany	<0,020	<0,0004	<0,000		Q21-530-072/01
Fosforečnany	<0,040	<0,0004	<0,001		Q21-530-072/01
Hydrouhličitaný	57,3	0,9397	0,940		
Sírany	140,0	1,4574	2,915	±10	Q21-530-032/00
Fluoridy	0,20	0,0105	0,011	±40	Č-I-10359-1
OH(-)	0,00	0,0000	0,000		
Speciální ukazatele	jednotky	hodnota	NM (%)	metoda měření	
pH	-	6,55	±0,08	Č-I-10523	
CHSK-Mn	mg/l	1,4	±10	Č-E-I-846	
Vodivost	mS/m	61	±5	Č-E-27888	
Celkový obsah rozp. látek	mg/l	390,0	±10	Č-757346	
Oxid uhličitý – volný	mg/l	15,4			
KNK-4,5	mmol/l	0,94	±5	Č-E-I-9963-1	
ZNK-8,3	mmol/l	0,35	±5		
Tvrdost vody	mval/l	°N			
Tvrdost celková	4,206	11,78			
Tvrdost vápenatá	2,395	6,71			
Tvrdost Hořečnatá	1,810	5,07			
NM (%) je nejistota měření odpovídající 95% intervalu spolehlivosti.					
(*) – Součet obsahů disociované a nedisociované formy (amoniak a amonné ionty).					

3.2 Geologicky dokumentované objekty

V zájmovém území a jeho širším okolí bylo analyzováno celkem 22 geologicky dokumentovaných objektů, které byly v minulosti v tomto území realizovány. Šlo o sondy a vrty, které byly provedeny v rámci inženýrsko-geologického průzkumu při plánování stavebních úprav, rozšiřování areálu hřbitova nebo posouzení hydrogeologických podmínek v oblasti. Dokumentace dalších sedmi vrtů byla získána z databáze geologicky dokumentovaných objektů, vedenou Geofondem České geologické služby. Základní charakteristika všech zpracovaných geologických objektů je uvedena v tab. 3.4.

Tab. 3.4 Souřadnice a základní charakteristika jednotlivých geologicky dokumentovaných objektů. U sond, kde nebyla zachycena báze kvartéru, je jeho mocnost uvažována jako minimální. N/A – nezastiženo, nezjištěno.

Vrt / kopaná sonda	X	Y	Z (m n. m.)	Hloubka (m)	Mocnost kvartéru (m)	Báze kvartéru (m n. m.)	HPV (m n. m.)
S1	790234	978581	319,8	2,7	2,7	N/A	318,6
S2	790190	978611	319,6	2,85	2,85	N/A	N/A
S3	790138	978617	320,1	2,8	1,05	319,05	317,5
S5	790227	978690	317,0	3,0	2,5	314,5	N/A
S6	790198	978707	317,0	3,1	3,1	N/A	314,1
S7	790279	978730	315,3	2,8	2,7	312,6	312,65
S8	790284	978768	314,0	3,0	3,0	N/A	311,2
S9	790215	978895	312,1	3,0	3,0	N/A	310,2
S11	790083	978752	317,3	1,7	1,7	N/A	316,3
S12	790097	978738	317,5	0,6	0,6	N/A	317,25
VT-1	790101	978776	316,4	3,0	3,0	N/A	N/A
VT-2	790048	978764	317,5	3,5	3,5	N/A	N/A
VT-3	790034	978706	319,3	3,0	3,0	N/A	N/A
Lt 1	790177	978615	319,5	6,0	4,2	315,3	N/A
Lt 2	790262	978790	314,0	6,0	2,7	311,3	N/A
J-3	789879	978845	317,0	6,0	6,0	n/a	313,0
J-14	789973	979006	311,2	9,0	8,7	302,5	309,0
S-93	790372	978703	315,0	239,5	6,5	308,5	310,0
J1/B	790167	978265	329,9	7,0	1,5	328,4	N/A
J2/B	790282	978394	324,5	7,0	4,1	320,4	321,1
J3/B	790536	978556	321,3	6,0	2,7	318,6	N/A
J4/B	790521	978692	313,5	6,0	3,0	310,5	N/A

Lokalizace zpracovaných geologických objektů ve vztahu k řešenému území je zřejmá z přílohy č. 1. Jednotné geologické profily dokumentovaných objektů z tab. 3.4 jsou uvedeny v příloze č. 2.

