

**OPRAVA OSVĚTLENÍ SPÁDOVIŠTĚ  
MALOMĚŘICE  
INŽENÝRSKOGEOLOGICKÝ PRŮZKUM**

**ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA**

září 2020

2020-233

Výtisk č.:

Objednatel: **SUDOP BRNO, spol. s.r.o.**  
Kounicova 26  
61136, Brno

Zhotovitel: **GeoTec-GS, a.s.**  
Chmelová 2920/6  
106 00 Praha 10

Název zakázky zhotovitele: Čebín - TNS, GT průzkum

Číslo smlouvy objednatele: 20047-05/20

Číslo smlouvy zhotovitele: GTC/2020/233

Úkol průzkumu: Zhodnocení základových poměrů v místě navržených budoucích stavebních objektů

Název zprávy Oprava osvětlení spádoviště Maloměřice, inženýrskogeologický průzkum

Brno, září 2020

Zpracoval: Bc. Eduard Žáček

Schválil: Ing. Michal Hartman  
vedoucí pracoviště Morava

**OBSAH:**

1. ÚVOD.....	5
1.1 ÚKOLY INŽENÝRSKOGEOLOGICKÉHO PRŮZKUMU .....	5
1.2 PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ ÚKOLU.....	5
1.3 SEZNAM SUBDODAVATELŮ.....	7
2. STRUČNÝ POPIS NAVRŽENÝCH OBJEKTŮ.....	7
2.1 OSVĚTLOVACÍ STOŽÁRY .....	7
3. PŘÍRODNÍ POMĚRY .....	7
3.1 GEOMORFOLOGIE .....	7
3.2 GEOLOGICKÉ POMĚRY .....	8
3.3 PŘIROZENÁ SEISMICITA OBLASTI .....	9
3.4 TEKTONICKÉ POMĚRY .....	9
3.5 OCHRANA PŘÍRODY A KRAJINY.....	9
3.6 HYDROGEOLOGIE .....	9
3.7 HYDROLOGIE .....	10
4. TECHNICKÉ PRÁCE A LABORATORNÍ ROZBORY .....	10
4.1 ZAMĚŘENÍ SOND .....	10
4.2 DYNAMICKÉ PENETRACE .....	10
4.3 ODBĚRY VZORKŮ A LABORATORNÍ ROZBORY.....	11
4.4 ARCHIVNÍ SONDY .....	11
4.5 VZORKOVACÍ PRÁCE (ARCHIV).....	12
4.6 LABORATORNÍ PRÁCE (ARCHIV) .....	13
5. VÝSLEDKY PRŮZKUMU .....	14
5.1 LABORATORNÍ ROZBORY A ZKOUŠKY (ARCHIV).....	14
5.2 VYHODNOCENÍ DYNAMICKÝCH PENETRACÍ.....	16
5.3 VYMEZENÍ GEOTYPŮ.....	17
5.4 STANOVENÍ ZNEČIŠTĚNÍ NAVÁŽEK.....	19
5.5 ZHODNOCENÍ ZÁKLADOVÝCH POMĚRŮ .....	23
6. ZÁVĚRY.....	24

**Přílohy:**

- 1 Přehledná situace zájmového území 1:25 000
- 2 Podrobná situace průzkumných prací 1:1000
- 3 Dokumentace průzkumných sond
- 4 Schematický geologický profil 1:200
- 5 Výsledky laboratorních zkoušek

## 1. ÚVOD

Společnost SUDOP BRNO, spol. s.r.o. objednala geotechnický průzkum pro 2 ks osvětlovacích věží/stožárů.

Pozice lokality v širších územních vztazích je zřejmá v příloze č. 1.

### 1.1 ÚKOLY INŽENÝRSKOGEOLOGICKÉHO PRŮZKUMU

- stanovit inženýrskogeologické poměry v místě navržených objektů
- dle archivní rešerše zjistit a reinterpretovat archivní sondy dle platných norem
- vyhodnotit kontaminaci zastižených navážek dle vyhlášky 294/2005 Sb.
- vyhodnotit provedené průzkumné práce

### 1.2 PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ ÚKOLU

Objednatelem inženýrskogeologického průzkumu (dále jenom IGP) byly pro zpracování úkolu poskytnuty níže uvedené podklady:

- zastavovací situace
- aktuální průběh inženýrských sítí
- výřez z mapy katastru nemovitostí

Prostudován byl soubor účelových geologických map, databáze České geologické služby [3] jako např. Registr svahových nestabilit a Hydroekologický informační systém Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka (dále jen HEIS) a Národní geoportál INSPIRE ministerstva vnitra [2].

Dále byla pro zpracování úkolu použita následující literatura:

- [1] Demek, J. a kol.: Zeměpisný lexikon ČSR. Hory a nížiny. Praha: Československá akademie věd, 1987.
- [2] Národní geoportál Inspire verze 1.0. [online]. [citováno 2020-07-07]. Dostupné z: <http://geoportal.gov.cz/web/guest/home>
- [3] Česká geologická služba. GeoDATA. Mapový server [online]. [citováno 2020-07-07]. Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/geocr50/>
- [4] Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka. Hydroekologický informační systém VÚV T. G. M. [online]. [citováno 2020-07-07]. Dostupné z: [www.heis.vuv.cz](http://www.heis.vuv.cz)
- [5] Štěpánek, Z. a kol.: Mechanika zemin a zakládání staveb, vydalo České vysoké učení technické v Praze, 2008.
- [6] GisOnline.cz. [online]. [citováno 2020-09-02]. Dostupné z: <http://gisonline.cz>
- [7] Suchna, M: Podrobný hydrogeologický průzkum pro zjištění rozsahu kontaminace horninového prostředí a podzemní vody ropnými látkami v prostoru lokomotivního depa v Brně – Maloměřicích, Geotest, Brno, 1986.
- [8] Ondříšek, J., Sedlmajer, K.: Geologický průzkum pro vedení parovodní a horkovodní přípojky Brno – Maloměřice, SUDOP, Pardubice, 1990.
- [9] Matys, M., Ťavoda, O., Cuninka, M.: Poľné skúšky zemín, Bratislava, 1990

### 1.3 SEZNAM SUBDODAVATELŮ

ALS Czech Republic, s r.o. - laboratorní rozborů vzorků

## 2. STRUČNÝ POPIS NAVRŽENÝCH OBJEKTŮ

Výškové uspořádání plánovaných stavebních objektů nebylo při zpracování průzkumu známo.

