

***SILNICE II/385***  
***ČEBÍN - OBCHVAT***

**PODROBNÝ**  
**INŽENÝRSKO – GEOLOGICKÝ PRŮZKUM**

**BRNO, duben 2016**

Zak. č. : G01016  
Výtisk č. :

# ***GEOSTAR, spol. s r.o.***

*Tuřanka 240/111, 627 00 Brno*

*www.geostar.cz*

*Tel.: 5 45221218*

*Fax: 5 45221883*

*IČ: 13690337*

*DIČ: CZ13690337*

---

Název zakázky:

## **Silnice II/385 Čebín - obchvat**

**Podrobný inženýrsko – geologický průzkum**

Objednatel:

PUDIS a.s.

Pořadové číslo zakázky:

56/16

Identifikační číslo zakázky:

G 01016

### **Zpracovali:**

Mgr. Petr Mazáč - inženýrsko-geologický průzkum,

Ing. Milan Sánka, CSc. - pedologický průzkum,

Mgr. Viktor Valtr - korozní průzkum

Mgr. David Relich, PhD. - geotechnické výpočty, posouzení

### **Zodpovědný řešitel:**

Mgr. Petr Mazáč

.....

razítko a podpis

### **Za společnost:**

Ing. Jaroslav Hauser, CSc.

.....

razítko a podpis

## **SPOLUPRACUJÍCÍ ORGANIZACE**

SIHAYA s.r.o. - korozní a geofyzikální průzkum;

TERRATEST s.r.o. - sondy statické penetrace;

GEODROM, s.r.o. - geodetické práce;

GEOtest Brno, a.s. - hydrochemická laboratoř.

## **ROZDĚLOVNÍK**

Tato zpráva je vyhotovena v 12 výtiscích. Veškeré výsledky včetně zprávy jsou uvedeny na přiloženém CD mediu.

**Výtisk č. 1 až 10**

PUDIS a.s.

**Výtisk č. 11**

Česká geologická služba – GEOFOND

**Výtisk č. 0**

GEOSTAR, spol. s r.o.

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

### Inženýrsko-geologické a hydrogeologické symboly:

$c_{ef}$	[kPa]	efektivní soudržnost
$c_u$	[kPa]	totální soudržnost
$E_{def}$	[MPa]	modul přetvárnosti
$E_{oed}$	[MPa]	oedometrický modul přetvárnosti
$I_C$	[1]	stupeň konzistence
$I_p$	[%]	index plasticity
$k$	$[m \cdot s^{-1}]$	koeficient hydraulické vodivosti
$k_v$	$[m \cdot s^{-1}]$	koeficient vsaku
$R_{dt}$	[kPa]	tabulková výpočtová únosnost
$\beta$	[1]	převodní součinitel
$T$	$[m^2 \cdot s^{-1}]$	koeficient transmisivity (průtočnost kolektoru)
$\gamma$	$[kN \cdot m^{-3}]$	objemová tíha
$\nu$	[1]	Poissonovo číslo
$\varphi_{ef}$	[°]	efektivní úhel vnitřního tření
$\varphi_u$	[°]	totální úhel vnitřního tření
$w_n$	[%]	vlhkost
$\rho_s$	$[kg \cdot m^{-3}]$	objemová hmotnost

### Chemické symboly:

$Cl^-$	chloridy
$CO_2$	oxid uhličitý
pH	reakce vody
$SO_4^{2-}$	síraný

### Zkratky:

BPEJ	bonitovaná půdně ekologická jednotka
Bpv	Balt po vyrovnání
ČGS	Česká geologická služba
ČHP	číslo hydrologického pořadí
DSP	dokumentace pro stavební povolení
DÚR	dokumentace pro územní řízení
GTP	geotechnický průzkum
HG	hydrogeologický
HPV	hladina podzemní vody
IGP	inženýrsko-geologický průzkum
k.ú.	katastrální území
m n. m.	metrů nad mořem
m p. t.	metrů pod terénem
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
S-JTSK	Křovákův souřadný systém
SO	stavební objekt
SOD	smlouva o dílo
TP	Technické podmínky
VN	vedení vysokého napětí
ZKP	základní korozní průzkum

TABULKA Č. 1	PŘEHLED REALIZOVANÝCH VRTŮ. ....	13
TABULKA Č. 2	PŘEHLED REALIZOVANÝCH SOND STATICKÝCH PENETRACÍ. ....	14
TABULKA Č. 3	PŘEHLED REALIZOVANÝCH VSAKOVACÍCH SOND. ....	15
TABULKA Č. 4	PŘEHLED ZKOUŠEK NA NEPORUŠENÝCH VZORCÍCH VZHLEDEM K TYPŮM SEDIMENTŮ. ....	18
TABULKA Č. 5	PŘEHLED ZKOUŠEK NA TECHNOLOGICKÝCH VZORCÍCH VZHLEDEM K TYPŮM SEDIMENTŮ. ....	19
TABULKA Č. 6.1	FYZIKÁLNÍ PARAMETRY ZEMIN NA ANTROPOGENNÍCH A PŮDNÍCH TYPECH. ....	26
TABULKA Č. 6.2	FYZIKÁLNÍ PARAMETRY ZEMIN NA EOLICKÝCH SEDIMENTECH. ....	26
TABULKA Č. 6.3	FYZIKÁLNÍ PARAMETRY ZEMIN NA FLUVIÁLNÍCH A DELUVIOFLUVIÁLNÍCH, DELUVIÁLNÍCH, REDEPONOVANÝCH SEDIMENTECH. ....	27
TABULKA Č. 6.4	FYZIKÁLNÍ PARAMETRY ZEMIN NA TERCÍERNÍCH JÍLOVITÝCH SEDIMENTECH. ....	28
TABULKA Č. 6.5	FYZIKÁLNÍ PARAMETRY ZEMIN NA TERCÍERNÍCH PÍŠČITÝCH A ŠTĚRKOVITÝCH SEDIMENTECH. ....	29
TABULKA Č. 6.6	FYZIKÁLNÍ PARAMETRY ZEMIN NA KŘÍDOVÝCH SEDIMENTECH A ELUVIÍ DEVONSKÝCH A PROTEROZOICKÝCH HORNIN. ....	29
TABULKA Č. 7	HODNOTY PROCTOR STANDARD, CBR A IBI. ....	30
TABULKA Č. 8.1	VÝSLEDKY STLAČITELNOSTI ZEMIN V EDOMETRU NA KVARTÉRNÍCH ZEMINÁCH. ....	32
TABULKA Č. 8.2	VÝSLEDKY STLAČITELNOSTI ZEMIN V EDOMETRU NA TERCÍERNÍCH JÍLOVITÝCH SEDIMENTECH. ....	32
TABULKA Č. 8.3	DOPORUČENÉ ROZPTYLY OEDOMETRICKÝCH MODULŮ A PŘEPOČTENÝCH MODULŮ PŘETVÁRNOSTI. ....	33
TABULKA Č. 9.1	VÝSLEDKY EFEKTIVNÍCH SMYKOVÝCH PARAMETRŮ NA EOLICKÝCH ZEMINÁCH. ....	33
TABULKA Č. 9.2	VÝSLEDKY EFEKTIVNÍCH SMYKOVÝCH PARAMETRŮ NA FLUVIÁLNÍCH A DELUVIO-FLUVIÁLNÍCH SEDIMENTECH. ....	33
TABULKA Č. 9.3	VÝSLEDKY EFEKTIVNÍCH SMYKOVÝCH PARAMETRŮ NA TERCÍERNÍCH SEDIMENTECH. ....	33
TABULKA Č. 9.4	DOPORUČENÉ ROZPTYLY PARAMETRŮ SMYKOVÉ PEVNOSTI. ....	34
TABULKA Č. 10	AGRESIVITA KAPALNÉHO PROSTŘEDÍ. ....	34
TABULKA Č. 11	VÝSLEDKY INTERPRETACE VRSTEV ZE STATICKÝCH PENETRAČNÍCH ZKOUŠEK. ....	35
TABULKA Č. 12	ROZDĚLENÍ KONZISTENCÍ V GEOL. POPISECH A GEOTECH. TYPECH ZEMIN. ....	36
TABULKA Č. 13	ROZDĚLENÍ ULEHLOSTÍ V GEOL. POPISECH A GEOTECH. TYPECH ZEMIN. ....	36
TAB. 14.1:	TECHNOLOGICKÉ CHARAKTERISTIKY GEOTYPŮ. ....	37
TAB. 14.2:	TECHNOLOGICKÉ CHARAKTERISTIKY GEOTYPŮ. ....	38
TAB. 14.2.1:	GEOTECHNICKÉ CHARAKTERISTIKY GEOTYPU <b>GT 2.1</b> . ....	38
TAB. 14.2.2:	GEOTECHNICKÉ CHARAKTERISTIKY GEOTYPU <b>GT 2.2</b> . ....	39
TAB. 14.2.3:	GEOTECHNICKÉ CHARAKTERISTIKY GEOTYPU <b>GT 2.3</b> . ....	39
TAB. 14.2.4:	GEOTECHNICKÉ CHARAKTERISTIKY GEOTYPU <b>GT 2.4</b> . ....	39
TAB. 14.3:	TECHNOLOGICKÉ CHARAKTERISTIKY GEOTYPŮ. ....	40
TAB. 14.3.1:	GEOTECHNICKÉ CHARAKTERISTIKY GEOTYPU <b>GT 3.1</b> - F8. ....	41
TAB. 14.3.2:	GEOTECHNICKÉ CHARAKTERISTIKY GEOTYPU <b>GT 3.2</b> - F4. ....	41
TAB. 14.3.3:	GEOTECHNICKÉ CHARAKTERISTIKY GEOTYPU <b>GT 3.3</b> - F6. ....	41
TAB. 14.3.4:	GEOTECHNICKÉ CHARAKTERISTIKY GEOTYPU <b>GT 3.4</b> - F6. ....	41
TAB. 14.3.5:	GEOTECHNICKÉ CHARAKTERISTIKY GEOTYPU <b>GT 3.5</b> - F8. ....	42
TAB. 14.3.6:	GEOTECHNICKÉ CHARAKTERISTIKY GEOTYPU <b>GT 3.6</b> - S5. ....	42
TAB. 14.3.7:	GEOTECHNICKÉ CHARAKTERISTIKY GEOTYPU <b>GT 3.7</b> - S3. ....	42
TAB. 14.3.8:	GEOTECHNICKÉ CHARAKTERISTIKY GEOTYPU <b>GT 3.8</b> - G3. ....	42
TAB. 14.3.9:	GEOTECHNICKÉ CHARAKTERISTIKY GEOTYPU <b>GT 3.9</b> - G4. ....	43
TAB. 14.3.10:	GEOTECHNICKÉ CHARAKTERISTIKY GEOTYPU <b>GT 3.10</b> - G5. ....	43
TAB. 14.4:	TECHNOLOGICKÉ CHARAKTERISTIKY GEOTYPŮ. ....	43
TAB. 14.4.1:	GEOTECHNICKÉ CHARAKTERISTIKY GEOTYPU <b>GT 4.1</b> - F8. ....	44
TAB. 14.4.2:	GEOTECHNICKÉ CHARAKTERISTIKY GEOTYPU <b>GT 4.2</b> - F8, F6. ....	44
TAB. 14.4.3:	GEOTECHNICKÉ CHARAKTERISTIKY GEOTYPU <b>GT 4.3</b> - F8. ....	44
TAB. 14.4.4:	GEOTECHNICKÉ CHARAKTERISTIKY GEOTYPU <b>GT 4.4</b> - F6. ....	45

TAB. 14.4.5: GEOTECHNICKÉ CHARAKTERISTIKY GEOTYPU <b>GT 4.5</b> - F4 .....	45
TAB. 14.4.6: GEOTECHNICKÉ CHARAKTERISTIKY GEOTYPU <b>GT 4.6</b> - F2 .....	45
TAB. 14.5: TECHNOLOGICKÉ CHARAKTERISTIKY GEOTYPŮ .....	46
TAB. 14.5.1: GEOTECHNICKÉ CHARAKTERISTIKY GEOTYPU <b>GT 5.1</b> - S4 .....	46
TAB. 14.5.2: GEOTECHNICKÉ CHARAKTERISTIKY GEOTYPU <b>GT 5.2</b> - S3 .....	46
TAB. 14.5.3: GEOTECHNICKÉ CHARAKTERISTIKY GEOTYPU <b>GT 5.3</b> - S5 .....	46
TAB. 14.5.4: GEOTECHNICKÉ CHARAKTERISTIKY GEOTYPU <b>GT 5.4</b> - G5 .....	47
TAB. 14.5.5: GEOTECHNICKÉ CHARAKTERISTIKY GEOTYPU <b>GT 5.5</b> - G3 .....	47
TAB. 14.6: TECHNOLOGICKÉ CHARAKTERISTIKY GEOTYPŮ .....	47
TAB. 14.6.1: GEOTECHNICKÉ CHARAKTERISTIKY GEOTYPU <b>GT 6.1</b> - S5 .....	48
TAB. 14.6.2: GEOTECHNICKÉ CHARAKTERISTIKY GEOTYPU <b>GT 6.2</b> - F4 .....	48
TAB. 14.7: TECHNOLOGICKÉ CHARAKTERISTIKY GEOTYPŮ .....	48
TAB. 14.7.1: GEOTECHNICKÉ CHARAKTERISTIKY GEOTYPU <b>GT 7.1</b> - R6 AŽ R5 .....	49
TAB. 14.7.2: GEOTECHNICKÉ CHARAKTERISTIKY GEOTYPU <b>GT 7.2</b> - R5 .....	49
TAB. 14.8: TECHNOLOGICKÉ CHARAKTERISTIKY GEOTYPŮ .....	49
TAB. 12.8.1: GEOTECHNICKÉ CHARAKTERISTIKY GEOTYPU <b>GT 8.1</b> - R6 AŽ R5 .....	50
TAB. 14.8.2: GEOTECHNICKÉ CHARAKTERISTIKY GEOTYPU <b>GT 8.2</b> - R5 AŽ R4 .....	50
TAB. 14.8.3: GEOTECHNICKÉ CHARAKTERISTIKY GEOTYPU <b>GT 8.3</b> - R4 .....	50
TABULKA Č.15: VÝSLEDKY VSAKOVACÍCH ZKOUŠEK.....	51
TABULKA Č.16: ÚDAJE Z ČERPACÍCH A STOUPACÍCH ZKOUŠEK.....	52
TABULKA Č.17: VÝSLEDKY HYDRODYNAMICKÝCH ZKOUŠEK.....	53
TABULKA Č.18: REPREZENTATIVNÍ VELIKOSTI HYDRAULICKÝCH PARAMETRŮ A JEJICH KLASIFIKAČNÍ ZATŘÍDĚNÍ .....	53
TABULKA Č.19: ROZDĚLENÍ TRASY NA JEDNOTLIVÉ ÚSEKY .....	55

## **PŘÍLOHY:**

### **1. MAPOVÉ PŘÍLOHY**

- 1.A Situace sond (1 : 1 000)
- 1.B Podélný geotechnický řez (1 : 2 000 / 1 : 200)
- 1.C Příčné řezy (1 : 200 / 1 : 200)

### **2. DOKUMENTACE VRTŮ A SOND**

- 2.A. Geologická dokumentace vrtů
- 2.B. Geologická dokumentace archívních vrtů
- 2 C. Protokoly ze sond statických penetrací
- 2 D. Technická zpráva o geodetickém zaměření sond

### **3. LABORATORNÍ ZKOUŠKY A ROZBORY**

- 3.A. Laboratorní zkoušky zemin
- 3.B. Laboratorní rozbory podzemních vod

### **4. VSAKOVACÍ A HYDRODYNAMICKÉ ZKOUŠKY**

- 4.A. Protokoly ze vsakovacích zkoušek
- 4.B. Protokoly z hydrodynamických zkoušek

### **5. KOROZNÍ PRŮZKUM PRO MOSTNÍ OBJEKTY**

### **6. GEOFYZIKÁLNÍ PRŮZKUM PRO TRASU**

### **7. PEDOLOGICKÝ PRŮZKUM**

### **8. GEOTECHNICKÉ PASPORTY**

### **9. GEOTECHNICKÉ VÝPOČTY**

# OBSAH

<b>1. ÚVOD A UMÍSTĚNÍ LOKALITY .....</b>	<b>10</b>
<b>2. DOSAVADNÍ PROZKOUMANOST .....</b>	<b>11</b>
<b>3. METODIKA A ROZSAH PRACÍ.....</b>	<b>11</b>
3.1. Přípravné práce .....	11
3.2. Terénní práce .....	12
3.2.1. Inženýrsko-geologické jádrové vrty .....	12
3.2.2. Hydrogeologické vrty .....	12
3.2.3. Sondy statické penetrace .....	13
3.2.4. Vsakovací sondy a zkoušky .....	14
3.2.5. Hydrodynamické zkoušky .....	15
3.2.6. Korozní průzkum .....	16
3.2.7. Geofyzikální průzkum pro trasu .....	16
3.2.8. Pedologický průzkum .....	17
3.2.9. Geodetické práce .....	17
3.2.10. Sled a řízení terénních prací .....	17
3.3. Vzorkovací a laboratorní práce .....	18
3.4. Vyhodnocovací práce .....	20
<b>4. PŘÍRODNÍ POMĚRY ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ.....</b>	<b>21</b>
4.1 Morfologie .....	21
4.2 Geologické poměry .....	21
4.3 Hydrogeologické poměry .....	22
4.4 Eroze .....	23
4.5 Seismicita.....	23
4.6 Geodynamické jevy .....	23
4.7 Dobývací prostory a ložiska nerostných surovin .....	23
<b>5. VÝSLEDKY IG PRŮZKUMU.....</b>	<b>24</b>
5.1. Rozdělení zemin do jednotlivých geotechnických typů.....	24
5.2. Vyhodnocení laboratorních zkoušek .....	26
5.2.1 Fyzikální parametry zemin .....	26
5.2.2 Technologické vlastnosti zemin .....	30
5.2.3 Edometrické zkoušky stlačitelnosti .....	31
5.2.4 Smykové pevnosti zemin.....	33
5.2.5 Agresivita podzemní vody.....	34
5.2.6 Výsledky penetračních zkoušek a jejich zhodnocení .....	35
5.3. Charakteristika a geotechnické parametry zemin.....	36
5.4. Hydrogeologické práce.....	50
5.4.1 Vsakovací zkoušky .....	50



5.4.2 Hydrodynamické zkoušky .....	52
5.5. Geofyzikální průzkum pro trasu .....	53
<b>6. ROZČLENĚNÍ HLAVNÍ TRASY A PŘELOŽEK SOUVISEJÍCÍCH KOMUNIKACÍ .....</b>	<b>55</b>
<b>7. POPIS HLAVNÍ TRASY SILNICE .....</b>	<b>56</b>
7.1. ZÁŘEZY .....	56
7.1.1. ÚSEK 1,250 - 1,640 (Z1) .....	56
7.1.2. ÚSEK 1,880 - 2,280 (Z2) .....	57
7.1.3. ÚSEK 2,700 - 3,380 (Z3) .....	58
7.2. NÁSYPY .....	59
7.2.1. ÚSEK 0,39 - 0,76 (N1) .....	59
7.2.2. ÚSEK 0,760 - 1,250 (N2) .....	61
7.2.3. ÚSEK 2,280 - 2,460 (N3) .....	62
7.2.4. ÚSEK 2,460 - 2,700 (N4) .....	62
7.2.5. ÚSEK 3,370 - 4,080 (N5) .....	63
7.3. TRASA PO TERÉNU .....	64
7.3.1. ÚSEK CCA 1,640 - 1,880 (T1) .....	64
7.3.2. ÚSEK CCA 4,08 - 4,20 (T2) .....	64
7.4. MOSTNÍ OBJEKTY .....	64
7.4.1. SO 202 MOST PŘES SENTINSKÝ POTOK .....	64
7.4.2. SO 203 MOST NA MK DO SENTICE PŘES SIL II/385 .....	65
7.4.3. SO 204 MOST PŘES ČEBÍNSKÝ POTOK .....	66
7.4.4. SO 207 MOST NA POLNÍ CESTĚ PŘES SIL II/385 .....	67
7.4.5. Korozní průzkum pro mostní objekty .....	67
<b>8. POPIS SOUVISEJÍCÍCH STAVEBNÍCH OBJEKTŮ .....</b>	<b>69</b>
8.1. SO 112 - Přeložka silnice III/38529 na Chudčice .....	69
8.2. SO 113 - Přeložka MK na Sentice .....	69
8.3. SO 114 - Přeložka silnice III/38526 .....	70
8.4. SO 118 - Přeložka MK v Hradčanech .....	70
8.5. SO 121 - Polní cesta v km 1,260 .....	70
8.6. SO 122 - Polní cesta v km 2,760 .....	70
8.7. SO 123 - Polní cesta v km 4,1 .....	71
<b>9. PEDOLOGICKÝ PRŮZKUM .....</b>	<b>72</b>
<b>10. ZÁVĚR .....</b>	<b>73</b>

## 1. ÚVOD A UMÍSTĚNÍ LOKALITY

Na základě SOD č. D-15-012.Ks04 (u zadavatele) ze dne 25.1.2016 uzavřené mezi s firmou PUDIS a.s. a GEOSTAR, spol. s r.o. byl v průběhu února až března 2016 proveden podrobný inženýrsko-geologický průzkum pro stavbu: „Silnice II/385 Čebín - obchvat“.