4 ZÁVĚRY A DOPORUČENÍ

Řešené území leží na okraji Mostecké pánve v zóně sedimentů, pocházejících z krystalinika Krušných hor. Geologická charakteristika oblasti a širšího okolí se zakládá výhradně na rešerši dostupných podkladů, v jejímž rámci bylo analyzováno 22 geologicky dokumentovaných objektů. V rámci jednoduchého terénního průzkumu byly provedeny dvě mělké ručně kopané sondy označené K1, K2. Další geologický průzkum nebyl realizován.

Hlavní vliv na morfologii a litologii území má blízký Radčický potok. Jeho sedimenty ve svrchních vrstvách zemin zcela dominují a byly zjištěny ve všech hodnocených sondách pod 0,15 – 0,4 m mocnou vrstvou ornice a hlín či 0,7 – 1,0 m mocnou vrstvou antropogenních navážek. Kvartérní sedimenty byly tvořeny převážně hlinitými, hlinitopísčítými a jílovitými štěrky, štěrkopísky, hlinitými sutěmi. V menší míře jsou zastoupeny písčité jíly s příměsí štěrku, ojediněle pevné jíly s příměsí štěrku, které se vyskytují častěji na bázi kvartérních sedimentů. Štěrkové sedimenty jsou tvořeny rulami z Krušnohorského krystalinika s charakterem hrubě opracovaných valounů. Velikost fragmentů štěrkových sedimentů se zvyšuje ve směru SSV. Maximální velikost valounů štěrkových sedimentů tímto směrem narůstá od 5 cm v jižní části širšího zájmového území až po 20 cm v severní části. Tento trend lze z dokumentovaných vrtů vyzorovat v rámci širšího okolí řešené oblasti. V areálu hřbitova lze konstatovat, že od jeho jižní části směrem ke komunikaci Lomská postupně roste velikost přirozeně uložených štěrkových valounů, a to z 5 cm ve vrtu Lt 2 na 10 cm ve vrtu Lt 1. Výjimku tvoří svrchní vrstva antropogenní navážky u vrtu Lt 2, kde se nachází valouny velikosti až 15 cm. Ve vrtu Lt 2 jsou významněji zastoupeny kvartérní sedimenty v jílovitě písčitém, či písčité jílovitém vývoji, které obsahují jemnější štěrkovité frakce do 3 cm. Vrstvy zmíněných typů zemin jsou v hloubce 1,3 – 2,2 m a 3,4 – 4,2 m.

Mocnost kvartérních sedimentů dosahuje mocnosti cca 1,00 – 4,20 m pod úroveň terénu. Při hloubce uvažované základové spáry cca 1 m budou základy pravděpodobně uloženy v kvartérních vrstvách s dominantním podílem štěrkopísků a štěrku s větším či menším podílem jemnozrnných zemin. Dle normy ČSN 73 1001 lze v těchto zeminách uvažovat s únosností 2 až 4,5 kg/cm². Tyto parametry únosnosti zeminy závisí na několika faktorech, jako je velikost štěrkové frakce a podíl jemnozrnné složky, pevnostní a přetvárné charakteristiky. Proto doporučujeme tyto hodnoty vždy ověřit polními zkouškami in situ.

Pod bázi kvartéru byly zjištěny třetihorní sedimenty Mostecké pánve. Ve všech případech šlo o miocenní sedimenty v jílovitém vývoji. Ve vrtech J1/B, J3/B a J4/B byly v podloží pevných jílu zastíženy jílovce v hloubkách od 5,8, 3,9 a 3,7 m až na bázi vrtu (Geofond ČGS). Dle průzkumného vrtu S-93 z roku 1900, který v hloubce ca 238 m pronikl až do uhelné sloje, je terciérní nadloží sloje reprezentováno střídáním jílu a slínů a patří k lomským souvrstvím. Lomské souvrství se nachází pod jižní okrajem hřbitova, podloží kvartéru na většině území hřbitova je tvořeno třetihorním souvrstvím nadložních jílu a písků (Horváth 2008).