### 2.1 OSVĚTLOVACÍ STOŽÁRY

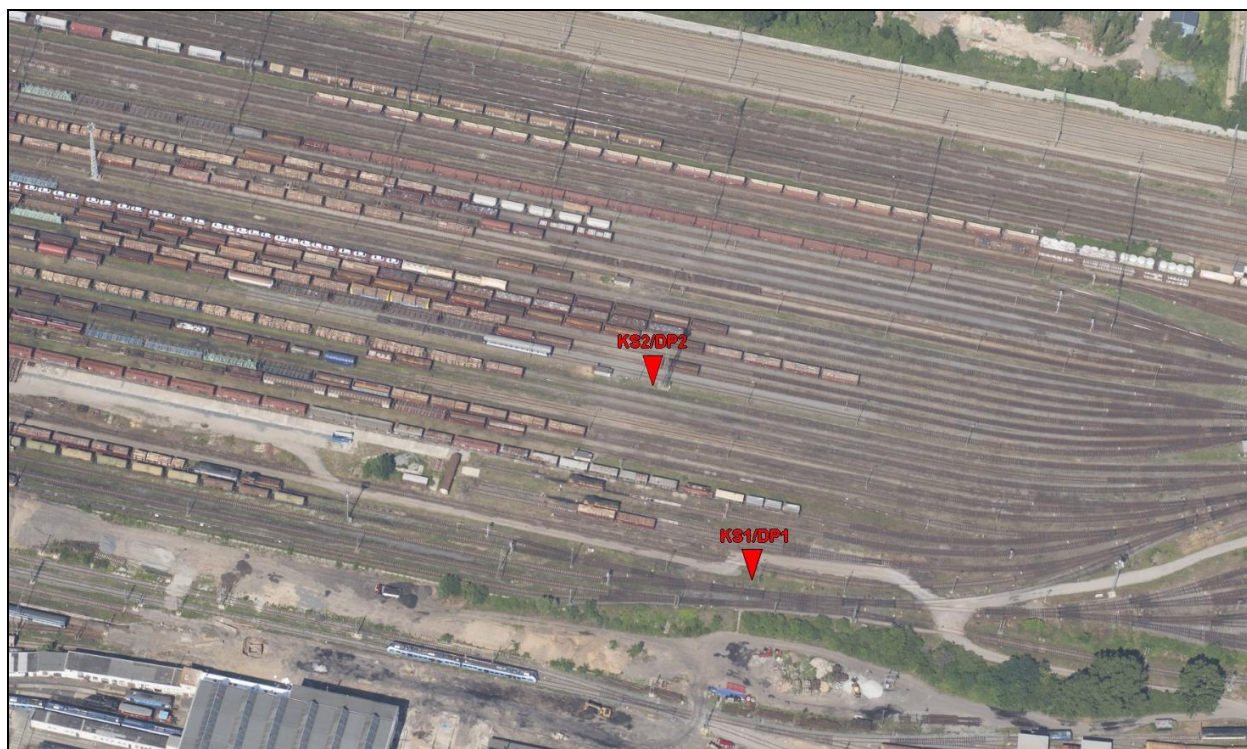
V areálu seřaďovacího nádraží Brno-Maloměřice jsou navrženy dva nové osvětlovací stožáry. Lze předpokládat založení na betonových patkách. Detailní technické řešení nebylo v době zpracování průzkumu známo.

## 3. PŘÍRODNÍ POMĚRY

### 3.1 GEOMORFOLOGIE

Dle geomorfologického členění leží lokalita v Dyjsko-svrateckém úvalu a náleží k podcelku Dyjskosvratecká niva, který tvoří akumulární rovinu podél řek Svatky, Svitavy a Dyje [1]. Území stavby je značně ovlivněné lidskou činností, především dopravou. Lokalita seřaďovacího nádraží Brno-Maloměřice se nachází v intravilánu v k.ú. Maloměřice. Nadmořská výška areálu je cca 215 m.

Obrázek 1 Pohled na lokalitu od východu s provedenými sondami (stav 2019) [6]



## 3.2 GEOLOGICKÉ POMĚRY

Z regionálně geologického hlediska je zájmové území situováno na západním okraji karpatské předhlubně vyplněné neogenními sedimenty. Podloží pánve tvoří horniny krystalinika, zastoupené granitoidními horninami brněnského masívu. Kvartérní pokryv v nadloží starších jednotek je v zájmovém území zastoupen fluviálními sedimenty řeky Svitavy, sprašovým komplexem, povodňovými hlínami a navážkami.

### 3.2.1 PŘEDKVARTÉRNÍ PODLOŽÍ

Kvartérní pokryv je v zájmovém území uložen na krystalinických horninách brněnského masívu nebo jeho zvětralinách. Jedná se o tektonicky značně postižené granodiority typu Královo Pole. Hranice eluviálních hornin není oproti pevné skalní hornině ostrá, ale víceméně konvenční podle rychlosti konsolidace s hloubkou. Eluvium podložních granodioritů se pohybuje v mocnosti 0,1 – 3,0 m, představující ostrohranný štěrk a hrubozrnný písek s úlomky nezvětralé horniny, lokálně se eluviální zeminy vyskytují i charakteru jílů s písčitou a štěrkovitou příměsí. [7].

### 3.2.2 KVARTÉRNÍ SEDIMENTY

V nadloží skalního podloží se v zájmové lokalitě budou vyskytovat fluviální sedimenty modřické terasy řeky Svitavy risského stáří. Místy tyto sedimenty mohou chybět z důvodu silně antropogenně přebudovaného prostředí. Fluviální sedimenty modřické terasy jsou zastoupeny jako štěrkopísky s proměnlivým zastoupením jemnozrnné frakce, převážně polozaoblené až zaoblené, polymiktní s vysokým podílem křemene, dosahující štěrkové frakce, lokálně kameny a balvany. Celá poloha nesoudržných zemin je ulehlá a v celém rozsahu nasycená vodou. Fluviální sedimenty vykazují zřetelné zjemňování frakce směrem do nadloží až do písčitých jílů, místy organických s tuhou a měkkou konzistencí. Celková mocnost fluviálních sedimentů byla archivními průzkumy ověřena od 0,4 až 9,7 m.

V nadloží fluviálních sedimentů se mohou vyskytovat prachovité eolické zeminy charakteru jílovitých hlín, částečně přepravené, které pokrývají souvisle celý terén pod antropogenními navážkami.

Mocnost kvartérních sedimentů mohla být dotčena velkými antropogenními úpravami a někde tyto zeminy mohou částečně chybět. Celková mocnost kvartérního pokryvu byla dle archivní dokumentace ověřena v rozmezí 1,0 – 9,7 m [7].

Nejsvrchnější vrstvu představuje velmi proměnlivý komplex antropogenních navážek o mocnosti 1,6 až 8,3 m. Rozsáhlá depozice je soustředěna právě v prostoru seřaďovacího nádraží. Materiál navážek je poměrně pestrý, od přemístěných zemin až po zbytky stavebních hmot. Navážky jsou deponovány od počátku 50tých let a údajně byly ukládány přímo na původní terén [7].

### 3.2.3 SESUVY, NEROSTNÉ SUROVINY A PODDOLOVANÁ ÚZEMÍ

Podle registru mapových nestabilit spravovaného Českou geologickou službou se v místě navržené stavby a jejím blízkém okolí nenachází žádné evidované sesuvy. Podle mapy náchylností svahů k sesouvání se jedná o oblast s nejméně vhodnými podmínkami pro vznik svahových deformací [3].

Na území plánované stavby se nenacházejí chráněná ložisková území, nejsou zde registrovány poddolovaná území ani důlní díla.