Cílem podrobného IGP bylo zajištění podkladů pro potřeby zpracování projektové dokumentace DSP.

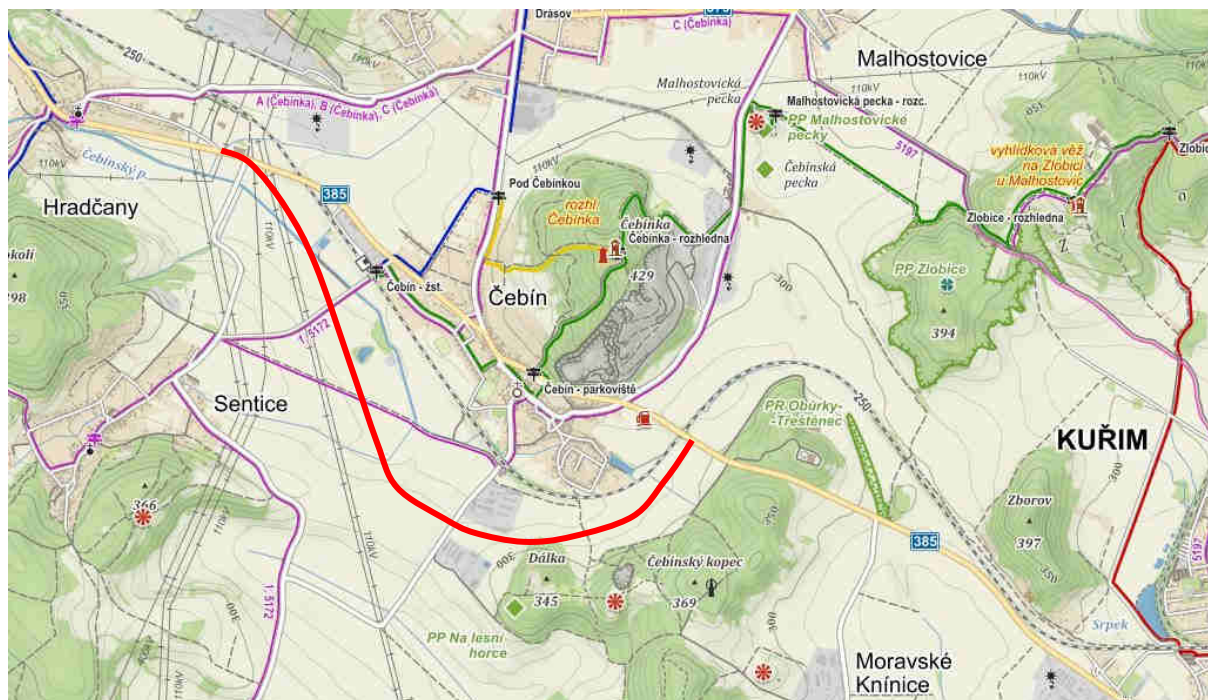
Předkládaný podrobný IGP byl zpracován v souladu s projektem průzkumných prací „II/385 obchvat Čebín“, zpracovaného v září 2015 společností GEOSTAR, spol. s r.o., Mgr. Petr Mazáč. Dále byl překládaný IGP zpracován v souladu s požadavky uvedenými v TP 76, Část A a B a se stávajícími platnými normami a technickými předpisy (zejména ČSN 736133, ČSN EN 1997-2 a ČSN EN ISO 14688-1 a -2).

Průzkum byl realizován po domluvě s objednavatelem v následujícím rozsahu:

- vytyčení inženýrských sítí v terénu;
- dohoda o vstupech na pozemcích a úhradě následných škod;
- 30 ks inženýrsko-geologických jádrových vrtů (označ. "J");
- 3 ks hydrogeologických vrtů (označ. "HP");
- 16 ks penetračních sond (označ. "SP");
- korozní průzkum v místech mostních objektů (4 ks);
- pedologickým průzkum;
- laboratorní rozborů podzemní vody;
- laboratorní zkoušky mechaniky zemin;
- vsakovací zkoušky;
- hydrodynamické zkoušky;
- geodetické vytyčení a zaměření sond
- geotechnické výpočty ve třech profilech;
- geotechnické posouzení trasy;
- vyhodnocení zkoušek, zpracování výsledků;
- závěrečná zpráva.

Zájmová lokalita je schematicky znázorněna na následujícím obrázku č.1.

Obr. č.1 Umístění lokality



Začátek obchvatu je situován poblíž převedení silnice II/385 přes trať ČD před obcí Čebín. V tomto místě je navržena trojramenná okružní křižovatka s napojením stávající silnice II/385 a obchvatu. Konec obchvatu je mezi obcemi Čebín a Hradčany, za odbočkou na obec Sentice. Celková délka navrženého obchvatu je cca 3,85 km. Součástí stavby je i napojení ostatních komunikací a mimoúrovňové převedení místní komunikace.

Zájmové území náleží po hospodářsko – správní stránce do Jihomoravského kraje, okresu Brno venkov, katastrů Čebín a Sentice. Kartograficky je zobrazeno na listu mapy 24-32 (Brno) v měřítku 1:50000.

## 2. DOSAVADNÍ PROZKOUMANOST

Stěžejním a výchozím materiálem je provedený předběžný IGP:

- Silnice II/385 Hradčany a Čebín - obchvat. Závěrečná zpráva předběžné etapy inženýrsko-geologického průzkumu. (Popelářová, V., Mazáč, P., 2009).

## 3. METODIKA A ROZSAH PRACÍ

### 3.1. Přípravné práce

V rámci přípravných činností byl podrobný IGP v souladu s § 7 zákona č. 62/1988 Sb. o geologických pracích a o Českém geologickém úřadu v platném znění zaevidován u České geologické služby – Geofond.

Ve smyslu TP 76 Část A, byly s vlastníky a pronajímateli pozemků (např. ZD Čebín) projednány a smluvně ošetřeny vstupy na pozemky a náhrady škod.

Dále byly ověřeny průběhy inženýrských sítí u jednotlivých správců na několika místech, především při začátku, na konci trasy a při křížení silnice vedoucí do Chudčic, kdy byl průběh inženýrských sítí vytyčen technikem odpovědného správce sítě (např. RWE, TEMO Brno, s.r.o.) přímo na místě projektovaných průzkumných sond.

Před realizací terénních prací byly vytyčeny projektované průzkumné sondy v systému JTSK a Bpv. Geodetické vytyčení a zaměření vrtů provedla firma GEODROM s.r.o. v systému JTSK a Bpv. Zpráva o geodetickém vytyčení a zaměření včetně uvedení použitých výchozích geodetických bodů je součástí přílohy č. 2D.

Pro nájezd soupravy k sondám J20 a J21 byl zpracován projekt dopravního značení firmou BS Morava spol. s r.o., která zajišťovala i vyřízení na dopravním inspektorátu PČR Brno.

## **3.2. Terénní práce**

### **3.2.1. INŽENÝRSKO-GEOLOGICKÉ JÁDROVÉ VRTY**

**Inženýrskogeologické jádrové rotační vrt** s pracovním průměrem vrtu 175 mm byly prováděny mobilními vrtnými soupravami (HVS, UGB) s nutností pracovního pažení u hlubších vrtů než 4 m. Způsob vrtání byl rotační jádrový s TK-korunkami o průměru 175 mm a 156 mm. Vrtly sloužily k přímé dokumentaci dotčených geologických prostředí, stanovení naražených a ustálených hladin podzemní vody, k odběru porušených, neporušených a technologických vzorků zemin a k odběru vzorků podzemní vody. Jádrové rotační vrt, které byly označeny P1 až P10.

Vrtné práce probíhaly po etapách za nepřetržité přítomnosti geologické služby zpracovatele průzkumu, aby bylo možné vrtné jádro ukládat do metrových dřevěných vzorkovnic, popisovat neprodleně po odvrtání a aktuálně určovat místa odběrů vzorků. Vrtné jádro uložené ve vzorkovnicích bylo následně po odvrtání dokumentováno i fotograficky. Vrtná jádra byla po dokumentaci zlikvidována.

Geologická dokumentace provedených inženýrsko-geologických vrtů je součástí přílohy č.2A. V geologické dokumentaci sond je uveden geologický popis zemin z hlediska litologického a genetického, dále zařazení do tříd dle ČSN 73 6133, kde názvosloví vyplývá zejména z mechanicko – fyzikálních vlastností zemin (zrnitostní křivky, plasticity) dále je uváděno zařazení zemin z hlediska vhodnosti do násypů, podloží vozovek a namrzavosti.

Tabulka č.1 podává přehled o projektovaných a dosažených hloubkách vrtů. Celková dosažená metráž činila 184 bm.

### **3.2.2. HYDROGEOLOGICKÉ VRTY**

**Hydrogeologické jádrové rotační vrt** – byly instalovány se záměrem k trvalému hydrogeologickému monitoringu oblasti a dále byly při hloubení využity pro realizaci odběrů vzorků zemin a podzemních vod. HG vrtly byly hloubeny rotačně na jádro s TK-korunkami o průměru 175/156 mm. Po zastižení nesoudržných vrstev byl vrt zapažen manipulační kolonou zámkových pažnic o průměru 168 mm. Hloubení pokračovalo v těchto pažnicích za současného dopažování až po zastižení pevných vrstev horniny. Další hloubení bylo prováděno technologií jádrového vrtání nasucho s TK korunkou o průměru 156 mm do projektovaných hloubek za dozoru odborného řešitele úkolu.

HG vrtly byly osazeny plnými PVC výpažnicemi DN 125 mm, v určených metrážích šterbinově perforovanými výpažnicemi stejného průměru s prořezem 1,0 mm. Jako filtrační materiál byl použit praný tříděný šterčík o průměru zrn 4 – 8 mm. V negativní části byly

utěsněny hráškovým jílem. Zhlaví vrtů je zajištěno ocelovou ochrannou zárubnicí, která je cca 0,5 m pod terénem obetonována. Hydrogeologické jádrové rotační vrty jsou v daném předběžném stupni průzkumu navrženy s pracovním značením HP. Z důvodu prasknutí PVC trubky či z důvodu poškození vrtu neznámým pachatelem byl vybudován nový vrt HP16b o hloubce 7 m nad původním vrtem (směr do svahu). Tabulka č.1 podává přehled o projektovaných a dosažených hloubkách vrtů. Celková dosažená metráž hydrovrtů činila 23 bm, včetně vrtu HP16b pak 30 bm.

Tabulka č. 1 *Přehled realizovaných vrtů.*

km	Sonda	Hloubka (m)		Poznámka / Rozdíl	km	Sonda	Hloubka (m)		Poznámka / Rozdíl
		Projekt	Skutečnost				Projekt	Skutečnost	
0,398	<b>J2</b>	13	10	- 3	2,263	<b>J26</b>	4	4	0
0,522	<b>J5</b>	12	13	+ 1	2,372	<b>J28</b>	15	15	0
0,595	<b>J6</b>	12	5	- 7	2,522	<b>J30</b>	4	4	0
0,661	<b>J8</b>	12	12	0	2,672	<b>J31</b>	3	3	0
0,846	<b>J10</b>	3	3	0	2,772	<b>J32</b>	3	3	0
0,946	<b>J11</b>	4	4	0	2,972	<b>J34</b>	4	4	0
1,046	<b>J12</b>	6	6	0	3,172	<b>J36</b>	4	4	0
1,136	<b>J14</b>	13	13	0	3,219	<b>J38</b>	15	15	0
1,244	<b>J15</b>	4	4	0	3,272	<b>J39</b>	3	3	0
1,380	<b>HP16</b>	8	8	0	3,394	<b>J40</b>	3	3	0
1,513	<b>J17</b>	5	5	0	3,574	<b>J42</b>	15	15	0
1,787	<b>J19</b>	3	3	0	3,616	<b>HP43</b>	5	6	+ 1
-	<b>J20</b>	3	3	III/38529	3,784	<b>J45</b>	3	3	0
-	<b>J21</b>	3	3	III/38529	3,981	<b>J47</b>	3	3	0
1,939	<b>J22</b>	4	4	0	4,083	<b>J48</b>	3	3	0
2,038	<b>J23</b>	7	7	0	4,130	<b>J49</b>	3	3	0
2,113	<b>HP24</b>	9	9	0	0,554	<b>J6b</b>	0	4	+ 4
<b>Celkem</b>		<b>121</b>	<b>112</b>	<b>- 9 m</b>	<b>Celkem</b>		<b>90</b>	<b>95</b>	<b>+ 5 m</b>

### 3.2.3. SONDY STATICKÉ PENETRACE

Statické penetrační sondy měly význam pro doplnění a zpřesnění údajů o geotechnických vlastnostech většiny dotčených geotypů.

Zvolenou polní metodu považujeme za důležitou pro kontinuální stanovování pevnostních a přetvárných charakteristik prostředí, především u těch geotypů, které nelze reálně postihnout reprezentativními odběry vzorků a laboratorními zkouškami.

Statické penetrační testy byly u 16 sond provedeny za použití mechanického hrotu soupravou GOUDA HOLLAND s tlačnou kapacitou 200 kN. V průběhu zkoušky byla měřena celková tlačná síla, odpor na hrotu, plášťové tření a třecí poměr. Sondy byly označeny počátečními písmeny SP.

Následující tabulka č.2 podává přehled o projektovaných a dosažených hloubkách sond statické penetrace. Celková dosažená metráž sond činila 156 bm. Penetrační sondování provedly pracovníci firmy Terratest s.r.o. pomocí těžké statické penetrační soupravy ve dnech 27.2. a 22.3.2016.

Výsledky z průzkumu pomocí statických penetrací jsou součástí přílohy č. 2C.

Tabulka č. 2 *Přehled realizovaných sond statických penetrací.*

km	Sonda	Hloubka (m)		Poznámka / Rozdíl	km	Sonda	Hloubka (m)		Poznámka / Rozdíl
		Projekt	Skutečnost				Projekt	Skutečnost	
0,412	SP1	13	6	- 7	2,370	SP27	16	11	- 5
0,450	SP3	13	5	- 8	2,423	SP29	8	9	+ 1
0,522	SP4	14	14	0	2,872	SP33	4	4	0
0,670	SP7	12	12	0	3,072	SP35	4	5	+ 1
0,746	SP9	8	8	0	3,222	SP37	16	17	+ 1
1,144	SP13	14	15	+ 1	3,553	SP41	16	17	+ 1
1,612	SP18	3	3	0	3,674	SP44	4	5	+ 1
2,188	SP25	7	7	0	3,882	SP46	4	4	0
Celkem		84	70	- 14 m	Celkem		72	72	0 m

### 3.2.4. VSAKOVACÍ SONDY A ZKOUŠKY

Vsakovací vrty byly provedeny pro následnou realizaci vsakovacích zkoušek. Mělké vrty do 1 m byly hloubeny ruční motorovou soupravou s průměrem spirály 150 mm. Hlubší vrty do 4 m byly realizovány vrtnou soupravou UGB (vrtmistr P.Daněk) technologií rotačního jádrového vrtání nasucho s TK-korunkami o průměru 175 mm.

Vrty byly vystrojeny PVC zárubicemi DN 110, které byly šterbinově perforovány ve zkoušených úsecích 40 cm odedna. Jako obsypový materiál byl použit praný tříděný štěrk, frakce 4/8.

Při hloubení byly hlubší vrty VS3, VS6 a VS7 využity pro dokumentaci geologického prostředí a odběr vzorků zemin. Po ukončení vsakovacích zkoušek byly vrty zlikvidovány.

Přehled všech realizovaných vrtů je zpracován v rámci tabulky č.3.

Tabulka č. 3 Přehled realizovaných vsakovacích sond.

km	Sonda	Hloubka (m)		Průměr vrtání (mm)	km	Sonda	Hloubka (m)		Průměr vrtání (mm)
		Projekt	Skutečnost				Projekt	Skutečnost	
0,940	VS1	do 1 m	0,78	150	2,730	VS6	5	4,04	175
1,155	VS2	do 1 m	0,40	150	2,960	VS7	5	3,84	175
1,448	VS3	5	2,80	175	3,360	VS8	do 1 m	0,88	150
1,822	VS4	do 1 m	0,70	150	3,540	VS9	do 1 m	1,02	150
2,380	VS5	do 1 m	0,55	150	4,072	VS10	do 1 m	0,76	150
Celkem			5,23		Celkem			10,54	

Vsakovací zkoušky byly prováděny dvěma metodami. Jednak metodou s konstantní hladinou pomocí permeamtru Aardvark od firmy Soilmoisture Equipment Corporation a jednak metodou s proměnnou hladinou opakovaným nálevem do vrtu VS7. Většina zkoušek byla realizována v hloubkové úrovni od 0,4 do 1,02 m pod povrchem terénu z důvodu výskytu pouze jílovitých, hlinitých typů zemin v podloží, u sondy VS3 byla hloubka 2,8 m určena z důvodu umístění sondy v zářezu a u sond VS6 a VS7 byly sondy prohloubeny do písčitých propustnějších zemin.

Permeametr Aardvark se používá pro rychlé a přesné měření průtoku vody in-situ. Umožňuje přesné vyhodnocení hydraulické vodivosti zeminy a proudění v daném prostředí téměř na všech typech zemin. Permeametr Aardvark udržuje konstantní úroveň hladiny vody ve vrtu. Rychlost proudění dodávané vody odpovídá rychlosti infiltrace vody dnem a pláštěm plochy zkušební částí vrtu. Permeametr Aardvark určuje koeficient propustnosti zeminy pomocí množství dodávané vody měřené při stejných časových intervalech. Zkouška je prováděna do doby dosažení stabilního průtoku.

Výsledky ze zkoušek permeamtru Aardvark byly vyhodnoceny pomocí programu simplyDATA od společnosti Soilmoisture E.C.

U sondy VS7 byla vsakovací zkouška provedena metodou opakovaných nálevů do vrtu. Jedná se o metodu s proměnnou hladinou vody, jejíž výška byla odečítána pomocí elektrokontaktního hladinoměru G20 od firmy GEOSPOL Uhřínov, s přesností +/- 0,5 cm. Interval odečtu poklesů hladiny byl zvolen 1 až 2 minuty. Pro zkoušku byly provedeny čtyři nálevy. Zkouška byla vyhodnocena z posledního nálevu při tlakové výšce 0,64 m

Protokoly ze vsakovacích zkoušek jsou součástí přílohy č.4A.