4.1 Hydrologická a hydrogeologická charakteristika a rajonizace

Zájmové území je součástí povodí Radčického potoka II, který vytéká ze svahu Krušných hor, v okrajové části Litvínova se do něj vlévá Poustevnický potok, dále protéká Loukou u Litvínova, kde je z větší části sveden přeložkou do Klášterského (Loučenského) potoka. Koryto původního Radčického potoka pokračuje přes Mariánské Radčice do předpolí lomu Bílina, kde končí v zadržovací nádrži. Délka současného toku včetně přeložky činí 6,98 km. V zájmové oblasti hřbitova se nenachází území rozlivu Q_5 , Q_{20} a Q_{100} . Přibližně 30 m západně od hřbitova leží pozemek s hospodářskými vodními nádržemi, které již leží v záplavovém území Q_{100} .

Z hydrogeologického hlediska je zájmové území součástí rajónu č. 2131, Mostecká pánev - severní část, což je rozsáhlý útvar (542 km²) v terciérních a křídových pánevních sedimentech v povodí Ohře.

Podzemní voda se váže na propustné kvartérní štěrky a písky a odtéká jižním směrem po nepropustné nebo jen velmi málo propustné bázi tvořené jíly. Před vybudováním systému odvodňovacích drénů byla dle archivní dokumentace ustálená hladina podzemní vody cca 0,5 až 2,9 m pod úrovní povrchu. Je třeba zdůraznit, že hodnoty nižší hladiny vycházely především z měření provedených v době výkopu sond. Dle měření ze zimního období se hladina nacházela v hloubce 0,5 až 0,7 m, při jarním tání mohla být i vyšší. V současnosti je prostor hřbitova odvodněn sítí drénů dosahujících až na bázi propustných kvartérních sedimentů do hloubky 2,84 až 4,16 m a hloubka uložení drenáží je nejméně 2,80 m (Kadlec 1952). Současná hladina je tedy snížena přibližně na úroveň 3 až 4 m pod povrchem (Horváth 2008), přičemž lze předpokládat mírné zvýšení hladiny v době jarních tání, nebo intenzivních srážek. V severozápadní části areálu hřbitova, kde není drenážní systém vybudován, se projevuje vliv blízkých rybníků: „hladina podzemní vody zde vlivem sousední soustavy rybníků stoupá směrem k severozápadní hranici hřbitova do hloubky menší než 2m pod povrchem“ (Horváth 2009).

Na základě získaných podkladů bylo zjištěno, že první soustava drénů byla vybudována pod vnitřními komunikacemi hřbitova a že do severozápadní části hřbitova systém drénů nezasahuje (Horváth 2009). Je tedy pravděpodobné, že nezastavěná volná prostranství v severozápadním rohu hřbitova jsou stále bez drenážního systému, navíc se v blízkosti nachází soustava rybníků, která zvyšuje hladinu podzemní vody. **V případě stavebních prací v této části hřbitova je nutné brát v úvahu možný výskyt hladiny podzemní vody v základové hloubce.**

Z dostupných podkladů vyplývá, že pozemky mimo areál hřbitova, podél východní zdi hřbitova, s největší pravděpodobností také nemají vybudovaný odvodňovací systém. Na základě prohlídky terénu 5. 5. 2017 byly v této části pozorovány známky podmáčení půdy. Proto zde byly ručně vykopány dvě mělké sondy K1 (-790077;-978672) a K2 (-790049;-978651). V místě sondy K1, pod cca 25 cm mocnou vrstvou vlhké tmavé hlíny, byl zjištěn hlinitý štěrk, který byl značně vlhký až mokrá. V severní části parcely č. 2786 se nachází cca 8 m široká terénní deprese, pravděpodobně antropogenního původu, s menšími postranními valy a hluboká asi 0,8 - 1 m. Na jejím dně byla vykopána

druhá sonda K2, ve které byl v hloubce přibližně 15 cm zaznamenán přítok podzemní vody (viz obr. 4.1). Hladina vody byla po ustálení přibližně 1 – 1,1 m pod okolním terénem. V této části bude také třeba počítat se zvýšenou hladinou podzemní vody.