### 3.3 PŘIROZENÁ SEISMICITA OBLASTI

Z hlediska přirozené seismicity horninového prostředí spadá zájmové území okresu Brno-venkov, dle ČSN EN 1998-1/Z4 „Eurokód 8: Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení Část 1: Obecná pravidla, seizmická zatížení a pravidla pro pozemní stavby“, do seizmické oblasti s hodnotou špičkového referenčního zrychlení základové půdy  $a_{gR} = 0,02 \text{ g}$  a tím spadá do oblastí s velmi malou seismicitou, kdy hodnota součinu  $a_{gR} \cdot \gamma_I \cdot S$  nebude velmi pravděpodobně větší než  $0,05 \text{ g}$  a není třeba dodržovat ustanovení ČSN EN 1998.

### 3.4 TEKTONICKÉ POMĚRY

Široké okolí zájmového území je z hlediska tektoniky budováno tektonicky značně postiženými granodiority. Na navržený záměr nepředpokládáme žádný vliv tektoniky.

### 3.5 OCHRANA PŘÍRODY A KRAJINY

Šetřením v Informačním systému ochrany přírody spravovaného Agenturou ochrany přírody a krajiny ČR [2] bylo zjištěno, že dotčené území se nenachází v území se zvláštním režimem ochrany přírody a krajiny dle zák. č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny ve znění pozdějších předpisů.

### 3.6 HYDROGEOLOGIE

Podle hydrogeologické rajonizace se lokalita nachází v oblasti hydrogeologického rajonu č. 6570 „Krystalinikum brněnské jednotky“ [4].

Oblast náleží do povodí Dunaje. Hydrogeologický rajon „Krystalinikum brněnské jednotky“ je součástí skupiny hydrogeologických rajonů „Krystalinikum Českomoravské vrchoviny“. Zájmové území je odvodňováno jihovýchodním směrem řekou Svitava.

V zájmové oblasti se bude nacházet mělká zvodeň vázaná na kvartérní písčité štěrky údolní nivy se stropním izolátorem povodňových hlín, nebo (i) spraší a sprašových hlín, které brání hlubšímu zásaku atmosférických srážek. Z hydrogeologického hlediska je důležitá přítomnost zvětralinového pokryvu, který má buď charakter hydrogeologického kolektoru nebo izolátoru.

Největší hydrogeologický význam v zájmovém území mají fluviální písčité štěrky údolních niv, na které je vázaný poměrně vydatný horizont podzemní vody, s mírně napjatou hladinou ve zvodni. Propustné sedimenty nivních teras mohou dosahovat mocností místy až cca 8 m. Směr proudění podzemní vody ovlivňuje v největší míře úroveň odvodňovací báze, kterou v převážné části území tvoří místní říční síť.

### 3.7 HYDROLOGIE

Z hydrologického hlediska náleží území k povodí 4. řádu „Svitava“ č. h. p. 4-15-02-1096-0-10, který spadá pod povodí 3. řádu „Svitava“ č. h. p. 4-15-02 Stavba leží mimo záplavové území. V okolí zájmové lokality se nenachází žádné ochranné pásmo vodního zdroje.

## 4. TECHNICKÉ PRÁCE A LABORATORNÍ ROZBORY

### 4.1 ZAMĚŘENÍ SOND

Tabulka 1 Přehled sond a jejich souřadnic

sonda	souřadnice JTSK		výška terénu
	X [m]	Y [m]	Bpv [m n.m.]
DP1	1158576,67	594769,09	215,8
DP2	1158590,83	594851,75	215,6
KS1	1158576,67	594769,09	215,8
KS2	1158590,83	594851,75	215,6

Místa pro průzkumné sondy byla vytýčena a následně zaměřena aparaturou South Trimble. Výpočty souřadnic bodů byly vyhodnoceny v reálném čase v software kontroleru Transform plus. Při výpočtu byl použitý transformační modul zpřesněné globální transformace Trimble 2013 verze 1.0 schválený ČÚZK pro měření od 1. 7. 2012. Přesnost určení polohy odpovídá apriorní střední souřadnicové chybě 0,14 m, tj. kódu kvality 3 pro KN.

### 4.2 DYNAMICKÉ PENETRACE

Součástí průzkumných prací bylo provedení sond dynamické penetrace. V určených místech byly provedeny 2 dynamických penetračních sond ze dna kopaných sond o úhrnné metráži 22,3 bm.

Dynamické penetrace byly provedeny těžkou penetrační soupravou (hmotnost beranu 50 kg). Při penetrování byl odečítán počet úderů beranu, potřebných na vnik hrotu o 10 cm a průběžně po 1 m byla měřena velikost kroutícího momentu na soutyčí momentovým klíčem.

Parametry zařízení jsou následující:

<i>Hmotnost beranu</i>	50 kg
<i>Hmotnost 1 m tyče</i>	6,0 kg
<i>Průměr tyče</i>	32 mm
<i>Výška pádu beranu</i>	0,5 m
<i>Průměr hrotu</i>	45,0 mm
<i>Plocha hrotu</i>	15 cm <sup>2</sup>
<i>Úhel hrotu kužele</i>	90°
<i>Měření momentu</i>	ano

Vyhodnocení bylo provedeno z hodnoty měrného dynamického odporu  $q_{dyn}$ , vypočítaného z redukovaných úderů N10. Cílem dynamických penetrací bylo zjistit

odpor zemin a upřesnit tak rozhraní a mocnost vrstev. Přehled provedených sond dynamické penetrace je shrnut v tabulce č. 1. Dokumentace sond těžké dynamické penetrace je součástí přílohy č.3 a jejich vyhodnocení se nachází v kapitole 5.2.

dna kopaných sond, případně z povrchu terénu, těžkou penetrační soupravou s hmotností pádu kovadliny 50 kg na dráze 0,50 m. Účelem penetračních zkoušek je stanovení dynamického odporu zemního prostředí  $Q_{dyn}$  [MPa].

Všechny nově provedené sondy byly geodeticky polohově a výškově zaměřeny v systému S-JTSK a B.p.v. Přehled realizovaných sond je přehledně shrnut v tabulce č. 1.

#### 4.3 ODBĚRY VZORKŮ A LABORATORNÍ ROZBORY

V průběhu prací byly z provedených kopaných sond odebrány vzorky zemin z celého profilu štěrkového lože a zemní pláně k určení možné kontaminace. Směsné vzorky byly ihned po odběru a po kvartaci vloženy do dvojitého PE sáčku. Skutečné množství provedených zkoušek uvádíme níže. Kompletní výstupy z provedených laboratorních rozborů a zkoušek jsou obsahem přílohy 5.