### 3.2.5. HYDRODYNAMICKÉ ZKOUŠKY

Na provedených 3 ks hydrogeologických vrtů HP16, HP24 a HP43 byly navrženy expresní hydrodynamické zkoušky za účelem zjištění orientačních hodnot hydraulických parametrů zvodněných prostředí, které by byly využity do výpočtů vydatnosti přítoků do zářezů.

Pro hydraulické výpočty z čerpacích (pumping test) a stoupacích (recovery test) zkoušek byl použit program AquiferWin32. Průběh čerpacích zkoušek byl vykreslen do grafu snížení hladiny podzemní vody na čase (t), čerpací zkouška s konstantní vydatností pak navíc do

grafu snížení na  $\log(t)$  a průběh stoupací zkoušky byl vykreslen do grafu zbytkového snížení ( $s'$ ) na bezrozměrném čase  $(t_p + t) / t$ . K výpočtu hodnot koeficientu transmisivity byla použita metoda Jacobovy přímkové transformace (Cooper, Jacob 1946). Z hodnot transmisivity a známých parametrů vrtů byl vypočítán koeficient hydraulické vodivosti zvodněného prostředí.

Protokoly z hydrodynamických zkoušek jsou součástí přílohy č.4B.

### 3.2.6. KOROZNÍ PRŮZKUM

Úkolem bylo zajistit potřebné podklady pro stanovení korozního ohrožení projektovaných konstrukcí: propustek přes občasnou vodoteč v km 0.665 a mostní objekty SO 207, SO 202, SO 203 a SO 204. Pro řešení zadaných úkolů byla vybrána obvyklá kombinace těchto metod:

- vertikální elektrické sondování (VES), jež umožňuje kvantitativně určovat rezistivity (dříve používán termín měrný elektrický odpor) jednotlivých vrstev a hloubky rozhraní těchto vrstev. VES bylo použito v rámci ZKP pro určení rezistivit hornin základových půd projektovaných objektů. Z výsledků metody VES lze sestavit geoelektrický, resp. geologicko-geoelektrický řez a odvodit pravděpodobnou relativní zrnitost, propustnost, anebo i porušenost hornin.
- metoda spontánní polarizace (SP) pro měření velikosti bludných proudů (BP).
- geologický výklad výsledků geofyzikálních měření je opřen o výsledky geologického ohledání okolí lokality a provedených ig. průzkumných vrtů.

Bylo proměřeno 16 bodů ZKP (vždy po jednom bodu SP-BP a VES). Průběh prací, metodika a výsledky z průzkumu jsou podrobně uvedeny v samostatné příloze č.5.

### 3.2.7. GEOFYZIKÁLNÍ PRŮZKUM PRO TRASU

Úkolem bylo upřesnit geologické podklady pro stavbu obchvatu především ve dvou zadaných úsecích se složitými geologickými podmínkami a s výskytem skalního podloží.

Pro řešení zadaných úkolů byla vybrána kombinace těchto metod:

- metoda mělké refrakční seismiky (MRS) umožňuje určení rychlosti šíření seismické P-vlny ( $V_p$ ) v horninách. Podle rozložení  $V_p$  lze rozčlenit horniny do mechanicky kvaziisotropních bloků. V příznivých případech umožňuje zjistit hloubku povrchu skalního podloží a jeho stav – nalézt na jeho povrchu tektonicky porušené zóny.
- metoda multielektrodového rezistivního měření (MEM) umožní upřesnit polohu i sklon tektonických poruch - zvláště v geometrii dvoustanného dipólového odporového profilování multikabelem (DDOP-MK) - a vymezení polohy méně vodivých písků a štěrků v pokryvu – zvláště v geometrii symetrického odporového profilování multikabelem (SOP-MK) – nebo i ve variantě rezistivní tomografie (ERT).
- geologický výklad výsledků geofyzikálních měření je opřen o výsledky inženýrsko-geologického vrtného průzkumu v jednotlivých úsecích.

V první etapě byly vytyčeny zájmové úseky A (km 0,445 až 0,647), B (1,300 až 1,450) trasy a byl prosekán úsek profilu B pro měření MEM s krokem elektrod 2 m (pouze na profilu B s délkou 200 m). Nad rámec smluvní dohody byl navíc zkusmo proměřen profil C metodou MRS (km 2,970 až 3,070).



Průběh prací, metodika a výsledky z průzkumu jsou podrobně uvedeny v samostatné příloze č.6.

### 3.2.8. PEDOLOGICKÝ PRŮZKUM

Půdní poměry na navrhovaných pozemcích byly nejprve vyhodnoceny podle pedologických map, map BPEJ a dále v terénu orientačně pochůzkou podle podkladových mapových materiálů.

Při podrobném terénním průzkumu byly na vymezených pozemcích prováděny vpichy pedologickou sondýrkou (Eijkelkamp) do hloubky cca 1 m. Vpichové sondy byly prováděny po délce trasy v hustotě cca 1-2 sondy na 100 m, podle předpokládané variability půdy na základě konfigurace terénu a pedologických map. Celkem bylo provedeno 49 vpichových pedologických sond.

U každého vpichu byl proveden popis půdního profilu, specifikována mocnost a hlavní morfo genetické znaky diagnostických horizontů. Podle tohoto popisu byl určen půdní typ a subtyp. Ke každé individuální vpichové pedologické sondě byl proveden záznam a byla stanovena mocnost humusového a níže uloženého zúrodnění schopného horizontu – tyto údaje jsou v tabulkové příloze zprávy o pedologickém průzkumu. Po zakreslení bodů vpichových sond do mapy byly v terénu přesně stanovené mocnosti horizontů porovnány s hodnotami mocností u navazujících vpichových sond. Takto byly stanoveny a do mapy zakresleny mocnosti horizontů ke skrývce pro úseky (okrsky), se zaokrouhlením na  $\pm 5$  cm. Tyto zaokrouhlené hodnoty jsou pak též doplněny do tabulkové přílohy pro jednotlivé vpichové sondy.

Okrsky podle průměrné mocnosti skrývek jsou vyjádřeny v kopii mapy podrobné situace. V každém okrsku charakterizuje číselný zlomek mocnost skrývky ornice (humusového horizontu) a jmenovatel mocnost skrývky níže uloženého horizontu. K vybraným charakteristickým sondám byla provedena fotodokumentace profilu v terénu.

Pedologická charakteristika byla provedena podle platného Taxonomického klasifikačního systému půd a podle metodiky bonitovaných půdně ekologických jednotek (BPEJ). Podrobný popis je součástí přílohy č.7.

### 3.2.9. GEODETICKÉ PRÁCE

Geodetické práce byly v rámci podrobného IGP realizovány firmou GEODROM, s.r.o. v následujícím rozsahu:

- Prvotní geodetické polohové vytyčení projektovaných průzkumných sond dle předaných mapových podkladů v systému JTSK a Bpv.
- Finální výškové a polohové zaměření průzkumných vrtů a penetračních sond u kterých došlo k posunu oproti původní vytyčené pozici v systému JTSK a Bpv.

Podrobná technická zpráva o geodetických pracích včetně výsledků je uvedena v příloze 2D.

### 3.2.10. SLED A ŘÍZENÍ TERÉNNÍCH PRACÍ

Všechny výše uvedené průzkumné práce, včetně vyhodnocení, byly řízeny a dohled nad nimi vykonávala osoba s odbornou způsobilostí vydanou MŽP v oboru inženýrská geologie a hydrogeologie, v souladu se zákonem č. 62/1988 Sb. o geologických pracích a o Českém

geologickém úřadu v platném znění, zákonem č. 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) v platném znění a vyhláškou č. 369/2004 Sb. o projektování, provádění a vyhodnocování geologických prací, oznamování rizikových geofaktorů a o postupu při výpočtu zásob výhradních ložisek, včetně naplnění nezbytných ohlašovacích a evidenčních povinností, plynoucích z tohoto zákona pro uchazeče.

### 3.3. Vzorkovací a laboratorní práce

Metodika vzorkování zemin a kvalitativního rozsahu navrhovaných laboratorních rozborů je v první řadě závislá na niveletě vedení jednotlivých úseků, na charakteru doprovodných objektů a na typech dotčených zemin.

V průběhu vrtných prací, realizovaných v rámci podrobného IGP byly průběžně odebrány vzorky zemin a vzorky podzemní vody, pokud byla voda zastižena. Vzorky vody byly odebrány ve statickém režimu odběrným valem. U zemin byly odebrány neporušené, poloporušené a technologické vzorky.

Při vlastním vzorkování byl v této etapě průzkumu kladen důraz na **odběr neporušených vzorků**, neboť v podstatě rozhodující úlohu na řešených geotechnických problémech hrají jemnozrnné typy zemin. Celkově bylo realizováno 30 neporušených vzorků, které byly odebrány pomocí tenkostěnných odběrných válců, aby se minimalizovalo sekundární porušení odebírané zeminy. Neporušené vzorky byly podrobeny zkouškám na zjištění efektivních smykových parametrů zemin z krabicového smykového přístroje a na stanovení oedometrických modulů deformace pro jednotlivá zatížení z edometru a v podloží násypových tělesech byl stanoven i součinitel konsolidace u 6 ks vzorků. Rozložení odebraných neporušených vzorků z hlediska typů sedimentů a provedených zkoušek ukazuje tabulka č.4. Více než polovina zkoušek byla uskutečněna na terciérních jílech a necelá třetina na kvartérních eolických sedimentech.

Tabulka č. 4 Přehled zkoušek na neporušených vzorcích vzhledem k typům sedimentů.

Stratigraf. zařazení	Kvartér				Terciér		Celkem vzorků (ks)
Geologický původ zemin	Fluviální, náplavové, soudržné	Deluviální, deluvio-fluviální,	Redepo-nované, svahové	Eolický	Mořské jíly	Fluviální a mořské písky, štěrky	
Geotech. typ	GT 3.1, 3.2	GT 3.5	-	GT 2.1, 2.2	GT 4.2, 4.3, 4.4	-	-
Smyková krabicová zkouška (ks)	1	1	-	6	6	-	14
Edometrická zkouška (ks)	1	1	-	3	11	-	16
Celkem vzorků (ks)	2	2		9	17	-	30

**Poloporušené vzorky** – celkem bylo odebráno 61 poloporušených vzorků. U těchto vzorků byly stanoveny přirozené vlhkosti, provedeny granulometrické analýzy a u 56 vzorků, stanoveny konzistenční meze, které umožnily přesné zatřídění zemin. Zkoušky byly doplněny výpočtem čísla konzistence a orientačně stanoveným koeficientem propustnosti.

**Technologické vzorky** – celkem bylo odebráno 7 ks různých typů zemin v rámci odběrů 12 ks technologických vzorků.

Vzorky byly podrobeny:

1. zkouškám zhutnitelnosti dle PS pro stanovení maximálních objemových hmotností při optimálních vlhkostí,
2. nahutnění primární (nezlepšené) zeminy na 100% PS a následná realizace testů IBI,
3. nahutnění primární (nezlepšené) zeminy na 100% PS, ponoření do vody na 96 hodin a následná realizace testů CBR sat.,
4. zkouškám zhutnitelnosti dle PS pro stanovení maximálních objemových hmotností při optimální vlhkosti po přidání pojiva do zeminy (CaO nebo hydraulické pojivo - Viacalco C50),
5. nahutnění zlepšené zeminy (po přidání pojiva) na 100% PS a následná realizace testů CBR.

Laboratorní zkoušky poloporušených, neporušených a technologických vzorků zemin byly realizovány v akreditované zkušební laboratoři mechaniky zemin společnosti GEOSTAR, spol. s r.o. Akreditace se vztahuje na indexové zkoušky, stanovení měrné a objemové hmotnosti, zkoušky Proctor Standard a CBR. Kopie laboratorních protokolů výše uvedených zkoušek tvoří přílohu č.3A, kde jsou tabelární formou zpracovány do souhrnných tabulek.

Tabulka č. 5 Přehled zkoušek na technologických vzorcích vzhledem k typům sedimentů.

Geotechnický typ zeminy	2.1	2.3	3.3	3.9 + 3.10	4.1	5.1	3.7 + 5.2	Celkem vzorků (ks)
Geologický popis zemin	spraše	spraš písčité	jíl rez. hnědý	sutě hlinité a jílovité	jíl běžový neog.	písek jemnozr.	písek stř.-hr.	
Vrty	J11, J19, HP24	J48	J30, J32	HP16	J36, J40, J49	J34, VS6	J34, VS6, VS7	
PS	3	1	3	1	2	1	1	12
IBI	2	-	1	1	1	1	1	7
CBR sat.	2	1	2	-	2	-	-	7
PS, pojivo	1	-	-	-	-	-	-	1
CBR, pojivo	1	-	1	1	1	1	1	6
Celkem zkoušek (ks)	9	2	7	3	6	3	3	33

**Odběry vzorků podzemních vod.** Vzorky podzemních vod byly odebrány pomocí odběrného válce do předem určených vzorkovnic v počtu 5 ks a následně byly podrobeny analytickému vyšetření jejího chemizmu, zvláště pak s ohledem na potřebu ověření agresivních účinků podzemní vody vůči konstrukcím z betonu dle ČSN EN 206-1 „Beton – Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda“. Vzorky podzemní vody byly analyzovány v laboratoři společnosti GEOTest Brno, a.s. Kopie laboratorních protokolů jsou součástí přílohy č.3B.

Celkem bylo na obchvatu Čebína odebráno 30 neporušených vzorků zemin (N), 61 vzorků poloporušených (P), 12 vzorků technologických (T) a 5 vzorků podzemní vody (V). Oproti projektové dokumentaci nebyl odebrán vzorek podzemní vody u mostu SO207 z důvodu nepřítomnosti podzemní vody.

### **3.4. Vyhodnocovací práce**

Vyhodnocovací práce zahrnovaly zpracování výsledků předkládaného podrobného IGP pro obchvat Čebína.

Zeminy byly zatříděny dle ČSN EN ISO 14688-2 – Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařizování zemin – Část 2: Zásady pro zařizování a dle ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“ a těžitelnost dle TKP-4 „Technické a kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací. Kapitola 4. Zemní práce.“. Dále byla posouzena agresivita podzemní vody dle ČSN EN 206 – 1 „Beton – Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda“.

Pro zpracování dat z průzkumu byly využity programy Microsoft ® Office: Excel, Word a Access 2007, AutoCAD Civil 2016, Slide a databázový program gdBase verze 5.

Podélné geotechnické řezy byly konstruovány v měřítku 1:2000/1:200 (příloha č.1.B), příčné řezy v měřítku 1:200/1:200 (příloha č.1.C) a situace pak v měřítku 1:1000 (příloha č.1A).

## 4. PŘÍRODNÍ POMĚRY ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

### 4.1 Morfologie

Zájmové území náleží dle geomorfologického lexikonu České republiky k provincii Česká vysočina. Spadá do Česko-moravské soustavy (subprovincie), podsoustava (oblast) Brněnská vrchovina. Další členění na nižší taxonomické jednotky:

- celek - Boskovická brázda
- podcelek - Oslavanská brázda
- okrsek - Tišnovská kotlina a Chudčická pahorkatina.

V úseku km cca 1,10 až 1,56 spadá trasa do jiného celku:

- celek - Bobravská vrchovina
- podcelek - Řečkovicko-kuřimský prolom
- okrsek - Zlobice.

Nadmořská výška povrchu trasy plánovaného obchvatu postupně klesá z 292 m n.m. do 252 m n.m.

### 4.2 Geologické poměry

Z regionálně geologického hlediska zájmová oblast zasahuje do moravskoslezské oblasti a Boskovické brázdy. Geologickou jednotkou moravskoslezské oblasti je zde brunovistulikum představované brněnským masívem, který je tvořen předdevonskými magmatity a krystalinickým pláštěm. V okolí jsou zastoupeny granitoidy, představovány biotitickým až amfibol-biotitickým granodioritem typu Veverská Bítýška. Západní hranice je tvořena okrajovým zlomem Boskovické brázdy. Boskovická brázda je asymetrická propadlina, která vznikla tahovými a stříhovými pohyby. Je vyplněna jezerními a říčními sedimenty, tvořenými především slepenci, pískovci a prachovitými jílovci. Na západ od Brněnského masívu se objevují karbonátové komplexy devonu a spodního karbonu. Jedná se o soustavu odloučených bloků, v zájmové oblasti zastoupené vilémovským vápencem.

Proterozoický a paleozoický fundament byl alespoň částečně překryt v období terciéru mořem, o čemž svědčí zachované denudační zbytky spodnobadenských vápnatých jílu a bazálních, či okrajových klastik.

Vápnité prachovité jíly s vložkami písků a štěrků patří k pelitické facii. Pelity jsou nejčastěji modravě šedé, žlutavě hnědošedé, světle šedé až šedé, místy nazelenalé až nahnědlé, proměnlivě jemně písčité až prachovité silně vápnité jíly.

Spodnobádenské hrubě klastické sedimenty litofaciálně odpovídají okrajovým a bazálním klastikám. Jsou to žlutošedé, hnědošedé až hnědožluté, středně až hrubě zrnité, místy štěrkovité, silně vápnité písky a proměnlivě písčité vápnité štěrky.

Kvartér je reprezentován pleistocenními sprašemi a sprašovými hlínami. Holocenní sedimenty jsou jednak deluviální (písčito-hlinité) na svazích, fluviální (písčito-hlinité) v dosahu říční sedimentace a nebo deluviofluviální. Na místech, kde probíhala stavební činnost se objevují antropogenní navážky.

Ve studované oblasti jsou zastoupeny následující litologicky odlišné typy zemin:

**Kvartér** je představován těmito typy sedimentů:

- fluviální sedimenty, holocén – písčité až písčitojíllovité hlíny či hlinité písky a písčité štěrky
- deluviální sedimenty, holocén písčito hlinité až hlinito kamenité sedimenty
- deluviofluviální sedimenty, holocén – nejčastěji písčitojíllovité sedimenty
- spraše a sprašové hlíny, pleistocén

**Terciér, neogén** je zastoupen těmito typy sedimentů:

- vápnitými jíly, stáří spodní baden
- jemnozrnnými jílovitými písky, spodní baden
- středně až hrubě zrnitými písky, místy se štěrkem

**Mezozoikum, křída** je zastoupena těmito typy sedimentů:

- křídové jílovité písky až jíly písčité

**Paleozoikum, devon** je zastoupen těmito typy hornin:

- devonské vilémovické vápence

**Proterozoikum** je zastoupen těmito horninami brněnského masivu:

- biotitický až amfibol-biotitický granodiorit typu Veverská Bítýška
- metabazity, diority

### 4.3 Hydrogeologické poměry

Zájmové území leží v teplé oblasti s počtem letních dnů v roce nad 50. Průměrná roční teplota vzduchu je 8,2 °C .

Průměrné roční srážkové úhrny jsou 553 mm.

Trasa plánované komunikace neprochází PHO vodního zdroje.

Zájmové území je součástí hydrogeologického rajónu 2242 – Kuřimská kotlina (budováno v terciérních a křídových pánevních sedimentech).

V této oblasti lze vymezit svrchní zvodeň, vázanou především na kvartérní pokryv, zónu zvětrávání a podpovrchového rozpojení hornin a spodní zvodeň, vázanou na propustné tektonické zóny v hlubších částech krystalinika (Michlíček a kol. 1986).

Pro naše účely má význam svrchní zvodeň. Hladina svrchní zvodně je převážně volná a sleduje konformně terén. Nejčastějším způsobem odvodnění mělkého oběhu podzemních vod je skrytý příron do údolních niv, příp. přímo do vodotečí. Ze svrchních horizontů podzemní vody mělkého oběhu se voda odvodňuje směrem k Čebínskému potoku. Uplatňuje se zde propustnost průlinová.

Na výchozových částech budovaných horninami brněnského masivu, devonských hornin dochází k infiltraci srážkových vod do horninového prostředí se zvětralinovým pláštěm s propustností průlinovou, která pak směrem do hloubky přechází v propustnost puklinovou. Generelní směr proudění podzemní vody v zájmovém území je směrem k hlavní erozní bázi, tj. potok Kuřimka a jeho přítoky.