Obr. 4.1 Terénní deprese v severní části parcely 2786, hloubka hladiny vody je cca 1m pod úrovní terénu.



V laboratoři byla provedena analýza vzorků vody vytékající z drenážního systému hřbitova (viz protokol Ecochem, a. s. in Horváth 2002). Chemickými rozbory vody bylo zjištěno, že se jedná o podzemní vody slabě mineralizované, s množstvím rozpuštěných látek 390 g/l, s největším zastoupením síranů, chloridů, vápníku, hořčíku, sodíku, (tab. 3.3). Reakce vody je neutrální, s pH 6,55. Koncentrace kationtů vápníku (48 mg/l) a hořčíku (22 mg/l) je ve vyhovujícím poměru 2:1. Množství SO_4 140 mg/l lze považovat za mírně zvýšené, oproti běžným podzemním vodám s obsahem, pro které je běžný obsah do 100 mg/l. Kvůli zvýšenému množství síranů je možné očekávat vyšší agresivitu vody vůči běžným betonovým konstrukcím. Z hlediska obsahu CO_2 a rozpuštěných látek, lze konstatovat, že jde o prostou podzemní vodu, sírano-vápenatou.

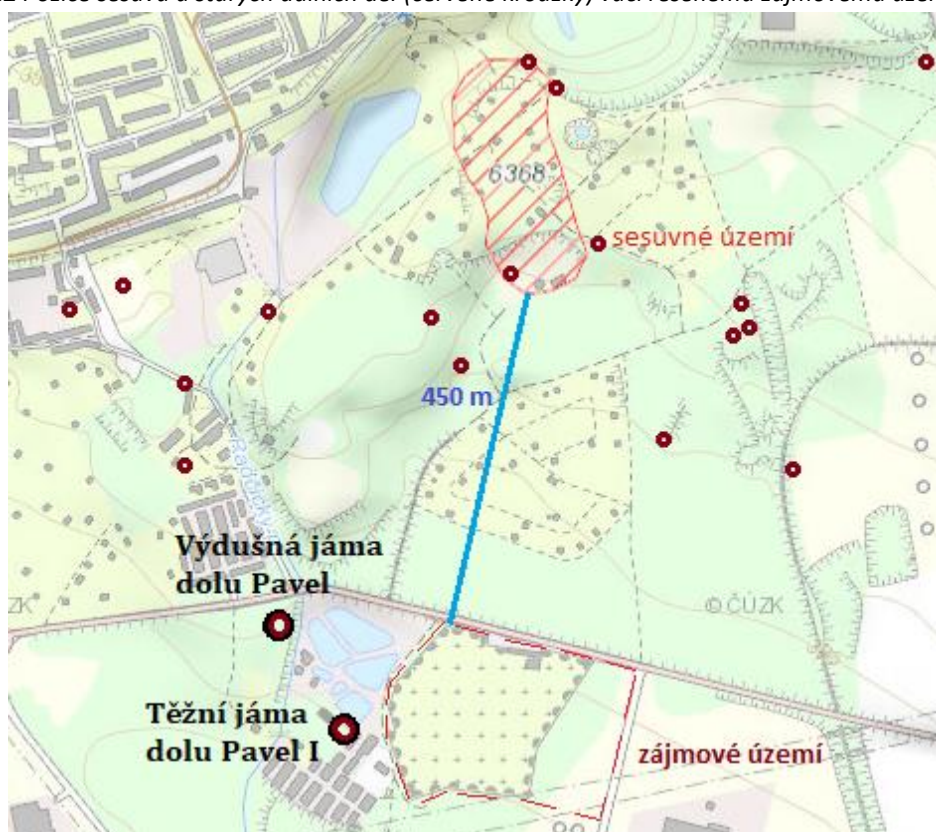
4.2 Geohazardy - svahové deformace

Podle portálu geohazardů České geologické služby se nejbližší svahová deformace nachází přibližně 450 m severně od pozemku hřbitova (*obr. 4.2*). Jde o 20 let starý sesuv, o rozsahu cca 300 x 100 m. V databázi ČGS je veden jako aktivní, avšak poslední revize pochází z roku 1996. Zmíněný sesuv leží ve svahu se sklonem 5°, který je větší než v řešeném zájmovém území. Přímo v zájmovém území se dle ČGS ani dle analýzy archivních podkladů **nevidují žádné recentní ani fosilní svahové deformace**. Z hlediska stability svahu tak lze území pro plánovanou výstavbu považovat za vyhovující.