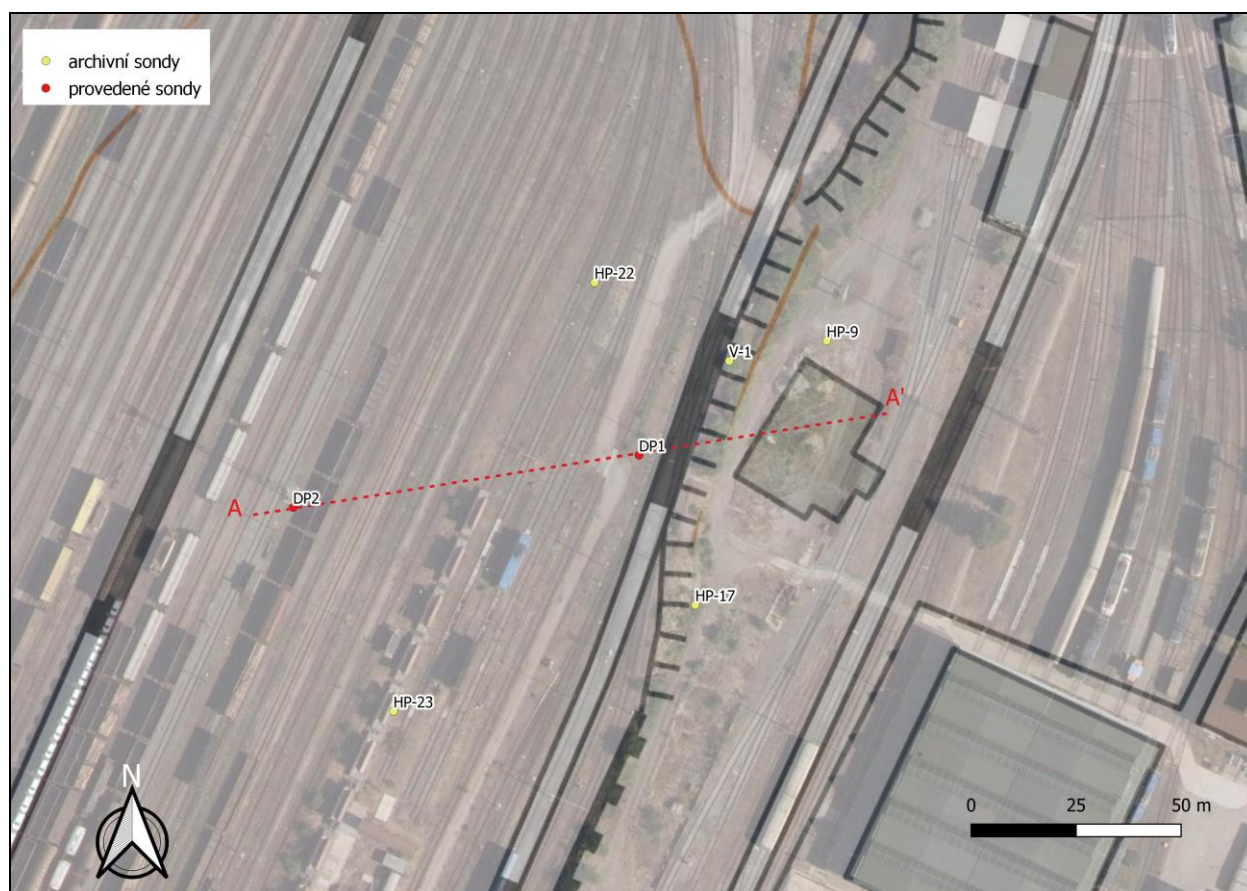
Na odebraných vzorcích byly provedeny následující zkoušky a rozbory:

- |  |          |
|--|----------|
| • stanovení znečištění navážek v rozsahu dle 294/2005 Sb., tab. 10.1 | ... 2 ks |
| • stanovení znečištění navážek v rozsahu dle 294/2005 Sb., tab. 10.2 | ... 1 ks |
| • analýzy vodného výluhu z navážek dle 294/2005 Sb., tab. 2.1        | ... 1 ks |

#### 4.4 ARCHIVNÍ SONDY

Širší oblast zájmového území je vrty poměrně dobře prozkoumána. Z archivních prací bylo vybráno celkově 5 relevantních vrtů. 4 sondy byly odvrtány v rámci hydrogeologického průzkumu pro zjištění rozsahu kontaminace ropnými látkami [7] a jeden vrt v rámci geologického průzkumu pro vedení parovodní a horkovodní přípojky [8]. Pozice vrtů je vyznačena na obrázku 2 níže, seznam vrtů a jejich stručné informace v tabulce 2, profily vrtů v příloze 3.

Obrázek 2 Lokalita s provedenými a archivními sondami s průběhem geologického řezu A-A'



Tabulka 2 Přehled archivních sond a jejich souřadnic

sonda	souřadnice JTSK		výška terénu	hloubka	*HPV-N	*HPV-U	rok
	X [m]	Y [m]	Bpv [m n.m.]				
HP-9	1158550,7	594723,3	212,5	10,5	5,6	4,33	1984
HP-17	1158613,5	594754,6	212,5	9,3	7,8	4,68	1984
HP-22	1158536,8	594778,6	215,7	13	6,8	7,71	1984
HP-23	1158638,8	594826,5	215,4	12	6,9	7,66	1984
V-1	1158555,5	594746,5	216,1	8	nezastižena	nezastižena	1990

\*HPV-N Hladina podzemní vody – naražená

\*HPV-U Hladina podzemní vody - ustálená

#### 4.5 VZORKOVACÍ PRÁCE (ARCHIV)

Vzorky zemin k laboratorním analýzám pro určení jejich mechanicko-fyzikálních vlastností byly odebrány z vrtu V-1 [8], kde se jednalo o poloporušený vzorek z navážky a neporušený vzorek ze sprašových hlín. Vzorek podzemní vody byl odebrán z vrtu HP-9 [7].

#### **4.6 LABORATORNÍ PRÁCE (ARCHIV)**

Odebrané vzorky byly zpracovateli archivních prací předány do zkušebních laboratoří, kde byly na vzorcích zemin zjištěny indexové vlastnosti, objemová hmotnost, edometrický modul a krabicová smyková zkouška.

Zeminy byly zpracovateli archivních prací zatříděny podle normy ČSN 73 1001 a ČSN 73 1002. Zpracovatelem tohoto průzkumu byly vzorky odebraných zemin a zeminy zastižené archivními vrty dodatečně zatříděny dle dostupných informací archivní dokumentace podle normy ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“.

## 5. VÝSLEDKY PRŮZKUMU

### 5.1 LABORATORNÍ ROZBORY A ZKOUŠKY (ARCHIV)

Na vzorcích zemin byly stanoveny hodnoty původní vlhkosti, indexové vlastnosti a proveden zrnitostní rozbor v souladu s platnými technickými normami. Výpočtem byly stanoveny hodnoty stupně konzistence. Výsledky provedených i archivních laboratorních zkoušek jsou součástí přílohy č.5.