Dotace první zvodně se uskutečňuje převážně infiltrací atmosférických srážek v širším okolí, v závislosti na míře propustnosti pokryvu a zvětralinového pláště. Hydrogeologicky významné jsou neogenní bazální sedimenty vyvinuté v písčité a štěrkovité facii, které jsou pro vodu propustné. Vytvářejí tak buď nepropustné podloží a umožňují hromadění podzemní vody v nadložní propustných sedimentech, nebo naopak tvoří dobrou krycí vrstvu zvodněných bazálních písčitých a štěrkovitých uloženin. Místy tak tvoří tyto zeminy artézský strop, který způsobuje napětí hladiny podzemní vody.

#### 4.4 Eroze

Při výstavbě komunikace dojde k místním zásahům do povrchu terénu – zářezy a násypy. Je proto nutné případné svahy zářezů a násypů stabilizovat proti erozním účinkům vody. Řešením může být účelné zachycení a odvedení povrchových vod mimo komunikaci, pokrytí vytvořených svahů 10 cm – 15 cm hrubšího materiálu s následnou výsadbou zpevňovacího vegetačního krytu.

Spraše a sprašové hlíny jsou náchylné k plošným splachům a vytváření erozivních rýh. Vzhledem k tomu, že neogenní jíly jsou pro vodu špatně propustné bude docházet zejména při vydatných deštích ke stékání vody po povrchu svahu, vytváření plošných splachů, případně erozivních rýh a jejímu vytékání do zářezu nebo jejímu hromadění u paty případného násypu. Proto bude účelné zachycení a odvedení těchto povrchových vod mimo komunikaci a učinit vhodná opatření, aby k erozivní činnosti nedocházelo. Například s využitím geosyntetické lehké síťoviny s prorůstajícími rostlinami či agrotexilií (dle ČSN 73 6133).

#### 4.5 Seismická

Podle ČSN 73 0036 (Seismické zatížení staveb) se za seismické oblasti považují taková území, v nichž se makroskopicky projevilo v historické době vědecky prokázané zemětřesení s intenzitou nejméně 6° MSK-64. V zájmové oblasti, která náleží do moravsko – slezské oblasti Českého masívu jsou účinky zemětřesení dosahující 6° MSK-64, a nepatří dle ČSN 73 0036 mezi seismické oblasti.

#### 4.6 Geodynamické jevy

V okolí navrhované trasy komunikace nebyl Geofondem Praha evidovaný ani jeden sesuv či svahová nestabilita.

#### 4.7 Dobývací prostory a ložiska nerostných surovin

V archívu Geofondu Praha nejsou v trase plánované komunikace zaznamenána žádná poddolovaná území.

## 5. VÝSLEDKY IG PRŮZKUMU

### 5.1. Rozdělení zemin do jednotlivých geotechnických typů

Na základě analýzy výsledků získaných z průzkumných prací, bylo v rámci podrobného geotechnického průzkumu provedeno rozdělení geologického prostředí do celkem 7 základních geotechnických typů. Rozdělení do geotechnických typů (dále jen GT) je používáno v textu závěrečné zprávy, geologické dokumentaci sond, geologických profilech a pasportech. Rozdělení do GT vychází:

- z makroskopického popisu vrtných jader provedených i archívních sond
- z interpretace statických penetrací
- z výsledků laboratorního zpracování vzorků odebraných z vrtů
- z výsledků geofyzikálních profilů

Vymezení jednotlivých geotechnických typů respektuje systém názvosloví ČSN 73 6133, ale v zásadě se opírá o statigrafické a genetické hledisko.

Prvotní rozdělení statigrafické vymezuje skupiny geotechnických typů:

1. **Kvartérní zeminy** byly rozděleny do **GT 1 – GT 3** podle hlediska genetického (půdní typy (1), eolické (2) a fluviální, deluvio-fluviální a deluviální (3) sedimenty) a dále do podtypů podle hlediska litologického (resp. zrnitostního) .
2. **Terciérní sedimenty** (neogén) zeminy dělíme na základě litologického hlediska do **GT 4** (jílovité) a **GT 5** (píščito-štěrkovité).
3. **Křídové sedimenty** (kuřimská křída) do **GT 6**
4. **Devonské a proterozoické horniny** jsou rozděleny z hlediska horninových typů do **GT 7** (měkké horniny) a **GT 8** (pevné horniny).

### NAVÁŽKY

GT 0.1 – živice, živichná drť,

GT 0.2 – konstrukční vrstva vozovky - makadam; G1

GT 0.3 – štěrkovité navážky, G3, G4

GT 0.4 – hlíny písčité až písčité hlíny se štěrkem, F4, F2, F3

### KVARTÉR

#### GT 1 – půdy a hlíny

GT 1.1 – ornice - určeno ke skrývce

GT 1.2 – podorniční hlíny jílovité, F6, F8

#### GT 2 – eolické sedimenty

GT 2.1 – spraše, vápnité hlíny, případně s příměsí úl. hornin; F6 CL, F6 CI



GT 2.2 – sprašové hlíny; F6 CI, F8 CH

GT 2.3 – hlíny jílovito-písčité; F4 CS

GT 2.4 – hlíny jílovito-písčité až písek prachovitý; F4 CS, S5 SC

### **GT 3 – fluviální a deluviofluviální sedimenty**

GT 3.1 – jíl plastický, organický, fluviální; F8 CH

GT 3.2 – jíl písčitý, organický, fluviální; F4 CS

GT 3.3 – jíly plastické, deluviofluviální; F6 CI

GT 3.4 – hlína jílovitá s příměsí písčitou a šterkovitou, deluviofluviální; F6 CI

GT 3.5 – hlína jílovitá až jíl, deluviofluviální, deluviální; F8

GT 3.6 – písek jílovitý, fluviální; S5SC

GT 3.7 – písek středně zrnitý, fluviální; S3 SF

GT 3.8 – šterky hlinité, písčité; G4 GM, G3 GF

GT 3.9 – hlinité sutě; G4 GM

GT 3.10 – jílovité sutě; G5 GC

## **TERCIÉR**

### **GT 4 – neogenní jílovité sedimenty,**

GT 4.1 – jíl prachovitý, váp. cicváry, zrnka, okrový; F8CH, F8CV

GT 4.2 – jíl plastický, žlutohnědavý, šedavý, hnědavý; F8CH, F8CV, F6 CI

GT 4.3 – jíl šedý, zelenavě šedý, zvětralý; F8CV

GT 4.4 – jíl prachovitý, písčité laminy; F6

GT 4.5 – jíl písčitý; F4 CS

GT 4.6 – jíl se šterkem, F2 CG

### **GT 5 – neogenní písčité sedimenty,**

GT 5.1 – písek jemnozrný, světle šedý, prachovitý, místy jílovité laminy; S4 SM

GT 5.2 – písek středně zrnitý až hrubozrný, místy s příměsí šterku; S3 SF

GT 5.3 – písek jílovitý, hrubě zrnitý, se šterkem; S5 SC

GT 5.4 – šterk jílovitý; G5 GC

GT 5.5 – šterk s příměsí písku; G3 GF

## **KŘÍDOVÉ SEDIMENTY**

GT 6.1 – písek s prachovitou příměsí; S5 SC

GT 6.2 – písek jílovitý, vápnitý; F4 CS

## DEVONSKÉ HORNINY

GT 7.1 – vápence, silně až zcela rozpukané; G3 GF, G5 GC

GT 7.2 – vápence, silně rozpukané; R5

## PROTEROZOICKÉ HORNINY

GT 8.1 – eluvium charakteru úlomků hornin metabazitů, místy až částečně rozložené na úlomky s jílovitým tmelem, výplní; tř. R6 – R5

GT 8.2 – amfibolitický diorit, silně zvětralý a rozpukaný; tř. R5

GT 8.3 – amfibolitický diorit, zvětralý a silně rozpukaný; tř. R4

## 5.2. Vyhodnocení laboratorních zkoušek

### 5.2.1 FYZIKÁLNÍ PARAMETRY ZEMIN

Mimo tabulkového přehledu prezentovaného v příloze 3A, jsme do tabulek 6.x zpracovali vybrané fyzikální vlastnosti zemin získané z provedených laboratorních zkoušek. V tabulkách jsou uvedeny průměrné, maximální a minimální laboratorně stanovené parametry pro jednotlivé geotechnické typy spolu s uvedením počtu zkoušek. Dále u geotechnického typu je uveden převažující symbol zeminy dle ČSN 73 6133.

Tabulka č. 6.1 Fyzikální parametry zemin na antropogenních a půdních typech.

Geotechnický typ ČSN 73 6133	Vybrané hodnoty	Objemová hmotnost	Vlhkost	Vlhkost na mezi tekutosti	Stupeň konzistence	Stupeň nasycení	Koeficient filtrace
		$\rho_n$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$w_n$ [%]	$w_L$ [%]	$I_c$	$S_r$ [m/s]	$k_f$ [m/s]
<b>0.3</b> G5 GC	hodnota	-	5,6	18,9	1,67	-	$5,6 \cdot 10^{-9}$
	počet vzorků	0	1	1	1	0	1
<b>1.2</b> F6 CI F8 CH	průměr	-	26,1	53,2	0,92	-	$1,3 \cdot 10^{-9}$
	max.	-	33,5	66,2	0,94	-	$1,6 \cdot 10^{-9}$
	min.	-	18,7	40,3	0,90	-	$1,1 \cdot 10^{-9}$
	počet vzorků	0	2	2	2	0	2

Tabulka č. 6.2 Fyzikální parametry zemin na eolických sedimentech.

Geotechnický typ ČSN 73 6133	Vybrané hodnoty	Objemová hmotnost	Vlhkost	Vlhkost na mezi tekutosti	Stupeň konzistence	Stupeň nasycení	Koeficient filtrace
		$\rho_n$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$w_n$ [%]	$w_L$ [%]	$I_c$	$S_r$ [m/s]	$k_f$ [m/s]
<b>2.1</b> F6 CI F6 CL	průměr	1976	23,2	40,1	0,87	-	$1,3 \cdot 10^{-9}$
	max.	2026	26,3	43,4	0,96	-	$1,5 \cdot 10^{-9}$
	min.	1904	21,7	34,0	0,76	-	$1,1 \cdot 10^{-9}$

Geotechnický typ ČSN 73 6133	Vybrané hodnoty	Objemová hmotnost	Vlhkost	Vlhkost na mezi tekutosti	Stupeň konzistence	Stupeň nasycení	Koeficient filtrace
		$\rho_n$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$w_n$ [%]	$w_L$ [%]	$I_c$	$S_r$ [m/s]	$k_f$ [m/s]
	počet vzorků	3	4	4	4	0	4
<b>2.2</b> F6 CI F8 CH	průměr	1950	23,6	48,3	0,89	0,96	$1,2 \cdot 10^{-9}$
	max.	1993	26,0	64,8	1,05	1,0	$2,4 \cdot 10^{-9}$
	min.	1927	19,0	37,1	0,76	0,91	$7,0 \cdot 10^{-10}$
	počet vzorků	6	9	9	9	6	9
<b>2.3</b> F4 CS	hodnota	-	13,7	29,0	0,94	-	$2,4 \cdot 10^{-9}$
	počet vzorků	0	1	1	1	0	1
<b>2.4</b> F4 CS	průměr	-	16,7	35,3	1,07	-	$2,2 \cdot 10^{-9}$
	max.	-	20,6	40,2	1,28	-	$3,2 \cdot 10^{-9}$
	min.	-	12,8	30,4	0,86	-	$1,3 \cdot 10^{-9}$
	počet vzorků	0	2	2	2	0	2

Tabulka č. 6.3 Fyzikální parametry zemin na fluvialních a deluviofluvialních, deluvialních, redeponovaných sedimentech.

Geotechnický typ ČSN 73 6133	Vybrané hodnoty	Objemová hmotnost	Vlhkost	Vlhkost na mezi tekutosti	Stupeň konzistence	Stupeň nasycení	Koeficient filtrace
		$\rho_n$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$w_n$ [%]	$w_L$ [%]	$I_c$	$S_r$ [m/s]	$k_f$ [m/s]
<b>3.1</b> F8 CH	průměr	1763	31,9	58,5	0,84	0,90	$8,7 \cdot 10^{-10}$
	max.	1763	33,8	65,5	0,86	0,90	$9,4 \cdot 10^{-10}$
	min.	1763	29,4	54,2	0,82	0,90	$8,3 \cdot 10^{-10}$
	počet vzorků	1	3	3	3	1	3
<b>3.2</b> F4 CS	hodnota	1801	22,9	39,2	0,92	0,98	$1,3 \cdot 10^{-9}$
	počet vzorků	1	1	1	1	1	1
<b>3.3</b> F6 CI	průměr	2003	21,1	44,8	0,92	95	$1,1 \cdot 10^{-9}$
	max.	2003	22,6	48,9	1,10	95	$1,6 \cdot 10^{-9}$
	min.	2003	18,3	39,5	0,74	95	$8,4 \cdot 10^{-10}$
	počet vzorků	1	5	5	5	1	5
<b>3.4</b> F6 CI	hodnota	-	19,8	45,7	0,92	-	$1,3 \cdot 10^{-9}$
	počet	0	1	1	1	0	1

Geotechnický typ ČSN 73 6133	Vybrané hodnoty	Objemová hmotnost	Vlhkost	Vlhkost na mezi tekutosti	Stupeň konzistence	Stupeň nasycení	Koeficient filtrace
		$\rho_n$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$w_n$ [%]	$w_L$ [%]	$I_c$	$S_r$ [m/s]	$k_f$ [m/s]
	vzorků						
<b>3.5</b> F8 CH	hodnota	1963	23,1	60,3	0,93	99	$2,4 \cdot 10^{-9}$
	počet vzorků	1	1	1	1	1	1
<b>3.10</b> F2 CG G5 GC	průměr	-	7,6	32,4	1,8	-	$2,2 \cdot 10^{-9}$
	max.	-	9,3	34,8	2,3	-	$3,2 \cdot 10^{-9}$
	min.	-	6,6	28,5	1,5	-	$1,3 \cdot 10^{-9}$
	počet vzorků	0	3	3	3	0	3

Tabulka č. 6.4 Fyzikální parametry zemin na terciérních jílovitých sedimentech.

Geotechnický typ ČSN 73 6133	Vybrané hodnoty	Objemová hmotnost	Vlhkost	Vlhkost na mezi tekutosti	Stupeň konzistence	Stupeň nasycení	Koeficient filtrace
		$\rho_n$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$w_n$ [%]	$w_L$ [%]	$I_c$	$S_r$ [m/s]	$k_f$ [m/s]
<b>4.1</b> F8 CH F8 CV	průměr	2016	30,9	68,0	0,92	0,99	$2,6 \cdot 10^{-9}$
	max.	2016	38,4	78,0	0,97	0,99	$2,7 \cdot 10^{-9}$
	min.	2016	23,3	58,1	0,87	0,99	$2,5 \cdot 10^{-9}$
	počet vzorků	1	2	2	2	1	2
<b>4.2</b> F8 CH F8 CV F6 CI	průměr	1991	21,1	58,4	0,98	0,96	$1,9 \cdot 10^{-9}$
	max.	2076	27,7	75,4	1,07	0,99	$2,5 \cdot 10^{-9}$
	min.	1885	15,8	47,7	0,90	0,90	$1,1 \cdot 10^{-9}$
	počet vzorků	14	11	11	11	14	11
<b>4.3</b> F8 CV	hodnota	1746	38,2	70,5	0,79	0,92	$2,5 \cdot 10^{-9}$
	počet vzorků	1	1	1	1	1	1
<b>4.4</b> F6 CI	hodnota	1979	23,4	36,8	0,71	0,90	$1,1 \cdot 10^{-9}$
	počet vzorků	1	1	1	1	1	1
<b>4.5</b> F4 CS	průměr	-	17,5	34,7	0,98	-	$2,5 \cdot 10^{-9}$
	max.	-	19,8	39,3	1,02	-	$2,9 \cdot 10^{-9}$
	min.	-	15,1	30,2	0,93	-	$2,0 \cdot 10^{-9}$
	počet vzorků	0	2	2	2	0	2

Tabulka č. 6.5 Fyzikální parametry zemin na terciérních písčitých a šterkovitých sedimentech.

Geotechnický typ ČSN 73 6133	Vybrané hodnoty	Objemová hmotnost	Vlhkost	Vlhkost na mezi tekutosti	Stupeň konzistence	Stupeň nasycení	Koeficient filtrace
		$\rho_n$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$w_n$ [%]	$w_L$ [%]	$I_c$	$S_r$ [m/s]	$k_f$ [m/s]
<b>5.1</b> S4 SM	hodnota	-	15,5	23,63	2,02	-	$4,1 \cdot 10^{-9}$
	počet vzorků	0	1	1	1	0	1
<b>5.2</b> S3 SF	průměr	-	8,2	-	-	-	$1,5 \cdot 10^{-6}$
	max.	-	11,3	-	-	-	$2,2 \cdot 10^{-6}$
	min.	-	4,7	-	-	-	$1,1 \cdot 10^{-6}$
	počet vzorků	0	3	-	-	0	3
<b>5.4</b> G5 GC	průměr	-	8,7	36,4	1,54	-	$4,1 \cdot 10^{-9}$
	max.	-	10,4	36,6	1,83	-	$5,2 \cdot 10^{-9}$
	min.	-	7,0	36,2	1,26	-	$2,9 \cdot 10^{-9}$
	počet vzorků	0	2	2	2	0	2
<b>5.5</b> G3 GF	hodnota	-	5,5	-	-	-	$5,5 \cdot 10^{-5}$
	počet vzorků	0	1	-	-	0	1

Tabulka č. 6.6 Fyzikální parametry zemin na křídových sedimentech a eluvií devonských a proterozoických hornin.

Geotechnický typ ČSN 73 6133	Vybrané hodnoty	Objemová hmotnost	Vlhkost	Vlhkost na mezi tekutosti	Stupeň konzistence	Stupeň nasycení	Koeficient filtrace
		$\rho_n$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$w_n$ [%]	$w_L$ [%]	$I_c$	$S_r$ [m/s]	$k_f$ [m/s]
<b>6.2</b> F4 CS	hodnota	-	4,9	20,1	2,19	-	$2,0 \cdot 10^{-9}$
	počet vzorků	0	1	1	1	0	1
<b>7.1</b> G5 GC	hodnota	-	6,1	35,9	1,40	-	$5,4 \cdot 10^{-9}$
	počet vzorků	0	1	1	1	0	1
<b>8.1</b> F2 CG	hodnota	-	9,3	26,6	1,41	-	$2,7 \cdot 10^{-9}$
	počet vzorků	0	1	1	1	0	1
<b>8.2</b> G3 GF	hodnota	-	3,7	-	-	-	$6,0 \cdot 10^{-8}$
	počet vzorků	0	1	-	-	0	1

## 5.2.2 TECHNOLOGICKÉ VLASTNOSTI ZEMIN

Mimo tabulkového přehledu prezentovaného v příloze 3A, jsme do tabulky 7 zpracovali dosažené hodnoty ze zkoušek na technologických vzorcích na nejvíce zastižených typech zemin. V tabulkách jsou uvedeny i hodnoty z předběžného průzkumu z r.2009.

Tabulka č. 7 Hodnoty Proctor standard, CBR a IBI.