4.3 Poddolování území, stará důlní díla

Dle databáze důlních děl vedené u České geologické služby se zájmové území nachází v oblasti poddolované, registrované pod názvem Louka u Litvínova, předmětnou surovinou je hnědé uhlí, stáří poddolování před i po roce 1945. Ve vzdálenosti do 250 m se nacházejí dvě stará důlní díla. Těžní jáma dolu Pavel I, registrační číslo 966 a výdušná jáma dolu Pavel I, registrační číslo 967. Obě díla ukončila provoz před rokem 1945. Pozice dalších důlních děl je znázorněna v situační mapce na *obr. 4.2*.

Obr. 4.2 Pozice sesuvu a starých důlních děl (červené kroužky) vůči řešenému zájmovému území (ČGS).



4.4 Charakteristika základové půdy

Při předpokládané hloubce zakládání 1 m lze z profilů jednotlivých sond odvodit, že základy budou usazeny v hrubozrnných typech zemin šterkovitého charakteru. V místě předpokládané budoucí výstavby, v severní části hřbitova východně přilehlého pozemku, jde nejčastěji o hlinité či písčité šterky, které jsou středně propustné až dobře propustné. Výsledky laboratorních analýz a zařídění zemin jsou uvedeny výše v *tab. 3.2*.

Obecné únosnostní charakteristiky zemin lze tabelárně odvodit pro jednotlivé typy zemin z bývalé normy ČSN 73 1001. Na základě této normy lze pro zeminy hlinitých šterků stanovit únosnost od 2,5 do 3,0 kg/cm². Tabulková výpočtová únosnost pro další šterkové zeminy je uvedena v *tab 4.1*. Tyto hodnoty jsou pouze orientační. Parametry lokálně velmi ovlivňuje velikost šterkových valounů a zrnitostní křivka zeminy, dále pevnostní a přetvárné charakteristiky jemnozrnné složky zeminy. Z toho důvodu **doporučujeme před případným zakládáním staveb tuto hodnotu vždy ověřit laboratorně nebo polními geotechnickými zkouškami in situ**. Odvozené parametry únosnosti všech zemin zachycených v geologických sondách jsou v následující tabulce.

Tab. 4.1 Tabulková výpočtová únosnost zemin dle bývalé normy ČSN 73 1001 pro vybrané zeminy, které byly v dokumentovaných vrtech a sondách nejčastěji zaznamenány.

Popis zeminy	Zařídění zemin dle ČSN 73 1001			Tabulková výpočtová únosnost R_{dt} [kg/cm ²]	
	třída	název typu zeminy	symbol	konzistence	
Zeminy jemnozrnné*				tuhá	pevná
Hlína písčítokamenitá, navážka	F1	hlína šterkovitá	MG	2,0	3,0
Jíl s příměsí šterku, kamenitopísčitý	F2	jíl šterkovitý	CG	1,75	2,75
Hlína písčitá humózní	F3	hlína písčitá	MS	1,75	2,75
Jíl silně písčitý	F4	jíl písčitý	CS	1,5	2,5
Ornice, hlína	F5	hlína se střední plasticitou	MI	1,5	2,5
Jíl miocenní tuhý, pevný	F6	jíl se střední plasticitou	CI	1,0	2,0
Zeminy písčité a zeminy šterkovité	třída	název typu zeminy	symbol	šířka základu	
				0,5 m	1 m
Hlinitý šterkopísek,	S4	písek hlinitý	SM	1,75	2,25
Písek silně jílovitý	S5	písek jílovitý	SC	1,25	1,75
Písčitý šterk slabě hlinitý, hlinitá suť	G3	šterk s příměsí jemn. zemin	G-F	3,0	4,5
Hlinitý, hlinitopísčitý šterk	G4	šterk hlinitý	GM	2,5	3,0
Šterk silně jílovitý, jílovitopísčitý	G5	šterk jílovitý	GC	1,5	2,0

* Pro jemnozrnné zeminy platí výpočtová únosnost R_{dt} při hloubce založení 0,8 až 1,5 m a šířce základu do 3 m, pro zeminy písčité a zeminy šterkovité platí výpočtová únosnost R_{dt} při hloubce založení 1 m.