Tabulka 3 Výsledky rozborů zemin

Sonda	Hloubka odběru [m]	Typ vzorku	Zatřídění dle ČSN 73 6133	Přirozená vlhkost [%]	Index konzistence [-]	Geotyp
V-1	2,0 – 2,1	P	G5 GC	12,2	1,23	Y1
V-1	3,3 – 3,6	N	F6 CI	21,3	0,76	Q1

Legenda:

P.....porušený vzorek

N.....neporušený vzorek

Tabulka 4 Objemová hmotnost, zdánlivá hustota pevných částic zemin

Sonda	Hloubka odběru	Objemová hmotnost vlhké zeminy [Mg.m <sup>-3</sup> ]	Objemová vlhkost suché zeminy [Mg.m <sup>-3</sup> ]	Zdánlivá hustota pevných částic [Mg.m <sup>-3</sup> ]
V-1	3,3 – 3,6	2,04	1,68	2,72

Tabulka 5 Stlačitelnost zemin tř. F6

Sonda	Hloubka odběru [m]	Zatřídění dle ČSN 73 6133	Obor napětí [kPa]	Edometrický modul přetvárnosti <i>E<sub>oed</sub></i> [MPa]	Převodní součinitel $\beta$	Modul přetvárnosti <i>E<sub>def</sub></i> [MPa]	Součinitel konsolidace <i>c<sub>v</sub></i> [m <sup>2</sup> /s]
V-1	3,3 – 3,6	F6	70-140	8,06	0,47	3,8	3,27 <sup>-07</sup>
			140-210	8,56	0,47	4,0	
			210-280	9,26	0,47	4,4	
			280-350	8,25	0,47	3,9	
			350-420	8,21	0,37	3,0	

Všechny zkoušky byly provedeny na vzorcích nezalitých vodou. Výsledky zkoušek stlačitelnosti lze použít při výpočtu velikosti sednutí podloží pod základy objektu.

Tabulka 6 Výsledky krabicové smykové zkoušky zemin

Sonda	Hloubka odběru [m]	Zatřídění dle ČSN 73 6133	Úhel vnitřního tření $\phi$ [°]	Soudržnost c [kPa]	Smyková pevnost
V-1	3,3 – 3,6	F6	29,7	30	vrcholová

**Chemismus podzemní vody** pro stavební účely byl posouzen z laboratorních vzorků podzemní vody odebraných z vrtu HP-9. Výsledky laboratorních zkoušek byly zpracovatelem průzkumu vyhodnoceny v tabulce č.7 dle ČSN 03 8375 Ochrana kovových potrubí uložených v půdě nebo ve vodě proti korozi a dle ČSN EN 206 + A1 Beton - specifikace, vlastnosti, výroba a shoda.

Tabulka č. 7 Posouzení agresivity podzemní vody

<b>Sonda:</b>		<b>HP-9</b>
<b>Hloubka</b>		6,0-6,1
<b>RL(105)</b>	mg/l	1035
<b>Tvrdost</b>	mmol/l	5,55
<b>Vodivost</b>	mS/cm	108,1
<b>pH</b>	-	7,08
<b>Cl</b>	mg/l	59
<b>SO<sub>3</sub> + Cl</b>	mg/l	nestanoveno
<b>CO<sub>2</sub> agresivní</b>	mg/l	0
<b>Mg<sup>2+</sup></b>	mg/l	34,8
<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	mg/l	<0,05
<b>SO<sub>4</sub><sup>2-</sup></b>	mg/l	134
<b>ČSN 03 8375</b>		
<b>Vodivost</b>		IV
<b>pH</b>		I
<b>SO<sub>3</sub> + Cl</b>		nestanoveno
<b>CO<sub>2</sub> agresivní</b>		I
<b>ČSN EN 206 + A1</b>		
<b>pH</b>		-
<b>Mg<sup>2+</sup></b>		-
<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>		-
<b>SO<sub>4</sub><sup>2-</sup></b>		-
<b>CO<sub>2</sub> agresivní</b>		-

Z hodnocení laboratorních analýz vzorků podzemní vody vyplývá následující:  
Celkově vykazuje podzemní voda na zájmové lokalitě dle ČSN 03 8375 velmi vysokou agresivitu (stupeň IV.) na ocel a ocelové konstrukce vlivem vodivosti. Z hlediska sumy síranů a chloridů nebyl chemismus odebraného vzorku podzemní vody zkoušen. Pro

zatřídění dle normy ČSN EN 206+A1, stanovující skupiny agresivity na stavební beton, nevykazuje podzemní voda žádnou agresivitu.

Archivní dokumentace laboratorních analýz podzemní vody z širšího okolí (odkaz na P70662)

## 5.2 VYHODNOCENÍ DYNAMICKÝCH PENETRACÍ

Archivní jádrové vrty byly doplněny zkouškami těžké dynamické penetrace. Celkem byly provedeny dvě dynamické penetrační sondy. Penetrační sondy DP1 a DP2 měly za cíl upřesnit rozhraní a mocnost vrstev a také ověřit ulehlost fluviálních štěrkopísků a odvození parametrů úhlu vnitřního tření.

Tabulka 8 Přehled realizovaných sond dynamické penetrace

Sonda	Hloubka	Souřadnice X [m]	Souřadnice Y [m]	Výška terénu Bpv [m n.m.]
DP1	11.5	1158576,67	594769,09	215,8
DP2	10.8	1158590,83	594851,75	215,6

Tabulka 9 Vyhodnocení sond dynamické penetrace

sonda	hloubka (m)	N10 průměrně (-)	Qdyn (MPa)	geotyp	ulehlost/konzistence	úhel vnitřního tření efektivní
DP1	0,1 – 1,8	11,2	13,4	Y1/Y2	-	-
	1,8 – 6,0	1,4	1,8	Q1	T	-
	6,0 – 7,2	5,8	5,1	Q3	I <sub>D</sub> = 0,5	φ = 32,5°
	7,2 – 11,0	7,9	7,0	Q2	T-P	-
	11,0 – 11,4	37,1	23,7	Q4	I <sub>D</sub> = 0,7	φ = 34°
	11,4 – 11,5	63,6	38,0	Ka1	-	-
DP2	0,1 – 1,9	0,8	1,4	Y2	-	-
	2,0 – 5,9	1,8	2,1	Q1	T	-
	6,0 – 7,6	3,7	3,4	Q2	T-P	-
	7,7 – 8,0	9,2	9,1	Q3	I <sub>D</sub> = 0,6	φ = 32,5°
	8,1 – 9,7	4,7	3,9	Q2	T-P	-
	9,8 – 10,6	33,2	25,7	Q4	I <sub>D</sub> = 0,7	φ = 34°
	10,7 – 10,8	89,4	55,6	Ka1	-	-

Poznámka: N10 ... počet úderů potřebných pro zaražení soutyčí do geologické vrstvy o 10 cm  
 Qdyn ... hodnota odporu na hrotu zaraženého soutyčí  
 hodnoty I<sub>D</sub>, I<sub>C</sub>, a φ odvozeny z ČSN EN 1997-2 a publikace „Polné zkoušky“ [9]  
 konzistence I<sub>C</sub>: M ... měkká, T ... tuhá, P ... pevná, T-P ... tuhá až pevná (I<sub>C</sub> = cca 1)  
 ulehlost I<sub>D</sub>: K ... kyprá, SU ... středně ulehlá, U ... ulehlá