Geotech. typ zeminy	Třída dle ČSN 73 6133	Vrt	Přirozená vlhkost (%)	Proctor standard			4 dny ve vodě CBR (%) (CBR) – bez sycení	+3% vápna CBR (%) +3% Viacalco C50*	IBI (%)
				Optimální vlhkost (%)	Rozdíl přiroz. a optimální vlhkosti (%)	Max. objemová hmotnost (kgm <sup>-3</sup> )			
2.1	F6CI	J11	21,7	17,0	4,7	1770	-	-	12
2.1	F6 CL	P3	21,4	15,5	5,9	1768	(11)	-	-
2.1	F6	HP24	22,5 - 25,3	19,0	3,5 - 6,3	1650	10	-	15
2.1	F6CI	J19	22,4	18,0	4,4	1770	3	60	-
2.3	F4CS	J48	20,6	16,0	4,6	1760	nem.hod.	-	-
3.1	F8 CH	P6	20,1	23,5	3,4	1561	(10)	-	-
3.3	F6CI	J5	19,0	23,5	4,5	1480	nem.hod.	-	-
3.3	F6	J30	-	14,5	-	1840	nem.hod.	-	-
3.3	F6CI	J32	18,3	19,0	0,7	1650	-	65	11
3.7 + 5.2	S3	J34	4,7 - 8,6	9,2	0,6 - 4,5	2060	-	155*	35
3.9 + 3.10	G5GC	HP16	6,6	8,0	1,4	1940	-	135*	21
4.1	F8 CH	J39	22,0	27,0	5,0	1350	nem.hod.	-	-
4.1	F8CV	J49	38,4	40,0	1,6	1190	nem.hod.	45	10
5.1	S4SM	J34	15,5	12,0	3,5	1890	-	105*	35

Kromě zemin GT 3.1 a GT 4.1 je možné zeminy uvedené v tabulce č.7 použít bez úpravy do násypových těles, popřípadě je ponechat pod tělesem násypu, kde musí splňovat 92% PS.

Dle ČSN 736133 zeminy s menší maximální objemovou hmotností než 1500 kg/m<sup>3</sup> nesmějí být použity do násypu bez úpravy, tyto parametry nesplňují vzorky z geotechnických typů:

GT 3.3 - sonda J5;

GT 4.1 - sondy J39, J49.

Do násypových těles jsou uvažovány zeminy: GT2.1, GT3.3 (tř. F6) a GT 2.4, GT 3.6, GT 5.1 (tř.F4/S5) a GT3.9, GT3.10, GT 7.1 (tř.G4/G5), které jsou zařazené do kategorie zemin podmíněčně vhodných bez úpravy pro použití do násypu, v případě prostého násypu je bude nutno upravovat vhodným pojivem (vápnm nebo hydraulickým pojivem). Zeminy GT3.7 a 5.2 je možné použít bez úpravy.

#### Porovnání přirozených vlhkostí s optimální pro hutnění:

- Zeminy eolického původu byly v době průzkumu většinou převlhčené o 3,5 až 6,3%.
- Jíly prachovité GT 3.3 byly naopak sušší než byla zjištěna jejich optimální vlhkost pro hutnění o 0,7 až 4,5%.
- U neogenních jílu byla přirozená vlhkost nižší než jejich optimální o 1,6 až 5%.
- Písečité a štěrkovité zeminy bude nutné přivlhčovat pro dosažení jejich optimálních vlhkostí o 0,6 až 4,5%, kromě patrně GT 5.1, tř. S4 SM.

Dle ČSN 736133 zeminy s menší maximální objemovou hmotností než 1600 kg/m<sup>3</sup> nesmějí být použity v aktivní zóně bez úpravy, tyto parametry nesplňují vzorky z geotechnických typů:

GT 3.1 - sonda P6;

GT 3.3 - sonda J5;

GT 4.1 - sondy J39, J49.

Průzkumem bylo zjištěno, že jemnozrnné zeminy mohou být upraveny vápnem a písčité či štěrkovité zeminy potom hydraulickým pojivem, např. Viacalco C50. V aktivní zóně nemohou být však ponechány zeminy GT 3.1 (organické jíly), GT 4.1 a GT 4.2 (neogenní jíly) a GT 3.5 (kvartérní hlíny jílovité až jíly), tj. zeminy tř. F8, které jsou vysoce namrzavé.

### **5.2.3 EDOMETRICKÉ ZKOUŠKY STLAČITELNOSTI**

Podrobné výsledky edometrických zkoušek s grafy stlačitelnosti jsou uvedeny v příloze 3A. Přehledně jsou oedometrické moduly přetvárnosti  $E_{oed}$  sestaveny do tabulek 8.1 a 8.2, pro jednotlivé obory napětí. Tabulky jsou doplněny hodnotami součinitele konsolidace  $c_v$  a stupně nasycení  $s_r$ .

Tabulka č. 8.1 Výsledky stlačitelnosti zemin v edometru na kvartérních zeminách.

Geotechnický typ, vzorek, třída		2.2d J2(1,5-1,7) F8CH	2.2d J10 (1,1) F8CH	2.2d J28 (4,0) F6CI	3.1d J42 (2,5) F8CH	3.5d J5 (2,7) F8CH
Souč. konsolidace	$c_v$ ( $m^2.s^{-1}$ )	1,86E-8	-	3,22E-8	4,32E-7	-
Stupeň nasycení	$s_r$ (%)	100	97	91	90	99
Oedometrický modul (MPa) pro obor napětí:	10-50 kPa	6,25	6,25	3,03	3,85	7,69
	50-100 kPa	8,93	6,58	3,38	4,31	10,42
	100-200 kPa	8,93	7,81	4,39	5,95	15,63

Tabulka č. 8.2 Výsledky stlačitelnosti zemin v edometru na terciérních jílovitých sedimentech.

Geotechnický typ, vzorek, třída		4.2d J5 (4,3) F8CH	4.2d J12(1,9-2) F8CH	4.2d J12(2-2,1) F8CH	4.2d J14 (3,0) F8CH	4.2e J14 (10,0) F8CH
Souč. konsolidace	$c_v$ ( $m^2.s^{-1}$ )	3,82E-7	-	-	9,29E-6	-
Stupeň nasycení	$s_r$ (%)	99	90	99	95	96
Oedometrický modul (MPa) pro obor napětí:	10-50 kPa	4,00	5,88	5,26	4,76	
	10-100 kPa					8,65
	50-100 kPa	4,31	7,35	6,94	5,21	
	100-200 kPa	4,63	13,89	9,26	7,81	10,87
	200-300 kPa					11,9
Geotechnický typ, vzorek, třída		4.2d J38 (10,1) F8CH	4.2d J38 (5,6) F8CH	4.2d J42 (15,0) F8CH	4.3c J42 (4,5) F8CV	4.4c J38 (14,3) F6CI
Souč. konsolidace	$c_v$ ( $m^2.s^{-1}$ )	-	1,29E-7	-	-	-
Stupeň nasycení	$s_r$ (%)	94	98	98	92	90
Oedometrický modul (MPa) pro obor napětí:	10-50 kPa				3,57	
	10-100 kPa		10,23			
	50-100 kPa				8,33	
	10-200 kPa	11,25		13,12		11,05
	100-200 kPa		10,42		8,33	
	200-300 kPa	19,23	13,89	13,89		11,36
	300-400 kPa	22,73		15,63		14,71

Podle zjištěných součinitelů konsolidace řadíme odzkoušené soudržné sedimenty většinou k pomalu konsolidujícím základovým půdám, kdy  $c_v < 1.10^{-6} m^2.s^{-1}$ . Nižší hodnoty vykazovaly sprašové hlíny GT 2.2 (řádově  $10^{-8}$ ), organické jíly GT 3.1 a neogenní jíly (řádově  $10^{-7}$ ), kromě vzorku z vrtu J14 z hl. 3,0 m, kde součinitel konsolidace dosáhl hodnoty  $9.10^{-6} m^2.s^{-1}$ .



Pro geotechnický typ 4.2, u kterého byl znám větší počet hodnot než 3, byly stanoveny následující rozptyly hodnot oedometrického modulu a odvozeného modulu přetvárnosti podle oborů napětí:

Tabulka č. 8.3 Doporučené rozptyly oedometrických modulů a přepočtených modulů přetvárnosti.

Geotechnický typ	Oedometrický modul $E_{oed}$ (MPa)		Přepočtený modul přetvárnosti $E_{def}$ (MPa)	
	pro obor napětí		pro obor napětí	
4.2d	10 - 50	4,0 - 5,9	10 - 50	1,7 - 2,5
	50 - 100	4,3 - 7,3	50 - 100	1,9 - 3,1
	100 - 200	7,8 - 13,9	100 - 200	3,4 - 6,0
	200 - 300	13,9 - 19,2	200 - 300	6,0 - 8,3
	300 - 400	15,6 - 22,7	300 - 400	6,7 - 9,8

## 5.2.4 SMYKOVÉ PEVNOSTI ZEMIN

Podrobné výsledky nově provedených smykových krabicových zkoušek jsou obsaženy v příloze 3A. Přehledně jsou výsledky smykových zkoušek prezentovány v tabulkách 9.x, kde jsou uvedeny dosažené hodnoty efektivních smykových parametrů: koheze -  $c_{ef}$  a úhel vnitřního tření -  $\varphi_{ef}$ . Tabulky jsou doplněny hodnotami stupně nasycení  $s_r$ .

Tabulka č. 9.1 Výsledky efektivních smykových parametrů na eolických zeminách.

Geotechnický typ, vzorek, třída		2.1d J17 (1,9) F6CI	2.1c HP24 (4,0) F6CI	2.1c J23 (3,0) F6CI	2.2c HP24 (6,0) F6CI	2.2c J28 (3,0) F6CI	2.2d J36 (1-1,1) F8CH
Stupeň nasycení	$s_r$ (%)	94	91	99	99	97	93
Efektivní parametry:	$c_{ef}$ (kPa)	23,9	23,5	23,0	24,7	27,4	19,7
	$\varphi_{ef}$ (°)	22,1	23,6	25,3	17,8	25,0	23,7

Tabulka č. 9.2 Výsledky efektivních smykových parametrů na fluvialních a deluvio-fluvialních sedimentech.

Geotechnický typ, vzorek, třída		3.2d HP43 (2,0) F4CS	3.3d J5 (1,5) F6CI
Stupeň nasycení	$s_r$ (%)	98	95
Efektivní parametry:	$c_{ef}$ (kPa)	24,9	19,0
	$\varphi_{ef}$ (°)	18,7	22,3

Tabulka č. 9.3 Výsledky efektivních smykových parametrů na terciérních sedimentech.

Geotechnický typ, vzorek, třída		4.1d J39 (1,8) F8CH	4.2d J2 (3,8) F8CV	4.2d J8 (3,0) F8CH	4.2d J14 (4,0) F8CH	4.2e HP16 (5,2) F8	4.2d J38 (3,0) F8CH
Stupeň nasycení	$s_r$ (%)	99	97	99	99	93	97
Efektivní parametry:	$c_{ef}$ (kPa)	22,9	23,0	23,6	19,4	22,8	21,0
	$\varphi_{ef}$ (°)	18,1	23,4	22,9	22,2	18,9	22,5

Pro geotechnický typ 4.2, u kterého byl znám větší počet hodnot než 3, byly stanoveny následující rozptyly hodnot efektivní soudržnosti (koheze) a úhlu vnitřního tření:

Tabulka č. 9.4 Doporučené rozptyly parametrů smykové pevnosti.

Geotechnický typ	soudržnost $c_{ef}$ (kPa)	úhel vnitřního tření $\phi_{ef}$ (°)
4.2d	19,4 - 23,6	22,2 - 23,4

### 5.2.5 AGRESIVITA PODZEMNÍ VODY

Z pěti vrtů byly odebrány vzorky podzemních vod k chemickým rozborům pro stanovení druhu a stupně agresivity kapalného prostředí na betonové a ocelové konstrukce. V tabulce č.10 uvádíme zhodnocení agresivity u jednotlivých vzorků podzemní vody podle ČSN EN 206-1 (bet.konstr.) a podle ČSN 03 8375 (ocel. konstr.) s uvedením koncentrace obsahu agresivní složky z podrobného a předběžného průzkumu.

Tabulka č. 10 Agresivita kapalného prostředí.

Vrt č. (Prostředí)	pH	Vodivost $\mu\text{S/cm}$	Chloridy $\text{Cl}^-$ mg/l	Agresivní složka $\text{SO}_4^{2-}$ mg/l	Agresivní složka $\text{CO}_2$ mg/l	Agresivita prostředí dle ČSN EN 206-1 změna Z3	Agresivita prostředí dle ČSN 03 8375, tab.1 a 2
<b>HP16</b> devonské horniny	7,17	630	19	68,2	0,0	neagresivní*	IV.
<b>HP24</b> kvartér - spraše	7,39	1263	88	408	0,0	XA1	IV.
<b>P4</b> kvartérní a neog.písky	7,03	1100	96	120	0,0	neagresivní*	-
<b>J28</b> kvartérní a neog.písky	7,30	1082	93	166	0,0	neagresivní*	IV.
<b>J38</b> neogenní jíly písčité	7,34	866	28	115	0,0	neagresivní*	IV.
<b>P5</b> neogenní písky	7,05	1040	83	152	0,0	neagresivní*	-
<b>J42</b> neogenní šterky	7,50	1102	104	64,1	0,0	neagresivní*	IV.

Pozn.: \* - veškeré sledované ukazatele jsou pod úrovní odpovídající slabé agresivitě dle příslušné ČSN

Hodnoty obsahů chemicky agresivních složek z podzemních vod z provedených vrtů vykazují, kromě vody z vrtu HP24 (zářez Z2), neagresivní prostředí vůči betonovým konstrukcím. Ve vrtu HP24 bylo zjištěno slabě agresivní prostředí XA1, a to z hlediska zvýšených obsahů síranových iontů (408 mg/l).

Proti agresivitě prostředí doporučujeme s určitým stupněm bezpečnosti pro betonové konstrukce dodržet požadavky na kvalitu a trvanlivost betonu, předepsané v ČSN EN 206-1. Změna Z3 - tabulka F.1 - Mezní hodnoty pro složení a vlastnosti betonu platné v ČR pro dopravní a jiné významné stavby (předpokládaná životnost 100 let). Beton pro zjištěné chemické prostředí musí vykazovat minimální obsah cementu 300 kg/m<sup>3</sup>, minimální pevnostní třídu C30/37 a maximální vodní součinitel 0,55, popřípadě lze použít vhodnou a účinnou izolaci proti vodě.

### 5.2.6 VÝSLEDKY PENETRAČNÍCH ZKOUŠEK A JEJICH ZHODNOCENÍ

Penetrační zkoušky doplňují jádrové inženýrskogeologické vrty. Jejich užití spočívá především k zpřesnění představy o základových poměrech v posuzované trase a také pro výpočty u mostních objektů. Výsledky statických penetračních zkoušek lze mj. aplikovat pro stanovení maximální únosnosti jednotlivé piloty a sedání plošných základů v nesoudržných zeminách s použitím hodnot  $q_c$  s využitím příslušných algoritmů z ČSN EN 1997-2 Eurokód 7: Návrhování geotechnických konstrukcí - Část 2: Průzkum a zkoušení základové půdy. Podrobné výsledky penetračních zkoušek jsou uvedeny v příloze 2.C.

Pro interpretaci výsledků statických penetrací byly využity geologické popisy nejbližších jádrových vrtů.

Tabulka č. 11 Výsledky interpretace vrstev ze statických penetračních zkoušek.

Geotech. typ zeminy	$E_{oed}$ (MPa)	$\nu$	$E_{def}$ (MPa)	$\varphi_{ef}$ (°)	$c_{ef}$ (kPa)	$\varphi_u$ (°)	$c_u$ (kPa)	počet hodnot
GT 1.2	3,4 - 6,9	0,40	1,6 - 3,2	-	-	0	31 - 61	5
GT 2.1	5,8 - 8,0	0,39	2,7 - 4,6	-	-	0	54 - 73	5
GT 2.2	4,1 - 10,2	0,39	2,0 - 4,8	-	-	0 - 3	36 - 78	11
GT 2.3	6,8	0,35	4,2	25	0	4	83	1
GT 2.4	12,2	0,35	7,6	-	-	9	72	1
GT 3.1	1,1 - 6,6	0,41	0,4 - 3,1	-	-	0	18 - 49	6
GT 3.3	3,9 - 10,8	0,39	1,8 - 5,0	-	-	0 - 6	31 - 71	6
GT 3.4	4,8	0,40	2,2	-	-	6	71	1
GT 3.5	4,1 - 9,3	0,38	1,9 - 4,3	-	-	0 - 2	37 - 81	3
GT 3.6	9,0 - 28,5	0,32	6,7 - 19,2	27 - 30	0 - 4	-	-	4
GT 3.7	46,6	0,29	35,5	33	0	-	-	1
GT 4.1	3,6 - 9,0	0,40	1,7 - 4,2	-	-	0	27 - 80	8
GT 4.2	7,4 - 15,6	0,40	3,7 - 6,7	-	-	0 - 8	64 - 91	16
GT 4.3	5,2 - 5,8	0,39	2,4 - 3,1	-	-	0	40 - 46	2
GT 4.4	10,5 - 13,3	0,39	5,7 - 6,5	-	-	5 - 6	70 - 89	3
GT 4.5	9,9 - 11,2	0,35	6,2 - 7,0	-	-	5 - 7	72 - 75	2

Geotech. typ zeminy	$E_{oed}$ (MPa)	$\nu$	$E_{def}$ (MPa)	$\Phi_{ef}$ (°)	$c_{ef}$ (kPa)	$\Phi_u$ (°)	$c_u$ (kPa)	počet hodnot
GT 5.1	21 - 63	0,32	13,8 - 46,8	29 - 31	1 - 10	-	-	3
GT 5.2	78 - 99	0,26	62 - 81	32 - 37	0 - 6	-	-	2
GT 5.4	1,3 - 69	0,33	10,8 - 45	27 - 32	2 - 6	-	-	2
GT 8.1	61 - 81	0,28	48 - 63	33	0 - 10	-	-	3
GT 8.2	195 - 227	0,2	175 - 204	-	-	-	-	3

### 5.3. Charakteristika a geotechnické parametry zemin

Podrobnější začlenění do geotechnických podtypů se opírá o hledisko litologické (resp. zrnitostního) s indexem mechanicko-fyzikálních vlastností zeminy (stupeň konzistence, resp. ulehlosti).

Jednotlivé indexy jsou označené písmeny a, b, c, d, e, f určují stupeň konzistence zemin zastižených v provedených sondách (viz tabulka č.12).

Tabulka č. 12 Rozdělení konzistencí v geol. popisech a geotech. typech zemin.

Index ke geotech. typu zeminy	Popis konzistence	$I_c$
a	měkká	0,25 - 0,49
b	tuhá až měkká	0,50 - 0,65
c	tuhá	0,66 - 0,87
d	tuhá až pevná	0,88 - 0,99
e	pevná	1,00 - 1,19
f	velmi pevná	1,20 - 1,50

Jednotlivé indexy jsou označené písmeny a, b, c, d, e určují stupeň ulehlosti zemin zastižených v provedených sondách (viz tabulka č.13).

Tabulka č. 13 Rozdělení ulehlostí v geol. popisech a geotech. typech zemin.

Index ke geotech. typu zeminy	Popis ulehlosti	$I_d$ [%]
a	velmi kyprý	0 až 15
b	kyprý	15 až 35
c	středně ulehlý	35 až 65
d	ulehlý	65 až 85
e	velmi ulehlý	85 až 100

V následujících tabulkách jsou pro jednotlivé typy zemin uvedeny doporučené hodnoty pro geotechnické výpočty, jedná se o směrné normové charakteristiky. Protokoly všech laboratorních zkoušek jsou uvedeny v samostatné příloze č.3A.

## **Geotechnický typ GT 0:    *navážky***

Zahrnuje konstrukční vrstvy silnic a polních cest včetně podložních upravených zemin. Na základě zastižených navážek byly rozčleněny podtypy:

GT 0.1 – živice, živičná drť,

GT 0.2 – konstrukční vrstva vozovky - makadam; G1

GT 0.3 – šterkovité navážky, G3, G4

GT 0.4 – hlíny písčité až písčité hlíny se šterkem, F4, F2, F3

## **Geotechnický typ GT 1:    *půdy a hlíny***

Zahrnuje orniční humózní vrstvu tmavě hnědé až místy hnědočerné, prokořeněné zeminy a místy vyčleněnou podorniční vrstvu hnědé jílovité hlíny.