V prostoru hřbitova je hladina podzemní vody díky systému odvodnění snížena na bázi kvartéru, při vydatných srážkách nebo jarním tání může mírně stoupat. V místech, kde není vybudován odvodňovací systém, může být hladina vyšší, při jarním tání či vydatných srážkách může dosahovat až k povrchu. Jde především o zónu zatravněné plochy v severozápadní části hřbitova a plochy na pozemcích mimo areál hřbitova. Při zakládání stavby v takových částech území je třeba této skutečnosti přizpůsobit architektonické a stavební řešení stavebních projektů. Z laboratorních rozborů vody plyne, že se jedná o prosté podzemní vody sírano-vápenaté (protokol Ecochem, a. s. in Horváth 2002) pro zakládání staveb obecně vhodné. Díky mírně zvýšenému obsahu SO_4 mohou podzemní vody částečně ovlivňovat betonové konstrukce. Při stavebních postupech je třeba tuto skutečnost zohlednit.

Smykové parametry základové půdy lze orientačně stanovit na základě normy ČSN 73 1001. Pro hloubku 1 m, ve které byly v dokumentovaných vrtech a sondách nejčastěji popisovány štěrky s různou příměsí a s podložím tuhých až pevných jíílů, jsou základní smykové parametry uvedeny v tab. 4.2. Jde o hodnoty tabelárně stanovené, proto doporučujeme ověřit smykové parametry s ohledem na konkrétní stavební řešení vždy v místě plánované stavby.

Tab. 4.2 Smykové a pevnostní parametry vybraných typů zemin odvozené dle ČSN 73 1001.

Zatřídění zemin dle ČSN 73 1001			Smyková pevnost	
Třída	Název typu zeminy	Symbol	Úhel vnitřního tření φ_{ef} (°)	Soudržnost c_{ef} (kPa)
F4	jííl písčité	CS	tuhý	10 – 18
			pevný	
F6	jííl se střední plasticitou	CI	tuhý	8 – 16
			pevný	12 – 40
G3	štěrk s příměsí jemn. zemin	G-F	30 – 38	0
G4	štěrk hlinitý	GM	30 – 35	0 – 8
G5	štěrk jíílovitý	GC	28 – 32	2 – 10

4.5 Doporučení pro doplňující inženýrsko-geologický průzkum

Pro přesné plánování konkrétního umístění a způsobu provedení stavby je k řešenému území nedostatek přesných geotechnických informací o parametrech zemin a současné výšce hladiny podzemí vody. V místech, kde není odvodňovací drenážní systém, výška hladiny podzemní vody během roku kolísá a velikost těchto změn není známa. Uváděné charakteristiky zemin byly zčásti stanoveny obecným odvozením, bez laboratorních zkoušek. Z toho důvodu je potřebný dodatečný inženýrsko-geologický průzkum s důrazem na zjištění geotechnických parametrů zemin.

V závislosti na charakteru a povaze architektonického a stavebního řešení bude potřeba přizpůsobit vhodnou konkrétní metodu, rozsah a předmět doporučeného doplňujícího inženýrsko-geologického průzkumu, stejně tak výběr ověřovaných parametrů zemin.

Obecně lze doporučit následující postupy:

- 1) v místech bez drenážního systému **ověřit výšku hladiny podzemní vody** a případně provést dlouhodobý monitoring kolísání hladiny vody během roku;
- 2) laboratorními zkouškami zjistit **pevnostní a přetvárné charakteristiky** základové zeminy v místě plánované stavby;
- 3) provést **polní zkoušku únosnosti zeminy** v místě plánovaného umístění stavby.