### 5.3 VYMEZENÍ GEOTYPŮ

Dobrý přehled o sledu geologických vrstev v lokalitě podávají schematické geologické profily v příloze 4, do kterých byly zakresleny i navržené stavby. Na základě charakteru zastižených geologických vrstev a s ohledem na archivní vrty bylo vymezeno celkem 8 geotechnických typů, které budou blíže komentovány v textu níže:

<b>Y1</b> ... navážky kamenité	tř. G3, G5, Cb
<b>Y2</b> ... navážky hlinitopísčité	tř. F1, S3
<b>Q1</b> ... kvartérní sprašové hlíny tuhé až pevné	tř. F6
<b>Q2</b> ... kvartérní fluvialní jíly tuhé až pevné	tř. F4, F6
<b>Q2a</b> ... kvartérní fluvialní jíly organické měkké	tř. F4
<b>Q3</b> ... kvartérní fluvialní písky	tř. S3, S5
<b>Q4</b> ... kvartérní fluvialní štěrky	tř. G3
<b>Ka1</b> ... granodiorit	tř. R4-R5, F4,

#### Navážky **Y**

V celém zájmovém území byly zjištěny z archivních a kopaných sond navážky s různou mocností a různým složením. Kontakt navážek a původního terénu je z důvodu použití místních zemin a značné konsolidaci sypanin velmi nezřetelný a v místech plánované výstavby předpokládáme na základě provedených a archivních sond, mocnost do 2,0 m. V celém areálu mohou navážky dle archivních sond dosahovat mocností až 5 m.

#### Navážky kamenité **Y1**

Jedná se o polohy navezených a hutněných materiálů (štěrk, stavební odpad) určené pro zpevnění povrchu. Navážky jsou charakteru zemin tř. G3, G5 a Cb s proměnlivým množstvím kamenité frakce.

#### Navážky jemnozrnné **Y2**

Jedná se o polohy převážně místní překopané zeminy se zastoupením zemin jiného původu (stavební odpad, struska, atd). Navážky jsou charakteru zemin tř. F1 a S3 s menším množstvím kamenité frakce.

#### Kvartérní sprašové hlíny tuhé až pevné **Q1**

Zeminy GT typu Q1 představují světle hnědé prachovité jíly a podle ČSN 73 6133 se může jednat o zeminy tř. F6 s pevnou a tuhou konzistencí. Charakterizují eolické až eolickofluviální uloženiny, které ve svrchních polohách mohou být charakteru konsolidovaných deponií. V místech plánovaných stavebních objektů, lze předpokládat mocnost těchto sedimentů od 2,7 až 4,0 m.

- vrstva se může vyskytovat v základové spáře a také ve stěnách výkopů

- zemin jsou nebezpečně namrzavé
- výška kapilárního vztlínání může v případě sprašových hlín může dosahovat až 3 m
- základová spára v těchto zeminách rychle degraduje a je nutné započít betonáž bezprostředně po výkopu

### **Kvartérní fluviální jíly tuhé až pevné Q2**

Jemnozrnné prachovito-písčité fluviální sedimenty se vyskytují zpravidla pod eolickými sprašovými zeminami s kterými tvoří často neostrou hranici. Jedná se o jemnozrnné sedimenty, tmavě šedé a hnědé, místy se štěrkem a kameny a dle ČSN 73 6133 se může jednat o zemin tří. F4 a F6 tuhé až pevné konzistence.

Tyto sedimenty tvoří průběžné polohy jemnozrnných fluviálních sedimentů, které se mohou vzájemně zastupovat a střídat s polohami štěrkopísků. Tyto sedimenty dosahují mocností 0,7 – 4,3 m.

- vrstva se dle hloubky založení může vyskytovat v základové spáře a ve stěnách výkopů
- zemin jsou nebezpečně namrzavé
- výška kapilárního vztlínání může dosahovat až 3 m
- jedná se o zemin, které reprezentují stlačitelné a pomalu konsolidující podloží s nižší smykovou pevností
- základová spára v těchto zeminách rychle degraduje a je nutné započít betonáž bezprostředně po výkopu

### **Kvartérní fluviální jíly měkké Q2a**

Jemnozrnné organické fluviální sedimenty zpravidla černé až černohnědé barvy byly zastiženy několika archivními sondami, které dosahují až 0,7 m mocnosti.

Tyto sedimenty charakteru organických hlinitých zemin s příměsí písku se dle archivních vrtů vyskytují v hloubkách 6,9 až 10,7 m pod úrovní terénu a může se jednat o zemin tří. F4 a F6 měkké až tuhé konzistence, které tvoří neprůběžné polohy.

### **Kvartérní fluviální písky Q3**

Jedná se o šedozelené, středně uhlé písky podle ČSN P 73 1005 tř. S3 a S5. Reprezentují písčité fluviální uloženiny, které jsou často v celé mocnosti 0,4 – 1,1 m zvodněné a většinou tvoří ne vždy průběžné polohy. V rámci štěrkopískových teras tvoří povrchové partie, které často hloubkově korelují se zastiženou hladinou podzemní vody.

### **Kvartérní fluviální štěrky Q4**

Jedná se o zvodněné, pestře zbarvené, polymiktní štěrky a podle ČSN 73 6133 se může jednat o zemin třídy G3.

Tyto zemin byly zastiženy takřka všemi hlubšími archivními sondami a vyskytovaly se většinou při bázi štěrkopískové terasy, na kontaktu s eluviálními zeminami nebo skalním podloží. Charakterizují středně uhlé štěrkovité fluviální uloženiny, které jsou v celé mocnosti 0,5 – 1,9 m zvodněné a tvoří průběžné polohy.

## Granodiorit Ka1

Jedná se o horninové prostředí granodioritů kadomského stáří. Seshora zpravidla pokryté nepřemístěnými eluviálními zvětralinami, které dle archivních sond odpovídají pevným štěrkovitým jílům. V místě plánované stavby hodnoty penetrací spíše napovídají o zastížení pevného skalního podloží tvořeného granodiority. Ve svrchní části, předpokládáme pevnostní třídu R5-R4. Pevnost se zpravidla do hloubky zlepšuje.

Skalní podloží bylo zastíženo oběma provedenými penetračními sondami a výškově (203-205 m n.m.) odpovídá granodioritu nebo jeho eluviální části zastížených archivními sondami.

## Geotechnické parametry vymezených vrstev

V tabelární podobě uvádíme hodnoty geotechnických parametrů. Jedná se o hodnoty převzaté z publikace Mechanika zemin a zakládání staveb [5]. Hodnoty tabulkové výpočtové únosnosti jsou orientační a jsou odvozené z dnes již neplatné ČSN 73 1001 Základová půda pod plošnými základy.