Na základě zastižených navážek byly rozčleněny podtypy:

GT 1.1 – ornice, F6, F8

GT 1.2 – podorniční hlíny jílovité, F6, F8

**statigrafie:**    kvartér - holocén

**geneze:**        živinami obohacený půdní profil

**makroskopický popis:** hlíny jílovité, ojediněle s příměsí drobných valounků či úlomků okolních hornin.

**výskyt:** na povrchu do hloubky max. 70 cm

Z podtypu zeminy byl odebrán vzorek, podle geologického popisu jsme je zařadily do třídy F6 podle ČSN 73 6133 podle ČSN 73 3050 do 2. až 3. třídy těžitelnosti a dle TKP-4 do 1. třídy těžitelnosti.

Vrstva zeminy GT 1.1 přijde při zemních pracích skryt, kdežto zeminy podtypu GT 1.2 budou v zářezech odtěženy a v ostatních částech trasy obchvatu budou tvořit silniční podloží. Hlíny GT 1.2 mohou obsahovat malou příměs drobných valounků a kořínků.

Tab. 14.1: *Technologické charakteristiky geotypů*

<b>Podtypy :</b>	<b>1.2</b>
<b>zatřídění dle ČSN 73 6133:</b>	F8 až F6
<b>namrzavost:</b>	VN - NN
<b>vhodnost pro aktivní zónu:</b>	nevhodná
<b>vhodnost použití do násypů:</b>	nevhodná až podm.vh.

## **Geotechnický typ GT 2:    *spraše, sprašové hlíny, sprašové hlíny písčité***

Vymezujeme podtypy:

GT 2.1 – spraše, vápnité hlíny; F6 CL, F6 CI

GT 2.2 – sprašové hlíny; F6 CI, F8 CH

GT 2.3 – hlíny jílovito-písčité; F4 CS

GT 2.4 – hlíny jílovito-písčité až písek prachovitý; F4 CS, S5 SC

**statigrafie:** kvartér - pleistocén

**geneze:** eolický sediment vápnitý (spraše) a odvápněný (sprašové hlíny), redeponovaný (přeplavený)

**makroskopický popis:** hlíny, hlíny jílovité, hlíny jílovito-písčité až písek prachovitý, žlutohnědé, hnědé, hnědožluté, místy s obsahem drobných Ca-konkrecí (cicvářů), Ca-vrstviček a ojediněle i drobných valounků, úlomků okolních hornin.

**výskyt:** připovrchová zóna pod kulturní půdní vrstvou, zejména v úseku trasy cca km 1,5 – 2,7

**mocnost:** dosahuje řádově metrových mocností, maximální mocnost sprašových sedimentů byla zjištěna v sondách J23, HP24, J28 a to 6 až 8 m

Tab. 14.2: Technologické charakteristiky geotypů

Podtypy :	2.1	2.2	2.3	2.4
zatřídění dle ČSN 73 6133:	F6 CL, F6 CI	F6 CI, F8 CH	F4 CS	F4 CS, S5 SC
suchá objem. hmot. $\rho_d$ (kg.m <sup>-3</sup> )	1520 - 1701	1538 - 1611	-	-
max. obj. hm. dle PS $\rho_{d,max}$ (kg.m <sup>-3</sup> )	1650 - 1770	-	1760	-
namrzavost:	VN - NN	VN - NN	NN	NN - N
vhodnost do aktivní zóny:	nevhodná	nevhodná	podm. vh.	podm. vh.
vhodnost použití do násypů:	podm.vh.	nevhodná až podm.vh.	podm. vh.	podm. vh.

Lze je hodnotit jako středně únosné základové půdy, se sklonem k prosedání a rozbřídání.

Podzemní voda se v nich nachází ojediněle a to většinou tam, kde se v jejich podloží nacházejí neogenní jíly.

Tab. 14.2.1: Geotechnické charakteristiky geotypu GT 2.1

geotechnické charakteristiky	objemová hmotnost $\rho$ (kg.m <sup>-3</sup> )	index konzistence	modul deformace $E_{def}$ (MPa)	Poissonovo číslo $\nu$	úhel vnitřního tření efektivní $\phi_{ef}$ (°)	soudržnost efektivní $c_{ef}$ (kPa)	úhel vnitřního tření totální $\phi_u$ (°)	soudržnost totální $c_u$ (kPa)	součinitel konsolidace $c_v$ (m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> )	koefficient filtrace $k_f$ (m.s <sup>-1</sup> )	těžištnost dle ČSN 733050	těžištnost dle TKP4
návrhová hodnota	2030	c	2,0	0,40	19	12	0	54	1,5.10-7	1,3.10-9	3	1
	2000	d	2,8		19	14	0	64				
	1950	e	3,7		20	16	0	78				

Tab. 14.2.2: Geotechnické charakteristiky geotypu **GT 2.2**

návrhová hodnota		geotechnické charakteristiky	
1935	1985	objemová hmotnost $\rho$ (kg.m <sup>-3</sup> )	
d	c	index konzistence	
2.3	1.9	modul deformace E <sub>def</sub> (MPa)	
0,41		Poissonovo číslo $\nu$	
18	17	úhel vnitřního tření efektivní $\varphi_{\text{ef}}$ (°)	
13	10	soudržnost efektivní c <sub>ef</sub> (kPa)	
0	0	úhel vnitřního tření totální $\varphi_u$ (°)	
60	45	soudržnost totální c <sub>u</sub> (kPa)	
8	2,54.10- 8	součinitel konsolidace c <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> )	
9	1,2.10- 9	koeficient filtrace k <sub>f</sub> (m.s <sup>-1</sup> )	
3		těžitelnost dle ČSN 733050	
1		těžitelnost dle TKP4	

Tab. 14.2.3: Geotechnické charakteristiky geotypu **GT 2.3**

geotechnické charakteristiky	
návrhová hodnota	
1885	objemová hmotnost $\rho$ (kg.m <sup>-3</sup> )
d	index konzistence
5	modul deformace E <sub>def</sub> (MPa)
0,36	Poissonovo číslo $\nu$
25	úhel vnitřního tření efektivní $\varphi_{\text{ef}}$ (°)
14	soudržnost efektivní c <sub>ef</sub> (kPa)
0	úhel vnitřního tření totální $\varphi_u$ (°)
50	soudržnost totální c <sub>u</sub> (kPa)
3.10-7	součinitel konsolidace c <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> )
2.4.10-9	koeficient filtrace k <sub>f</sub> (m.s <sup>-1</sup> )
2 - 3	těžitelnost dle ČSN 733050
1	těžitelnost dle TKP4

Tab. 14.2.4: Geotechnické charakteristiky geotypu **GT 2.4**

geotechnické charakteristiky	
1870	objemová hmotnost $\rho$ (kg.m <sup>-3</sup> )
e	index konzistence
7	modul deformace E <sub>def</sub> (MPa)
0,35	Poissonovo číslo $\nu$
27	úhel vnitřního tření efektivní $\varphi_{\text{ef}}$ (°)
14	soudržnost efektivní c <sub>ef</sub> (kPa)
5	úhel vnitřního tření totální $\varphi_u$ (°)
70	soudržnost totální c <sub>u</sub> (kPa)
2.10- 7	součinitel konsolidace c <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> )
2.2.10- 9	koeficient filtrace k <sub>f</sub> (m.s <sup>-1</sup> )
2 - 3	těžitelnost dle ČSN 733050
1	těžitelnost dle TKP4

### **Geotechnický typ GT 3:** *fluvialní, deluviofluvialní a deluvialní sedimenty*

Vymezuje podtypy:

GT 3.1 – jíl plastický, organický, fluvialní; F8 CH

GT 3.2 – jíl písčitý, organický, fluvialní; F4 CS

GT 3.3 – jíl plastický, deluviofluvialní; F6 CI

GT 3.4 – hlína jilovitá s příměsí písčitou a štěrkovitou, deluviofluvialní; F6 CI

GT 3.5 – hlína jilovitá až jíl, deluviofluvialní, deluvialní; F8

GT 3.6 – písek jílovitý, fluviální; S5SC

GT 3.7 – písek středně zrnitý, fluviální; S3 SF

GT 3.8 – šterky hlinité, písčité; G4 GM, G3 GF

GT 3.9 – hlinité sutě; G4 GM

GT 3.10 – jílovité sutě; G5 GC

**statigrafie:** kvartér holocén až pleistocén

**geneze:** fluviální, deluviofluviální a deluviální sediment, redeponované sedimenty

**výskyt:** připovrchová zóna pod kulturní půdní vrstvou

**mocnost:** dosahuje řádově decimetrových až metrových mocností

Tab. 14.3: Technologické charakteristiky geotypů

Vymezujeme fluviální sedimenty:

Podtypy :	3.1	3.2	3.6	3.7	3.8
zatřídění dle ČSN 73 6133:	F8 CH	F4 CS	S5 SC	S3 SF	G4 GM, G3 GF
suchá objem. hmot. $\rho_d$ (kg.m <sup>-3</sup> )	1330	1325	-	-	-
max. obj. hm. dle PS $\rho_{d,max}$ (kg.m <sup>-3</sup> )	1561	-	-	2060	-
namrzavost:	VN	NN	NN	N - MN	NN - N
vhodnost do aktivní zóny:	nevhodná	podm. vh.	podm. vh.	podm. vh.	podm.vh. až vhodná
vhodnost použití do násypů:	nevhodná	podm. vh.	podm. vh.	vhodná	podm.vh. až vhodná

Vymezujeme deluvio-fluviální sedimenty:

Podtypy :	3.3	3.4	3.5
zatřídění dle ČSN 73 6133:	F6 CI	F6 CI	F8
suchá objem. hmot. $\rho_d$ (kg.m <sup>-3</sup> )	1671	-	1595
max. obj. hm. dle PS $\rho_{d,max}$ (kg.m <sup>-3</sup> )	1480 - 1840	-	-
namrzavost:	VN - NN	VN - NN	VN - NN
vhodnost do aktivní zóny:	nevhodná	nevhodná	nevhodná
vhodnost použití do násypů:	podm. vh.	podm. vh.	nevhodná

Vymezujeme deluviální svahové zeminy:

Podtypy :	3.9	3.10
zatřídění dle ČSN 73 6133:	G4 GM	G5 GC
suchá objem. hmot. $\rho_d$ (kg.m <sup>-3</sup> )	-	-
max. obj. hm. dle PS $\rho_{d,max}$ (kg.m <sup>-3</sup> )	1940	
namrzavost:	NN	NN
vhodnost do aktivní zóny:	podm. vh.	podm. vh.
vhodnost použití do násypů:	podm. vh.	podm. vh.



Tab. 14.3.1: *Geotechnické charakteristiky geotypu GT 3.1 - F8*

geotechnické charakteristiky		návrhová hodnota	
objemová hmotnost $\rho$ (kg.m <sup>-3</sup> )		1770	1765
index konzistence		c	d
modul deformace E <sub>def</sub> (MPa)		1,4	2,5
Poissonovo číslo $\nu$		0,42	
úhel vnitřního tření efektivní $\varphi_{ef}$ (°)		15	16
soudržnost efektivní c <sub>ef</sub> (kPa)		5	8
úhel vnitřního tření totální $\varphi_u$ (°)		0	0
soudržnost totální c <sub>u</sub> (kPa)		29	44
součinitel konsolidace c <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> )		4,3.10-7	7
koeficient filtrace k <sub>f</sub> (m.s <sup>-1</sup> )		8,7.10-10	10
těžitelnost dle ČSN 733050		3	
těžitelnost dle TKP4		1	

Tab. 14.3.2: *Geotechnické charakteristiky geotypu GT 3.2 - F4*

geotechnické charakteristiky	
návrhová hodnota	
1800	objemová hmotnost $\rho$ (kg.m <sup>-3</sup> )
d	index konzistence
4,0	modul deformace E <sub>def</sub> (MPa)
0,36	Poissonovo číslo $\nu$
18	úhel vnitřního tření efektivní $\varphi_{ef}$ (°)
14	soudržnost efektivní c <sub>ef</sub> (kPa)
0	úhel vnitřního tření totální $\varphi_u$ (°)
50	soudržnost totální c <sub>u</sub> (kPa)
1,5.10 <sup>-7</sup>	součinitel konsolidace c <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> )
1,3.10 <sup>-9</sup>	koeficient filtrace k <sub>f</sub> (m.s <sup>-1</sup> )
3	těžitelnost dle ČSN 733050
1	těžitelnost dle TKP4

Tab. 14.3.3: *Geotechnické charakteristiky geotypu GT 3.3 - F6*

geotechnické charakteristiky		návrhová hodnota	
objemová hmotnost $\rho$ (kg.m <sup>-3</sup> )	2010	d	e
index konzistence		2,5	3,5
modul deformace E <sub>def</sub> (MPa)		0,40	
Poissonovo číslo $\nu$		19	20
úhel vnitřního tření efektivní $\varphi_{\text{ef}}$ (°)		12	15
soudržnost efektivní c <sub>ef</sub> (kPa)		0	6
úhel vnitřního tření totální $\varphi_u$ (°)		40	70
soudržnost totální c <sub>u</sub> (kPa)		1,5.10-7	
součinitel konsolidace c <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> )		1,1.10-9	
koeficient filtrace k <sub>f</sub> (m.s <sup>-1</sup> )		3	
těžitelnost dle ČSN 733050		1	
těžitelnost dle TKP4			

Tab. 14.3.4: *Geotechnické charakteristiky geotypu GT 3.4 - F6*

geotechnické charakteristiky		návrhová hodnota	
objemová hmotnost $\rho$ (kg.m <sup>-3</sup> )		2140	2100
index konzistence		d	e
modul deformace E <sub>def</sub> (MPa)		3	4
Poissonovo číslo $\nu$		0,40	
úhel vnitřního tření efektivní $\varphi_{ef}$ (°)		20	21
soudržnost efektivní c <sub>ef</sub> (kPa)		12	14
úhel vnitřního tření totální $\varphi_u$ (°)		0	3
soudržnost totální c <sub>u</sub> (kPa)		44	70
součinitel konsolidace c <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> )		1,5.10-7	
koeficient filtrace k <sub>f</sub> (m.s <sup>-1</sup> )		1,3.10-9	
těžitelnost dle ČSN 733050		3	
těžitelnost dle TKP4		1	

Tab. 14.3.5: *Geotechnické charakteristiky geotypu GT 3.5 - F8*

geotechnické charakteristiky		návrhová hodnota
objemová hmotnost $\rho$ (kg.m <sup>-3</sup> )		2050 1970
index konzistence		c d
modul deformace $E_{\text{def}}$ (MPa)		1,4 3,0
Poissonovo číslo $\nu$		0,42
úhel vnitřního tření efektivní $\varphi_{\text{ef}}$ (°)		15 16
soudržnost efektivní $c_{\text{ef}}$ (kPa)		7 9
úhel vnitřního tření totální $\varphi_u$ (°)		0 2
soudržnost totální $c_u$ (kPa)		38 62
součinitel konsolidace $c_v$ (m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> )		6.10- 8
koeficient filtrace $k_f$ (m.s <sup>-1</sup> )		2.4.10- 9
těžitelnost dle ČSN 733050		3
těžitelnost dle TKP4		1

Tab. 14.3.6: *Geotechnické charakteristiky geotypu GT 3.6 - S5*

geotechnické charakteristiky		návrhová hodnota
objemová hmotnost $\rho$ (kg.m <sup>-3</sup> )		1890 1880
index konzistence		c e
modul deformace $E_{\text{def}}$ (MPa)		6,5 14
Poissonovo číslo $\nu$		0,35
úhel vnitřního tření efektivní $\varphi_{\text{ef}}$ (°)		27 29
soudržnost efektivní $c_{\text{ef}}$ (kPa)		4 10
úhel vnitřního tření totální $\varphi_u$ (°)		- -
soudržnost totální $c_u$ (kPa)		- -
součinitel konsolidace $c_v$ (m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> )		2.10- 7
koeficient filtrace $k_f$ (m.s <sup>-1</sup> )		3.10- 9
těžitelnost dle ČSN 733050		2 - 3
těžitelnost dle TKP4		1

Tab. 14.3.7: *Geotechnické charakteristiky geotypu GT 3.7 - S3*

geotechnické charakteristiky		návrhová hodnota
objemová hmotnost $\rho$ (kg.m <sup>-3</sup> )		1785 1850
index ulehlosti		c
modul deformace $E_{\text{def}}$ (MPa)		18 23
Poissonovo číslo $\nu$		0,30
úhel vnitřního tření efektivní $\varphi_{\text{ef}}$ (°)		30 32
soudržnost efektivní $c_{\text{ef}}$ (kPa)		0 1
úhel vnitřního tření totální $\varphi_u$ (°)		- -
soudržnost totální $c_u$ (kPa)		- -
součinitel konsolidace $c_v$ (m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> )		-
koeficient filtrace $k_f$ (m.s <sup>-1</sup> )		2,10- 6
těžitelnost dle ČSN 733050		2 3
těžitelnost dle TKP4		1

Tab. 14.3.8: *Geotechnické charakteristiky geotypu GT 3.8 - G3*

geotechnické charakteristiky	
návrhová hodnota	
1935	objemová hmotnost $\rho$ (kg.m <sup>-3</sup> )
c	index ulehlosti
80	modul deformace E <sub>def</sub> (MPa)
0,28	Poissonovo číslo $\nu$
33	úhel vnitřního tření efektivní $\varphi_{\text{ef}}$ (°)
2	soudržnost efektivní c <sub>ef</sub> (kPa)
-	úhel vnitřního tření totální $\varphi_u$ (°)
-	soudržnost totální c <sub>u</sub> (kPa)
-	součinitel konsolidace c <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> )
1.10-6	koeficient filtrace k <sub>f</sub> (m.s <sup>-1</sup> )
3	těžitelnost dle ČSN 733050
1	těžitelnost dle TKP4

Tab. 14.3.9: Geotechnické charakteristiky geotypu GT 3.9 - G4

geotechnické charakteristiky	objemová hmotnost $\rho$ (kg.m <sup>-3</sup> )	index konzistence	modul deformace $E_{def}$ (MPa)	Poissonovo číslo $\nu$	úhel vnitřního tření efektivní $\varphi_{ef}$ (°)	soudržnost efektivní $c_{ef}$ (kPa)	úhel vnitřního tření totální $\varphi_u$ (°)	soudržnost totální $c_u$ (kPa)	součinitel konsolidace $c_v$ (m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> )	koefficient filtrace $k_f$ (m.s <sup>-1</sup> )	těžištnost dle ČSN 733050	těžištnost dle TKP4
návrhová hodnota	1940	e	70	0,32	32	4	-	-	4.10-7	1.10-7	3	1

Tab. 14.3.10: Geotechnické charakteristiky geotypu GT 3.10 - G5

geotechnické charakteristiky	objemová hmotnost $\rho$ (kg.m <sup>-3</sup> )	index konzistence	modul deformace $E_{def}$ (MPa)	Poissonovo číslo $\nu$	úhel vnitřního tření efektivní $\varphi_{ef}$ (°)	soudržnost efektivní $c_{ef}$ (kPa)	úhel vnitřního tření totální $\varphi_u$ (°)	soudržnost totální $c_u$ (kPa)	součinitel konsolidace $c_v$ (m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> )	koefficient filtrace $k_f$ (m.s <sup>-1</sup> )	těžištnost dle ČSN 733050	těžištnost dle TKP4
návrhová hodnota	1990	e	50	0,32	30	6	-	-	2.10-7	2,2.10-9	3	1

### Geotechnický typ GT 4: neogenní jílovité sedimenty

Vymezujeme podtypy:

GT 4.1 – jíl prachovitý, váp. cicváry, zrnka, okrový; F8CH, F8CV

GT 4.2 – jíl plastický, žlutohnědavý, šedavý, hnědavý; F8CH, F8CV, F6 CI

GT 4.3 – jíl šedý, zelenavě šedý, zvětralý; F8 CV

GT 4.4 – jíl prachovitý, písčité laminy; F6

GT 4.5 – jíl písčitý; F4 CS

GT 4.6 – jíl se štěrskem, F2 CG

**statigrafie:** terciér, neogén

**geneze:** fluviální sediment

**výskyt:** pod kvartérními sedimenty, prakticky v celém zájmovém území

**mocnost:** dosahuje řádově metrových mocností až několika desítek metrů od km 0,7

Tab. 14.4: Technologické charakteristiky geotypů

Podtypy :	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6
zatřídění dle ČSN 73 6133:	F8 CH, CV	F8 CH, CV, F6 CI	F8 CV	F6	F4 CS	F2 CG
suchá objem. hmot. $\rho_d$ (kg.m <sup>-3</sup> )	1652	1438 - 1885	1263	1651	-	-
max. obj. hm. dle PS $\rho_{d,max}$ (kg.m <sup>-3</sup> )	1190 - 1350	-	-	-	-	-

Podtypy :	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6
namrzavost:	VN	VN - NN	VN	VN - NN	NN	NN
vhodnost do aktivní zóny:	nevhodná	nevhodná	nevhodná	nevhodná	podm. vh.	podm. vh.
vhodnost použití do násypů:	nevhodná	nevhodná	nevhodná	podm. vh.	podm. vh.	podm. vh.