5 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

Literatura:

- BÁRTA, Z., BRUS, Z., HURNÍK, S., TOBĚRNÁ, V., TYRNER, P. (1973): *Příroda Mostecka*. Severočeské nakladatelství, Ústí n. Labem, 208 s.
- ELZNIC, A. (1973): *Sedimenty neogénu a vývoj uhelné sloje v mostecké části severočeské pánve*. Věst. Ústř. Úst. Geol., 24, s. 175–204.
- HORVÁTH, P. (2002): *Hřbitov Litvínov - hydrogeologický průzkum*. WASTECH a.s., Praha, hydrogeologický průzkum, 2 přílohy
- HORVÁTH, P. (2008): *Hřbitov Litvínov - hydrogeologický posudek*. WASTECH a.s., Praha, hydrogeologický posudek, 9 str. + 5 příloh.
- HORVÁTH, P. (2009): *Hřbitov Litvínov - rozšíření - vyjádření hydrogeologa*. WASTECH a.s., Praha, odborné vyjádření, 1 str.
- KADLEC (1952): *Podrobný návrh vodovodu a odvodnění nového hřbitova v Litvínově*. Ing. Jan Kadlec, Teplice 1952 .
- KOPECKÝ, L., KVĚT, R., MAREK, J. (1985): *K otázce existence krušnohorského zlomu*. Ústř. Úst. Geol., 6, Brno, s. 164-168.
- KOPECKÝ, A. (1989): *Neotektonika severočeské hnědouhelné pánve a Krušných hor*. Sbor. Geol. Věd. Geol., 44, s. 155-170.
- KUPKA, V. (1990): *Litvínov - hřbitov. Zpráva o výsledku geologických prací*. Ústí nad Labem, hydrogeologický posudek.
- MALKOVSKÝ, M. (1977): *Důležité zlomy platformního pokryvu severní části Českého masívu*. Ústř. Úst. Geol., č. 14, Praha, s. 7-12.
- MALKOVSKÝ, M. (1980): *Model of the origin of the tertiary basins at the foot of the Krušné hory Mts.: volcano-tectonic subsidence*. Věst. Ústř. Úst. Geol., 55, č. 3, s. 141-150.
- MALKOVSKÝ, M., ed. (1985): *Geologie severočeské hnědouhelné pánve a jejího okolí*. Academia, Praha, 424 s.
- VÁNEŠ, M. (1985): *Geologická stavba podkrušnohorského prolomu a jeho tektogeneze*. Sbor. Geol. Věd, Geologie, 40, s. 147-181.ssd

Jiné zdroje:

- ČSN 73 1001 (1987): *Zakládání staveb. Základová půda pod plošnými základy*
- ČESKÁ GEOLOGICKÁ SLUŽBA (ČGS): Portál geohazardů, 2017.
Registr starých důlních děl, 2017.
Poddolovaná území, 2017.

-
- ČGS: *Psaný geologický profil vrtu J-3*. Česká geologická služba - útvar Geofond, databáze geologicky dokumentovaných objektů, Praha, 05/2017.
- ČGS: *Psaný geologický profil vrtu J-14*. Česká geologická služba - útvar Geofond, databáze geologicky dokumentovaných objektů, Praha, 05/2017.
- ČGS: *Psaný geologický profil vrtu S-93*. Česká geologická služba - útvar Geofond, databáze geologicky dokumentovaných objektů, Praha, 05/2017.
- ČGS: *Psaný geologický profil vrtu J1/B*. Česká geologická služba - útvar Geofond, databáze geologicky dokumentovaných objektů, Praha, 05/2017.
- ČGS: *Psaný geologický profil vrtu J2/B*. Česká geologická služba - útvar Geofond, databáze geologicky dokumentovaných objektů, Praha, 05/2017.
- ČGS: *Psaný geologický profil vrtu J3/B*. Česká geologická služba - útvar Geofond, databáze geologicky dokumentovaných objektů, Praha, 05/2017.
- ČGS: *Psaný geologický profil vrtu J4/B*. Česká geologická služba - útvar Geofond, databáze geologicky dokumentovaných objektů, Praha, 05/2017.