Tabulka 10 Geotechnické parametry vymezených geotypů

Geotyp	ČSN 73 6133	Ic [-]	$\gamma$ [kN·m <sup>-3</sup> ]	E <sub>def</sub> [MPa]	$\phi_{ef}$ [°]	C <sub>ef</sub> [kPa]	C <sub>u</sub> [kPa]	$\nu$ [-]	R <sub>dt</sub> [kPa]
Q1	F6	0,76	21	4,0*	29,7*	10	30*	0,40	100
Q2	F6, F4	0,75 - 1,0	21	4,0	20	14	50	0,40	100
Q2a	F4	0,5 – 0,75	18,5	2,0	20	10	25	0,35	50
Q3	S3, S5	SU/T	18	10	30	4	-	0,35	125
Q4	G3	SU	19	80	34	0	-	0,25	250
Ka1	R5-R4		20,5	120**	35	50	-	0,25	-

Vysvětlivky:

$\gamma$  ... objemová tíha zeminy

E<sub>def</sub> ... modul deformace

$\phi_{ef}$  ... úhel vnitřního tření efektivní

C<sub>ef</sub> ... soudržnost efektivní

C<sub>u</sub> ... soudržnost totální

$\nu$  ... poissonova konstanta

R<sub>dt</sub> ... tabulková výpočtová únosnost dle neplatné ČSN 73 1001 platná pro šířku základu  $b \leq 3$  m a

hloubku založení 0,8 – 1,5 m; při hloubce založení větší než 1,5 m bude únosnost větší v důsledku větší tíhy zeminy nad základovou spárou

konzistence: M ... měkká, T ... tuhá, P ... pevná, T-P ... tuhá až pevná (Ic = cca 1)

ulehlost: K ... kyprá, SU ... středně ulehlá, U ... ulehlá

\* **tučně** jsou uvedeny laboratorně stanovené hodnoty dle archivní dokumentace

\*\* jedná se o zdánlivou pevnost skalního masivu

## 5.4 STANOVENÍ ZNEČIŠTĚNÍ NAVÁŽEK

Vzorkování míst plánovaných stavebních objektů probíhalo pomocí ručně kopaných sond do hloubek 0 – 0,5 m, ze kterých byl odebrán směsný vzorek jemnozrnné frakce z hloubky odpovídající štěrkovému loži. Následně byly sondy prohloubeny do hloubky až 0,8 m, ze kterých byl odebrán směsný vzorek odpovídající zemní pláni. Oba směsné vzorky byly kvartací připraveny pro laboratoř.

Sonda KS1 byla vyhloubena v kolejišti seřaďovacího nádraží Brno-Maloměřice v travním pásu mezi kolejemi (č. 165 a 125) v blízkosti obslužné asfaltové komunikace.

Ve svrchní části profilu bylo senzoricky zjištěno znečištění a byl odebrán vzorek z hloubky 0,0 – 0,4 m. Níže byl odebrán vzorek ze zemní pláň bez senzorického znečištění z hloubky 0,4 – 0,7 m.

Sonda KS2 byla vyhloubena v kolejišti seřaďovacího nádraží Brno-Maloměřice v travním pásu mezi kolejemi (č. 116 a 117). Ve svrchní části profilu bylo senzoricky zjištěno znečištění a byl odebrán vzorek z hloubky 0,0 – 0,5 m. Níže byl odebrán vzorek ze zemní pláň bez senzorického znečištění z hloubky 0,5 – 0,8 m.

#### 5.4.1 VYHODNOCENÍ ODEBRANÝCH VZORKŮ Z NAVÁŽEK

Tabulka 11 Výsledky analýz vzorků v sušině dle vyhlášky 294/2005 Sb. (tabulka 10.1.)

Parametr	Limitní hodnota LPT	Sonda (hloubka)	Sonda (hloubka)
		KS1+KS2 (0-0,5 m) šterkové lože	KS1+KS2 (0,4-0,8 m) zemní pláň
[mg/kg suš.]	[mg/kg suš.]	[mg/kg suš.]	[mg/kg suš.]
As	10	53	9
Cd	1	<0,4	<0,4
Cr	200	61,4	23,4
Hg	0,8	<0,2	<0,2
Ni	80	60,5	17,8
Pb	100	79,2	11,4
V	180	237	48,1
EOX	1	<1,0	<1,0
suma BTEX	0,4	<0,09	<0,09
suma 12 PAU	6	10,1	0,946
suma 7 PCB	0,2	<0,140	<0,140
C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub>	300	92	<20

LPT Limit pro ukládání odpadů na povrch terénu dle vyhl. 294/2005 Sb. tab. 10.1.

Analytické zkoušky odebraných vzorků šterkového lože prokázaly mírné znečištění těžkými kovy a to zejména As a V a sumou vybraných PAU. U těchto parametrů bylo prokázáno překročení hodnot pro ukládání odpadů na povrch terénu dle tab. 10.1., přílohy č. 10 k vyhlášce 294/2005 Sb. Ostatní sledované parametry splňují limity LPT. Na tomto vzorku byla dále provedena analýza vodného výluhu dle přílohy č.2 tabulka 2.1. vyhlášky 294/2005 Sb. (viz tabulka č. 12)

Tabulka 12 Výsledky analýz vodného výluhu pro třídu vyluhovatelnosti I dle vyhlášky 294/2005 Sb. (tabulka 2.1.)

Parametr	Limitní hodnota Třídy vyluhovatelnosti				Sonda (hloubka)
					KS1+KS2 (0-0,5 m) štěrkové lože
[mg/l]	[mg/l]				[mg/l]
	I	Ila	IIb	III	
DOC	50	80	80	100	11,7
fenoly těkající s v.p.	0,1	-	-	-	<0,005
chloridy	80	1500	1500	2500	<1.0
fluoridy	1	30	15	50	<0,2
sírany SO <sub>4</sub> <sup>(2-)</sup>	100	3000	2000	5000	<5.0
As	0,05	2,5	0,2	2,5	0,0027
Ba	2	30	10	30	0,0862
Cd	0,004	0,5	0,1	0,5	<0,0005
Cr celkový	0,05	7	1	7	0,0011
Cu	0,2	10	5	10	0,01
Hg	0,001	0,2	0,002	0,2	<0,001
Ni	0,04	4	1	4	0,002
Pb	0,05	5	1	5	0,001
Sb	0,006	0,5	0,07	0,5	0,0057
Se	0,01	0,7	0,05	0,7	<0,005
Zn	0,4	20	5	20	0,0395
Mo	0,05	3	1	3	0,007
RL (rozpuštěné látky)	400	8000	6000	10000	226
pH	-	≥6	≥6		7,65

Výsledky analýzy směsného vzorku vodného výluhu štěrkového lože vyhovují limitním hodnotám třídy vyluhovatelnosti I, Ila, resp IIb a III ve všech stanovených parametrech.

Tabulka 13 Výsledky analýz vzorků v sušině dle vyhlášky 294/2005 Sb. (tabulka 4.1)

Parametr	Limity pro zeminy dle vyhl. 294/2005		Sonda (hloubka)	Sonda (hloubka)
			KS1+KS2 (0-0,5 m) šterkové lože	KS1+KS2 (0,4-0,8 m) zemní pláň
[mg/kg suš.]	[mg/kg suš.]		[mg/kg suš.]	[mg/kg suš.]
	Limitní hodnota LPT	Limitní hodnota S-IO		
BTEX	0,4	6	<0,09	<0,09
C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub>	300	500	92	<20
PAU	6	80	10,1	0,946
PCB	0,2	1	<0,140	<0,140

LPT Limit pro ukládání odpadů na povrch terénu dle vyhl. 294/2005 Sb. tab. 10.1.