Jejich základní geotechnické parametry se zdají být dobré. Odstranění původního napětí těchto zemin denudací má za následek odpružení této zóny směrem vzhůru a nárůst smykových napětí, která se mohou projevit až vytvořením trhlin. Tyto pak zhoršují technické vlastnosti jílu a je třeba k nim přihlížet zejména při budování trvalých zářezů nebo odřezů. Je třeba dbát na necitlivé stavební zásahy, kdy hrozí vznik nebo oživení sesuvů.

Tab. 14.4.1: Geotechnické charakteristiky geotypu **GT 4.1** - F8

geotechnické charakteristiky	objemová hmotnost $\rho$ (kg.m <sup>-3</sup> )	index konzistence	modul deformace $E_{def}$ (MPa)	Poissonovo číslo $\nu$	úhel vnitřního tření efektivní $\phi_{ef}$ (°)	soudržnost efektivní $c_{ef}$ (kPa)	úhel vnitřního tření totální $\phi_u$ (°)	soudržnost totální $c_u$ (kPa)	součinitel konsolidace $c_v$ (m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> )	koefficient filtrace $k_f$ (m.s <sup>-1</sup> )	těžištnost dle ČSN 733050	těžištnost dle TKP4
návrhová hodnota	2015	<b>d</b>	3,0	0,42	17	17	0	58	4.10-8	2,6.10-9	3	1
	1990	<b>e</b>	4,0		18	19	0	80				

Tab. 14.4.2: Geotechnické charakteristiky geotypu **GT 4.2** - F8, F6

geotechnické charakteristiky	objemová hmotnost $\rho$ (kg.m <sup>-3</sup> )	index konzistence	modul deformace $E_{def}$ (MPa)	Poissonovo číslo $\nu$	úhel vnitřního tření efektivní $\phi_{ef}$ (°)	soudržnost efektivní $c_{ef}$ (kPa)	úhel vnitřního tření totální $\phi_u$ (°)	soudržnost totální $c_u$ (kPa)	součinitel konsolidace $c_v$ (m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> )	koefficient filtrace $k_f$ (m.s <sup>-1</sup> )	těžištnost dle ČSN 733050	těžištnost dle TKP4
návrhová hodnota	2020	<b>d</b>	3,5	0,41	18	18	0	70	3,27.10-6	1,9.10-9	3	1
	2004	<b>e</b>	5,0		19	20	4	82				

Tab. 14.4.3: Geotechnické charakteristiky geotypu **GT 4.3** - F8

geotechnické charakteristiky	objemová hmotnost $\rho$ (kg.m <sup>-3</sup> )	index konzistence	modul deformace $E_{def}$ (MPa)	Poissonovo číslo $\nu$	úhel vnitřního tření efektivní $\phi_{ef}$ (°)	soudržnost efektivní $c_{ef}$ (kPa)	úhel vnitřního tření totální $\phi_u$ (°)	soudržnost totální $c_u$ (kPa)	součinitel konsolidace $c_v$ (m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> )	koefficient filtrace $k_f$ (m.s <sup>-1</sup> )	těžištnost dle ČSN 733050	těžištnost dle TKP4
návrhová hodnota	1746	<b>c</b>	2,7	0,42	15	6	0	42	4.10-8	2,5.10-9	3	1
	1740	<b>d</b>	3,2		16	8	0	49				

Tab. 14.4.4: Geotechnické charakteristiky geotypu *GT 4.4 - F6*

geotechnické charakteristiky		návrhová hodnota
objemová hmotnost $\rho$ (kg.m <sup>-3</sup> )	c	1980 1970
index konzistence	d	3,5 5,3
modul deformace E <sub>def</sub> (MPa)		0,40
Poissonovo číslo $\nu$		18 20
úhel vnitřního tření efektivní $\varphi_{\text{ef}}$ (°)		12 15
soudržnost efektivní $c_{\text{ef}}$ (kPa)		0 6
úhel vnitřního tření totální $\varphi_u$ (°)		50 70
soudržnost totální $c_u$ (kPa)		2,10- 7
součinitel konsolidace $c_v$ (m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> )		1,1,10- 9
koeficient filtrace $k_f$ (m.s <sup>-1</sup> )		3
těžitelnost dle ČSN 733050		1
těžitelnost dle TKP4		

Tab. 14.4.5: Geotechnické charakteristiky geotypu *GT 4.5 - F4*

geotechnické charakteristiky		návrhová hodnota	
objemová hmotnost $\rho$ (kg.m <sup>-3</sup> )		1890	1885
index konzistence		e	d
modul deformace $E_{\text{def}}$ (MPa)		4,0	6,1
Poissonovo číslo $\nu$		0,36	
úhel vnitřního tření efektivní $\varphi_{\text{ef}}$ (°)		25	26
soudržnost efektivní $c_{\text{ef}}$ (kPa)		12	14
úhel vnitřního tření totální $\varphi_u$ (°)		0	5
soudržnost totální $c_u$ (kPa)		50	72
součinitel konsolidace $c_v$ (m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> )		3.10-7	
koeficient filtrace $k_f$ (m.s <sup>-1</sup> )		2.3.10-9	
těžitelnost dle ČSN 733050		3	
těžitelnost dle TKP4		1	

Tab. 14.4.6: Geotechnické charakteristiky geotypu *GT 4.6 - F2*

geotechnické charakteristiky	
návrhová hodnota	
1988	objemová hmotnost $\rho$ (kg.m <sup>-3</sup> )
e	index konzistence
10	modul deformace E <sub>def</sub> (MPa)
0,36	Poissonovo číslo $\nu$
29	úhel vnitřního tření efektivní $\varphi_{\text{ef}}$ (°)
16	soudržnost efektivní c <sub>ef</sub> (kPa)
10	úhel vnitřního tření totální $\varphi_u$ (°)
65	soudržnost totální c <sub>u</sub> (kPa)
3,5,10-7	součinitel konsolidace c <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> )
1,10-9	koeficient filtrace k <sub>f</sub> (m.s <sup>-1</sup> )
3	těžitelnost dle ČSN 733050
1	těžitelnost dle TKP4

## **Geotechnický typ GT 5:      neogenní písčité a štěrkovité sedimenty**

Vymezujieme podtypy:

GT 5.1 – písek jemnozrný, světle šedý, prachovitý, místy jílovité laminy; S4 SM

GT 5.2 – písek středně zrnitý až hrubozrný, místy s příměsí štěrku; S3 SF

GT 5.3 – písek jílovitý, hrubě zrnitý, se štěrkem; S5 SC

GT 5.4 – štěrkJílovitý; G5 GC

GT 5.5 – štěrks příměsí písku; G3 GF

**státigrafie:**    terciér, neogén

**geneze:** fluviální a fluviální terasový sediment

**výskyt:** pod kvartérními sedimenty, zejména v úsecích trasy cca km 2,32 – 3,02 a jako nesourodé převážně štěrkovité polohy v km cca 3,46 až 3,66.

**mocnost:** písky dosahují řádově metrových mocností a štěrkovité sedimenty pak decimetrových až metrových mocností

Tab. 14.5: Technologické charakteristiky geotypů

Podtypy :	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5
zatřídění dle ČSN 73 6133:	S4 SM	S3 SF	S5 SC	G5 GC	G3 GF
suchá objem. hmot. $\rho_d$ (kg.m <sup>-3</sup> )	-	-	-	-	-
max. obj. hm. dle PS $\rho_{d,max}$ (kg.m <sup>-3</sup> )	1890	2060	-	-	-
namrzavost:	NN	N - MN	NN	NN	N - MN
vhodnost do aktivní zóny:	podm. vh.	podm. vh.	podm. vh.	podm. vh.	vhodná.
vhodnost použití do násypů:	podm. vh.	vhodná.	podm. vh.	podm. vh.	vhodná

Tab. 14.5.1: Geotechnické charakteristiky geotypu **GT 5.1** - S4

geotechnické charakteristiky	objemová hmotnost $\rho$ (kg.m <sup>-3</sup> )	index konzistence	modul deformace $E_{def}$ (MPa)	Poissonovo číslo $\nu$	úhel vnitřního tření efektivní $\phi_{ef}$ (°)	soudržnost efektivní $c_{ef}$ (kPa)	úhel vnitřního tření totální $\phi_u$ (°)	soudržnost totální $c_u$ (kPa)	součinitel konsolidace $c_v$ (m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> )	koefficient filtrace $k_f$ (m.s <sup>-1</sup> )	těžištnost dle ČSN 733050	těžištnost dle TKP4
návrhová hodnota	1835	e	25	0,30	30	6	-	-	4.10-7	4,1.10-9	3 – 4	1

Tab. 14.5.2: Geotechnické charakteristiky geotypu **GT 5.2** - S3

geotechnické charakteristiky	objemová hmotnost $\rho$ (kg.m <sup>-3</sup> )	index ulehlosti	modul deformace $E_{def}$ (MPa)	Poissonovo číslo $\nu$	úhel vnitřního tření efektivní $\phi_{ef}$ (°)	soudržnost efektivní $c_{ef}$ (kPa)	úhel vnitřního tření totální $\phi_u$ (°)	soudržnost totální $c_u$ (kPa)	součinitel konsolidace $c_v$ (m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> )	koefficient filtrace $k_f$ (m.s <sup>-1</sup> )	těžištnost dle ČSN 733050	těžištnost dle TKP4
návrhová hodnota	1784	e	40	0,28	35	2	-	-	-	1,5.10-6	3 – 4	1

Tab. 14.5.3: Geotechnické charakteristiky geotypu **GT 5.3** - S5

geotechnické charakteristiky	objemová hmotnost $\rho$ (kg.m <sup>-3</sup> )	index ulehlosti	modul deformace $E_{def}$ (MPa)	Poissonovo číslo $\nu$	úhel vnitřního tření efektivní $\phi_{ef}$ (°)	soudržnost efektivní $c_{ef}$ (kPa)	úhel vnitřního tření totální $\phi_u$ (°)	soudržnost totální $c_u$ (kPa)	součinitel konsolidace $c_v$ (m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> )	koefficient filtrace $k_f$ (m.s <sup>-1</sup> )	těžištnost dle ČSN 733050	těžištnost dle TKP4
návrhová hodnota	1890	b	8	0,35	27	4	-	-	2.10-7	3.10-9	3	1
	1885	d	15		27	8	-	-			3 – 4	

Tab. 14.5.4: Geotechnické charakteristiky geotypu GT 5.4 - G5

geotechnické charakteristiky	objemová hmotnost $\rho$ (kg.m <sup>-3</sup> )	index konzistence	modul deformace $E_{def}$ (MPa)	Poissonovo číslo $\nu$	úhel vnitřního tření efektivní $\varphi_{ef}$ (°)	soudržnost efektivní $c_{ef}$ (kPa)	úhel vnitřního tření totální $\varphi_u$ (°)	soudržnost totální $c_u$ (kPa)	součinitel konsolidace $c_v$ (m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> )	koefficient filtrace $k_f$ (m.s <sup>-1</sup> )	těžitelnost dle ČSN 733050	těžitelnost dle TKP4
návrhová hodnota	1995	c	38	0,31	30	0	-	-	2.10-7	5,2.10-9	3	1
	1988	d	45		32	6	-	-				

Tab. 14.5.5: Geotechnické charakteristiky geotypu GT 5.5 - G3

geotechnické charakteristiky	objemová hmotnost $\rho$ (kg.m <sup>-3</sup> )	index ulehlosti	modul deformace $E_{def}$ (MPa)	Poissonovo číslo $\nu$	úhel vnitřního tření efektivní $\varphi_{ef}$ (°)	soudržnost efektivní $c_{ef}$ (kPa)	úhel vnitřního tření totální $\varphi_u$ (°)	soudržnost totální $c_u$ (kPa)	součinitel konsolidace $c_v$ (m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> )	koefficient filtrace $k_f$ (m.s <sup>-1</sup> )	těžitelnost dle ČSN 733050	těžitelnost dle TKP4
návrhová hodnota	1945	c	60	0,26	33	0	-	-	-	5,5.10-5	2 - 3	1
	1937	e	80		35	0	-	-				

## Geotechnický typ GT 6: křídové písčité a jílovito-písčité sedimenty

Vymezujeme podtypy:

GT 6.1 – písek s prachovitou příměsí; S5 SC

GT 6.2 – písek jílovitý až jíl písčitý, vápnnitý; F4 CS

**statigrafie:** sp. až stř. křída

**geneze:** fluviální sediment

**výskyt:** pod neogenními sedimenty, jediné v úseku trasy cca km 0,4 – 0,7 vyplňují deprese v brněnském masivu (sonda J5, řez pr2).

**mocnost:** dosahuje řádově metrových mocností, ověřených do cca 4 m

Tab. 14.6: Technologické charakteristiky geotypů

Podtypy :	6.1	6.2
zatřídění dle ČSN 73 6133:	S5 SC	F4 CS
namrzavost:	NN	NN
vhodnost do aktivní zóny:	podm. vh.	podm. vh.
vhodnost použití do násypů:	podm. vh.	podm. vh.

Tab. 14.6.1: Geotechnické charakteristiky geotypu GT 6.1 - S5

geotechnické charakteristiky	objemová hmotnost $\rho$ (kg.m <sup>-3</sup> )	index konzistence	modul deformace $E_{def}$ (MPa)	Poissonovo číslo $\nu$	úhel vnitřního tření efektivní $\phi_{ef}$ (°)	soudržnost efektivní $c_{ef}$ (kPa)	úhel vnitřního tření totální $\phi_u$ (°)	soudržnost totální $c_u$ (kPa)	součinitel konsolidace $c_v$ (m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> )	koefficient filtrace $k_f$ (m.s <sup>-1</sup> )	těžištnost dle ČSN 733050	těžištnost dle TKP4
návrhová hodnota	1850	e	22	0,33	29	10	-	-	2.10-7	5,4.10-9	3 – 4	1

Tab. 14.6.2: Geotechnické charakteristiky geotypu GT 6.2 - F4

geotechnické charakteristiky	objemová hmotnost $\rho$ (kg.m <sup>-3</sup> )	index konzistence	modul deformace $E_{def}$ (MPa)	Poissonovo číslo $\nu$	úhel vnitřního tření efektivní $\phi_{ef}$ (°)	soudržnost efektivní $c_{ef}$ (kPa)	úhel vnitřního tření totální $\phi_u$ (°)	soudržnost totální $c_u$ (kPa)	součinitel konsolidace $c_v$ (m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> )	koefficient filtrace $k_f$ (m.s <sup>-1</sup> )	těžištnost dle ČSN 733050	těžištnost dle TKP4
návrhová hodnota	1886	e	16	0,35	26	15	-	-	1,5.10-7	2.10-9	3 – 4	1

## Geotechnický typ GT 7: zvětraliny a horniny devonu

Vymezujeme podtypy:

GT 7.1 – vápence, silně až zcela rozpukané; G3 GF, G5 GC; R6 až R5

GT 7.2 – vápence, silně rozpukané; R5

**statigrafie:** devon

**geneze:** sedimentární horniny

**výskyt:** pod neogenními sedimenty, jedině v úseku trasy cca km 1,3 – 1,46 vyplňují deprese v brněnském masivu (sonda HP16, HP16b, řez pr5).

**zastižená mocnost:** dosahuje ověřených mocností do cca 3 m

Tab. 14.7: Technologické charakteristiky geotypů

Podtypy :	7.1	7.2
zatřídění dle ČSN 73 6133:	G3 GF, G5 GC	R5
namrzavost:	NN - MN	MN
vhodnost do aktivní zóny:	podm. vh. až vh.	vhodná
vhodnost použití do násypů:	podm. vh. až vh.	vhodná



Tab. 14.7.1: Geotechnické charakteristiky geotypu GT 7.1 - R6 až R5

geotechnické charakteristiky	objemová hmotnost $\rho$ (kg.m <sup>-3</sup> )	index konzistence	modul deformace $E_{def}$ (MPa)	Poissonovo číslo $\nu$	úhel vnitřního tření efektivní $\phi_{ef}$ (°)	soudržnost efektivní $c_{ef}$ (kPa)	úhel vnitřního tření totální $\phi_u$ (°)	soudržnost totální $c_u$ (kPa)	součinitel konsolidace $c_v$ (m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> )	koefficient filtrace $k_f$ (m.s <sup>-1</sup> )	těžitelnost dle ČSN 733050	těžitelnost dle TKP4
návrhová hodnota	1963	e	70	0,28	32	2	-	-	3,5.10-7	2,7.10-9	4	1

Tab. 14.7.2: Geotechnické charakteristiky geotypu GT 7.2 - R5

geotechnické charakteristiky	objemová hmotnost $\rho$ (kg.m <sup>-3</sup> )	index konzistence	modul deformace $E_{def}$ (MPa)	Poissonovo číslo $\nu$	úhel vnitřního tření efektivní $\phi_{ef}$ (°)	soudržnost efektivní $c_{ef}$ (kPa)	úhel vnitřního tření totální $\phi_u$ (°)	soudržnost totální $c_u$ (kPa)	součinitel konsolidace $c_v$ (m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> )	koefficient filtrace $k_f$ (m.s <sup>-1</sup> )	těžitelnost dle ČSN 733050	těžitelnost dle TKP4
návrhová hodnota	2400	-	100	0,23	43	75	-	-	-	6,0.10-8	5	1 - 2

## Geotechnický typ GT 8:                      zvětraliny a horniny brněnského masivu (proterozoikum)

Vymezujeme podtypy:

GT 8.1 – eluvium charakteru úlomků hornin metabazitů, místy až částečně rozložené na úlomky s jílovitým tmelem, výplní; tř. R6 – R5

GT 8.2 – amfibolitický diorit, silně zvětralý a rozpukavý; tř. R5

GT 8.3 – amfibolitický diorit, zvětralý a silně rozpukavý; tř. R4

**statigrafie:** proterozoikum

**geneze:** magmatické horniny

**výskyt:** podloží neogenních sedimentů, v úseku trasy cca km 0,4 – 1,3.

**zastižená mocnost:** dosahuje ověřených mocností do cca 3,5 m

Tab. 14.8: Technologické charakteristiky geotypů

Podtypy :	8.1	8.2	8.3
zatřídění dle ČSN 73 6133:	G3 GF	R5	R5 - R4
namrzavost:	MN	MN	MN
vhodnost do aktivní zóny:	vhodná	vhodná	vhodná
vhodnost použití do násypů:	vhodná	vhodná	vhodná

Tab. 12.8.1: Geotechnické charakteristiky geotypu GT 8.1 - R6 až R5

geotechnické charakteristiky	objemová hmotnost $\rho$ (kg.m <sup>-3</sup> )	index konzistence	modul deformace $E_{def}$ (MPa)	Poissonovo číslo $\nu$	úhel vnitřního tření efektivní $\varphi_{ef}$ (°)	soudržnost efektivní $c_{ef}$ (kPa)	úhel vnitřního tření totální $\varphi_u$ (°)	soudržnost totální $c_u$ (kPa)	součinitel konsolidace $c_v$ (m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> )	koefficient filtrace $k_f$ (m.s <sup>-1</sup> )	těžištnost dle ČSN 733050	těžištnost dle TKP4
návrhová hodnota	2300	-	50	0,25	36	46	-	-	-	5.10-9	4	1

Tab. 14.8.2: Geotechnické charakteristiky geotypu GT 8.2 - R5 až R4

geotechnické charakteristiky	objemová hmotnost $\rho$ (kg.m <sup>-3</sup> )	index konzistence	modul deformace $E_{def}$ (MPa)	Poissonovo číslo $\nu$	úhel vnitřního tření efektivní $\varphi_{ef}$ (°)	soudržnost efektivní $c_{ef}$ (kPa)	úhel vnitřního tření totální $\varphi_u$ (°)	soudržnost totální $c_u$ (kPa)	součinitel konsolidace $c_v$ (m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> )	koefficient filtrace $k_f$ (m.s <sup>-1</sup> )	těžištnost dle ČSN 733050	těžištnost dle TKP4
návrhová hodnota	2500	-	100	0,23	43	75	-	-	-	-	4	1-2

Tab. 14.8.3: Geotechnické charakteristiky geotypu GT 8.3 - R4

geotechnické charakteristiky	objemová hmotnost $\rho$ (kg.m <sup>-3</sup> )	index konzistence	modul deformace $E_{def}$ (MPa)	Poissonovo číslo $\nu$	úhel vnitřního tření efektivní $\varphi_{ef}$ (°)	soudržnost efektivní $c_{ef}$ (kPa)	úhel vnitřního tření totální $\varphi_u$ (°)	soudržnost totální $c_u$ (kPa)	součinitel konsolidace $c_v$ (m <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> )	koefficient filtrace $k_f$ (m.s <sup>-1</sup> )	těžištnost dle ČSN 733050	těžištnost dle TKP4
návrhová hodnota	2570	-	150	0,2	49	100	-	-	-	-	5	2

## 5.4. Hydrogeologické práce

V rámci podrobné etapy průzkumu byl provedeny vsakovací zkoušky (10 ks) podél celé trasy obchvatu a expresní hydrodynamické zkoušky (3 ks) na nově provedených hydrogeologických vrtech.