S-IO Limit pro ukládání odpadů na skládku S – inertní odpad dle vyhl. 294/2005 Sb., tab. 4.1

Výsledky analýz směsných vzorků ze šterkového lože a zemní pláně vyhovují limitním hodnotám dle vyhl. 294/2005 Sb. tab. 4.1 (viz tab. 13 výše).

Tabulka 14 Výsledky ekotoxikologických testů dle vyhlášky 294/2005 Sb. (tabulka 10.2.)

Parametr	Limity pro výluh dle tab 10.2.		Sonda (hloubka)
			KS1+KS2 (0,4-0,8 m) zemní pláň
[%]	[%]		[%]
	sl. I	sl. II	
řasa <i>Scenedesmus</i> ( <i>Desmodesmus</i> ) <i>subspicatus</i> inhibice	30	30	3,2
perloočka <i>Daphnia magna</i> imobilizace	30	30	5,0
ryba <i>Poecilia reticulata</i> mortalita	30	0	0
semeno <i>Sinapis alba</i> stimulace	----	30	7,7

U směsného vzorku odebraného z úrovně zemní pláně nebylo prokázáno překročení sledovaných parametrů a tento vzorek vyhověl i výsledkům analýzy výluhu dle vyhl. 294/2005 Sb. tab. 10.2 (viz tab. 14 výše).

## 5.5 ZHODNOCENÍ ZÁKLADOVÝCH POMĚRŮ

Z výsledků průzkumných prací hodnotíme podle ČSN P 73 1005 pro celé zájmové území **jednoduché inženýrskogeologické poměry staveniště**.

Morfologie terénu je jednoduchá, horninové prostředí se svými vlastnostmi podstatně nemění a jednotlivé vrstvy jsou uloženy téměř vodorovně.

Hladina podzemní vody v areálu je dle archivních vrtů mírně napjatá a v oblasti plánované stavby byla ustálená hladina zdokumentována v úrovni 7,15 – 7,7 m pod úrovní stávajícího terénu. Vzhledem k výšce možného kapilárního vztlínání zastižených zemin, hloubce promrzání a převažující tuhé konzistenci jílovitých zemin je vodní režim v místě navržených staveb kapilární tj. krajně nepříznivý.

Hloubka promrzání je stanovena dle TP 170 a v zájmové lokalitě je 1,1 m.

Sled zastižených geologických vrstev, úrovně naražené a ustálené hladiny podzemní vody, archivní sondy, jejich geologické profily a jiné rozhodné skutečnosti byly zpracovány formou schematického geologického profilu A-A', který je obsahem přílohy 4.

Geotechnická kategorie podle ČSN EN 1997 – 1:

Osvětlovací stožáry ... 1.-2. GT

Pro potřeby ocenění zemních prací uvádíme zařazení vrstev vymezených geotypů do tříd těžitelnosti a vrtatelnosti podle ČSN P 73 1005, přílohy B resp. C. Těžba zemin patřících do I. třídy je prováděna běžnými výkopovými mechanismy.

Tabulka 15 Zařazení zemin do tříd těžitelnosti a vrtatelnosti podle ČSN P 73 1005

Geotyp	ČSN 73 6133	Těžitelnost (třída)	Vrtatelnost (třída)
Q1	F6	I	I
Q2	F4, F6	I	I
Q3	S3, S5	I	I
Q4	G3	I	II
Ka1	R4-R5	I-II	III-IV

## OSVĚTLOVACÍ STOŽÁRY

Základové poměry a průběh předkvartérního podkladu byl ověřen průzkumnými sondami DP1 a DP2 do hloubky 10,8 – 11,5 m pod terénem. Předpokládáme plošné založení na základových patkách. Hloubka založení nebyla při zpracování průzkumu známa. Podzemní voda vázaná na propustnější polohy fluviálních písčitých zemin geotypu Q3 se ustálila v hloubce 7,15 m pod terénem a nepříznivě ovlivňuje konzistenci ( $I_c = 0,76$ ) nadložních jemnozrnných zemin. Hladina podzemní vody bude v určité hydraulické souvislosti s povrchovou vodotečí řeky Svitavy.

Dle archivní dokumentace [7] laboratorní rozbor vody ze sondy V-1 ukázaly, že voda není podle ČSN EN 206+A1 agresivní vůči betonu, ale podle ČSN 03 8375 vykazuje velmi vysokou agresivitu vůči kovovým konstrukcím.

**Doporučení:** Při plošném způsobu založení osvětlovacích stožárů doporučujeme, založení pod vrstvu navážek, do tuhých až pevných sprašových hlín geotypu Q1, které byly ověřeny od hloubky 2,0 m až do 6,0 m. Základová spára v těchto zeminách rychle degraduje a je nutné započít betonáž bezprostředně po výkopu. Kapilární vztlínání jemnozrnných zemin v kontaktu s hladinou podzemní vody a propustnost vrstev navážek může nepříznivě ovlivňovat konzistenci jílu geotypu Q1 a Q2, které tak tvoří stlačitelné a méně únosné podloží. V základové spáře a stěnách stavební jámy, lze očekávat vrstvu tvořenou tuhými až pevnými jíly tř. F6, ale přítoky podzemní vody ovlivňující výkopy stavební jámy nepředpokládáme.

Jako alternativní varianta založení plánovaných stavebních objektů je hlubinné založení při použití mikropilot.

## 6. ZÁVĚRY

V areálu seřaďovacího nádraží Brno-Maloměřice byl proveden inženýrskogeologický průzkum. Průzkum byl proveden s cílem zhodnotit inženýrskogeologické poměry v místě plánovaných stavebních objektů osvětlovacích stožárů.

Geotechnické poměry na lokalitě jsme vyhodnotili na základě dokumentace nových a archivních sond, laboratorních zkoušek a geologických map. Sled geologických vrstev a vodní režim v místech plánovaných stavebních objektů byl objasněn schematickým profilem, který je v příloze 4. **Inženýrskogeologické poměry na staveništi a základové poměry stavebních objektů jsou jednoduché.**

Doporučení pro založení pozemních objektů a jejich základové poměry jsou podrobně zpracovány v kap. 5.5.

V celém areálu se vyskytují navážky s proměnlivou mocností i kvalitou. Na vzorcích z navážek byly provedeny zkoušky pro stanovení obsahu rizikových látek a jejich následného uskladnění či použití. Výsledky a vyhodnocení těchto analýz uvádíme v kap. 5.4.1.

Vodní režim podloží stavebních objektů osvětlovacích věží je krajně nepříznivý.

V průběhu stavby doporučujeme provádět geotechnický dohled a kontrolu kvality zemních prací (zakládání objektů).