### 5.4.1 VSAKOVACÍ ZKOUŠKY

Z hlediska posouzení vhodnosti vsakování srážkových vod bylo ověřeno 10 míst, kde byly provedeny vsakovací zkoušky. Místa VS1 až VS5 a místa VS8 až VS10 byla určena pro mělké podpovrchové vsakování, ostatní byla vytipována na základě výsledků inženýrsko-geologického průzkumu v místech s výskytem písčitých propustnějších sedimentů. Metodika a použité přístroje jsou popsány v kapitole 3.2.4. Součástí přílohy č.4A jsou protokoly všech vsakovacích zkoušek.

Vyhodnocením vsakovacích zkoušek byly stanoveny koeficienty vsaku  $k_v$  a hydraulická vodivost  $k$  (kromě sondy VS7), které přehledně uvádíme v následující tabulce č. 15. Dále jsou v tabulce uvedeny údaje významné pro posouzení vhodnosti pro vsakování:

- Údaje o hladině podzemní vody pod terénem byly získány v době provádění průzkumu, které bylo srážkově průměrné (od 11. do 17.3. 2016).
- Údaje o obsahu jemnozrnných částic v případě odběru vzorku zeminy a o zatřídění zeminy dle ČSN 73 6133.
- Údaje o délce zkoušky pro přepočet koeficientu vsaku pomocí opravného součinitele doby trvání zkoušky (Říha, J., 2015).

Tabulka č.15: Výsledky vsakovacích zkoušek

Sonda	Hloubka (m)	Výška vodního sloupce ve vrtu (m)	Délka zkoušky (min)	Geotechnický typ	ČSN 73 6133	Koeficient vsaku (m/s)	Hydraulická vodivost (m/s)	Hladina podzemní vody pod terénem (m)	Obsah jemnozrnných částic (%)
VS1	0,78	0,15	136	GT 1.2 a dno GT 2.1	F6 CI	5,7E-06	2,3E-06	-	83
VS2	0,40	0,15	135	GT 2.2 a dno GT 4.1	F6	2,7E-06	1,1E-06	-	-
VS3	2,80	0,15	137	GT 2.2	F6 CI	5,8E-06	2,6E-06	-	87
VS4	0,70	0,25	126	GT 1.2 a dno GT 2.2	F6 CI	4,6E-07	2,9E-07	-	89
VS5	0,55	0,15	137	GT 2.2	F6	1,2E-05	4,6E-06	4,0	-
VS6	4,04	0,15	127	GT 5.2	S3 SF	4,5E-06	2,7E-06	-	15
VS7	3,84	proměnná, výpočet platí pro výšku 0,65	122	GT 5.2	S3 SF	1,4E-05	-	-	14
VS8	0,88	0,30	160	GT 3.1 a dno GT 4.1	F8 CH	4,8E-08	3,2E-08	-	83
VS9	1,02	0,25	156	GT 3.3 a dno GT 3.5	F6 / F8	5,5E-05	2,1E-05	3,5	-
VS10	0,76	0,30	135	GT 2.3	F4 CS	2,6E-07	1,1E-07	-	65

V místě výskytu eolických sedimentů geotechnického typu **GT 2.1, 2.2 a 2.3** byly realizovány 6 ks vsakovacích zkoušek VS1 až VS5 a VS10 v zeminách třídy F6 CI (ČSN 73 6133). Hydraulická vodivost prostředí se pohybovala v rozpětí  $1,1 \cdot 10^{-7}$  až  $4,6 \cdot 10^{-6}$  m/s. Koeficient vsaku ze zkoušek byl vypočten na  $2,6 \cdot 10^{-7}$  až  $1,2 \cdot 10^{-5}$  m/s. Vyšší dosažené hodnoty mohou v provedených mělkých sondách souviset s výskytem makropórů po kořincích rostlinných zbytků či chodbiček živočichů nebo v souvislosti s místní nehomogenitou (splachy apod.).

**Návrhové hodnoty:**  $k_v = 3 \cdot 10^{-6}$  m/s;  $k = 1 \cdot 10^{-6}$  m/s

V místě výskytu neogenních písků geotechnického typu **GT 5.2** byly realizovány 2 ks vsakovacích zkoušek VS6 a VS7 v zeminách třídy S3 SF (ČSN 73 6133). Hydraulická vodivost prostředí byla stanovena pouze ve vrtu VS6  $2,7 \cdot 10^{-6}$  m/s. Koeficient vsaku ze

zkoušek byl vypočten na  $4,5 \cdot 10^{-6}$  až  $1,4 \cdot 10^{-5}$  m/s. Nižší dosažená hodnota může být způsobena vyšší ulehlostí zemin v kombinaci s mírně vyšším obsahem jemnozrnných částic.

**Návrhové hodnoty:**  $k_v = 9 \cdot 10^{-6}$  m/s;  $k = 3 \cdot 10^{-6}$  m/s

V místě výskytu kvartérních organických jílu geotechnického typu **GT3.1** byl realizován 1 ks vsakovacích zkoušek VS8 v zeminách třídy F8 CH (ČSN 73 6133). Hydraulická vodivost prostředí byla zjištěna  $3,2 \cdot 10^{-8}$  m/s. Koeficient vsaku ze zkoušek byl vypočten na  $4,8 \cdot 10^{-8}$  m/s.

**Návrhové hodnoty:**  $k_v = 4 \cdot 10^{-8}$  m/s;  $k = 3 \cdot 10^{-8}$  m/s

V místě sondy VS9, kde se vyskytovaly kvartérní jíl prachovité (tř. F6/F8) geotechnického typu GT 3.3 byla zjištěna řádově neodpovídající hodnota koeficientu vsaku, která může souviset s nehomogenitou v blízkém okolí vrtu (navážky, apod.).

Výsledkem provedených vsakovacích zkoušek je zjištění, že pro podzemní vsakování jsou na lokalitě vhodné pouze neogenní písky GT 5.2, popř. kvartérní písky GT 3.7, které se vyskytují v zářezu Z3, části a, b, tj. v km 2,700 až 3,040.

Relativně vhodné se jeví ještě zvětraliny brněnského masivu v km 0,55 až 0,62, násyp N1, část b., kde se od 1,3 až 2,0 m vyskytují písčito štěrkovitá eluvia s příměsí jemnozrnných částic.

Pro budování povrchového plošného vsakování pomocí podélných vsakovacích příkopů, v územích nesvažitých s doplněním v jejich podloží rýhou vyplněnou štěrkem, jsou relativně vhodné eolické prachovité a prachovito-písčité zeminy (tř. F6, F4, S5).

Zcela nevhodné pro vsakování je území trasy 3,38 až 4,18.

#### 5.4.2 HYDRODYNAMICKÉ ZKOUŠKY

Ve dnech 22.4. až 27.4. 2016 byly na lokalitě provedeny 3 ks expresních hydrodynamických zkoušek. Sací koš instalovaného čerpadla byl vždy umístěn cca 0,5 m nad dno vrtu. Délka odpadního potrubí při čerpání byla 20 až 25 m po směru proudění podzemní vody.

Tabulka č.16: Údaje z čerpacích a stoupacích zkoušek

Čerpaný objekt	Zkouška	Délka zkoušky	Vydatnost $Q_{\text{prům}}$	Dosažené snížení při čerp. zk.	Hladina pod terénem na konci čerpací zkoušky	Hladina pod terénem na konci stoupací zkoušky	Dosažený vzestup hladiny při stoupací zk.
		h:min	l/s	m	m	m	m
HP16b	čerpací	3:30	0,215	0,28	4,94	-	-
	stoupací	0:30	-	-	-	4,78	0,16
HP24	čerpací	0:15	0,080	4,59	8,22	-	-
	stoupací	1:15	-	-	-	7,80	0,42
HP43	čerpací	Σ2:05	0,222	4,15	5,26	-	-
	stoupací	Σ1:50	-	-	-	1,47	3,79

Hydraulické parametry byly stanoveny z expresních čerpacích a stoupacích zkoušek, které byly realizovány na vrtech HP16b, HP24 a HP43 HJ446. Údaje o průběhu zkoušek a jejich grafickém vykreslení jsou součástí přílohy 4B.

Pro hydraulické výpočty z čerpacích (pumping test) a stoupacích (recovery test) zkoušek byl použit program AquiferWin32. K výpočtu hodnot koeficientu transmisivity byla použita metoda Jacobovy přímkové transformace (Cooper, Jacob 1946). V tabulce č.17 jsou pak uvedeny výsledky z provedených hydrodynamických zkoušek.

Tabulka č.17: Výsledky hydrodynamických zkoušek

VRT	Zkouška	Koeficient	
		Transmisivity	Hydraulické vodivosti
		T m <sup>2</sup> /s	k m/s
HP16b	čerpací	8,43.10 <sup>-5</sup>	4,08.10 <sup>-5</sup>
HP24	čerpací	1,01.10 <sup>-6</sup>	4,31.10 <sup>-7</sup>
	stoupací	1,68.10 <sup>-6</sup>	3,91.10 <sup>-6</sup>
HP43	čerpací - 1	1,71.10 <sup>-5</sup>	1,74.10 <sup>-5</sup>
	čerpací - 2	1,79.10 <sup>-5</sup>	1,81.10 <sup>-5</sup>
	stoupací -2	1,72.10 <sup>-5</sup>	1,74.10 <sup>-5</sup>

V tabulce č.18 uvádíme reprezentativní velikosti hydraulických parametrů a jejich klasifikační zařazení dle propustnosti hornin (Jetel, 1982a, upraveno dle Krásný, J. et al., 2012) a zařazení dle klasifikace velikosti transmisivity kolektoru (Krásný, J.1970a, 1986a, 1993a).

Tabulka č.18: Reprezentativní velikosti hydraulických parametrů a jejich klasifikační zařazení

VRT	Třída propustnosti označení hornin podle propustnosti	Třída transmisivity označení velikosti transmisivity kolektoru	Koeficient	
			Transmisivity	Hydraulické vodivosti
			T m <sup>2</sup> /s	k m/s
HP16b	IV. mírně propustné	IV. nízká	8,43.10 <sup>-5</sup>	4,08.10 <sup>-5</sup>
HP24	V. dostí slabě propustné	V. velmi nízká	1,43.10 <sup>-6</sup>	2,17.10 <sup>-6</sup>
HP43	IV. mírně propustné	IV. nízká	1,72.10 <sup>-5</sup>	1,74.10 <sup>-5</sup>

## 5.5. Geofyzikální průzkum pro trasu

Terénní práce proběhly dne 31. 3. 2016. V první etapě byly vytyčeny zájmové úseky trasy a byl prosekán úsek profilu B pro měření MEM. Dále bylo odměřeno 6 položení MRS dlouhých 73,5 m až 98 m na profilech A (km 0,445 až 0,647), B (1,300 až 1,450) a C (km 2,970 až 3,070) a byl proměřen 200 m dlouhý úsek profilu B metodou MEM s krokem elektrod 2 m.

Spojenou interpretací všech použitých geofyzikálních metod na podkladu výsledků metod MRS a MEM byly vytvořeny geologicko-geofyzikální řezy profilu profilu B (také včetně podložení hloubkovým rezistivním řezem dle MEM) a pouze MRS na profilech A a C.

Na profilu A byl pod větší částí vysokého násypu N1 hloubkově upřesněn průběh skalního podloží brněnského masivu zastižený sondami J6 a J6b.

Na profilu B byl hloubkově upřesněn průběh skalního podloží devonských vápenců, zastižených vrtem HP16, a to v ose obchvatu v místě hlubokého zářezu Z1.

Profil C nehodnotíme, neboť byl proveden nad rámec úkolu a pouze dokládá rozvrstvení mechanicky stmelenějších či pevnějších sedimentů od nadložních méně ulehých či konzistenčně méně pevných.

Všechny výsledky z geofyzikálního průzkumu jsou uvedeny podrobně v příloze č.6. Interpretace průběhu skalních podloží z geofyzikálního průzkumu byly začleněny do podélného geotechnického řezu trasou obchvatu a je součástí přílohy č.1.B.

## 6. ROZČLENĚNÍ HLAVNÍ TRASY A PŘELOŽEK SOUVISEJÍCÍCH KOMUNIKACÍ

V následující tabulce č. 19 je trasa rozdělena na jednotlivé úseky, které vedou v zářezu, násypu nebo po povrchu terénu s vyznačením jejich maximálních výšek, mostních objektů, vrtů. Staničení jednotlivých úseků je dle dodané osy silnice a podélného řezu trasy komunikace.

Tabulka č.19: Rozdělení trasy na jednotlivé úseky

Staničení	Těleso (výška v metrech)	Vrty arch. vrty	Sřety hlavní trasy s objekty stavby
0,39 – 0,76	<b>N1</b> 4,6 - 7,5 -3,2	J2, J5, J6 S1a	SO 111 Okružní křižovatka, střed v km 0,42, SO 301 Propustek v km 0,670
0,76 – 1,25	<b>N2</b> 3,2 - 0,8 - 3,3 - 0,0	J10, J11, J12, J14, J15 P1	SO 207 Most přes polní cestu v km 1,140 SO 121 polní cesta
1,25 – 1,64	<b>Z1</b> 0,0 - 4,3 - 0,0	HP16, HP16b, J17 P2	-
1,64 – 1,88	<b>T1</b>	J19 P3	SO 112 Přeložka silnice III/38529 na Chudčice v km 1,850
1,88 – 2,00	<b>Z2a</b> 0,0 - 3,0	J22 -	-
2,00 – 2,23	<b>Z2b</b> 0,0 - 3,0	J23, HP24 -	-
2,23 – 2,28	<b>Z2c</b> 0,0 - 3,0	J26 -	-
2,28 – 2,46	<b>N3</b> 0,0 - 5,7 - 0,0	J28 P4	SO 202 Most přes Sentinský potok v km 2,370
2,46 – 2,70	<b>N4</b> 3,0 - 0,0	J30, J31 -	-
2,70 – 3,04	<b>Z3a</b> 0,0 - 2,7 - 2,2	J32, J34 V17	km 2,740 Propustek SO 122 Polní cesta v km 2,760
3,04 – 3,38	<b>Z3b</b> 2,2 - 2,6 - 0,0	J36, J38, J39 -	SO 203 Most na MK přes sil II/385 v km 3,220 SO 113 Přeložka MK na Sentice
3,38 – 4,08	<b>N5</b> 3,38 - 4,08	J40, J42, HP43, J45, J47 P5, P6	SO 204 Most přes Čebínský potok v km 3,568 SO 311 Přeložení koryta Čebínského potoka
4,08 – 4,28	<b>T2</b>	J48, J49 -	km 4,110 Propustek SO 114 přeložka sil III/38526 v km 4,087 km 4,234 Rámový propust

Vysvětlivky: Z – zářez, N – násyp, T – trasa po terénu,

## 7. POPIS HLAVNÍ TRASY SILNICE

Geotechnické poměry v trase obchvatu Čebína jsou blíže řešeny v pasportech pro jednotlivé dílčí úseky trasy a stavební objekty, jejichž rozdělení pro geotechnické účely je prezentováno v předchozí kapitole 6. Pasporty jsou součástí samostatně vázané přílohy č.8.

Stabilitní výpočty a výsledky jsou řešeny v samostatně vázané příloze č.9. Geotechnické výpočty byly provedeny na 2 příčných profilech zářezů trasy (Z1 a Z2) a na 2 příčných profilech vysokých násypů hlavní trasy.

### 7.1. ZÁŘEZY

Hloubení zářezů a těžba zemin musí být prováděna v přijatelných klimatických podmínkách. Zeminy v zářezu jsou náchylné k vytváření ronových rýh na svazích vlivem dešťových srážek. Je důležité zachycení a odvod povrchových vod přitékajících po stráni k zářezu i při budování zářezu.

#### 7.1.1. ÚSEK 1,250 - 1,640 (Z1)

**Charakteristika objektu:** Maximální hloubka plánovaného zářezu v osově části je 4,3m. Zářez byl pracovní rozdělen do tří částí Z1a až Z1c, přičemž prostřední úsek Z1b se nachází v km 1,330 - 1,411. Dle TP76 se jedná o nenáročnou konstrukci v úseku zářezu Z1a a částečně i Z1c a o náročnou konstrukci v úseku Z1b a část i Z1c.

#### **Geologické poměry:**

Kvartérní zeminy reprezentují především eolické sedimenty – geotechnické typy GT 2.1 a GT 2.2, deluviální hlíny jílovité GT 3.5 a GT 3.4 s příměsí písčitou a úlomků hornin tuhé konzistence, v části zářezu Z1b hlinité a jílovité sutě GT 3.9 a GT 3.10, pevné konzistence.

Podzemní voda byla zastižena pouze v části zářezu Z1b, hydrogeologickými vrty HP16 a HP16b v hloubce 7,6 a 4,9 m s ustálenou hladinou 4,37 m pod terénem.

#### **Geotechnické zhodnocení:**

Stabilitní výpočet byl proveden v km 1.380 a je součástí přílohy č.9.

Stabilita svahů zářezu v km 1.380 ve sklonu 1:1.75 v levé části zářezu (do svahu) je při uvažování nejhorší možné kombinace (zvodněné eluvium vápenců ve spodní části zářezu) stabilně nevyhovující. Stupeň stability v daném případě by bylo možné zvýšit na vyhovující hodnotu provedením štěrkových žeber z lomového kamene u paty svahu (v osově vzdálenosti 3 m). Toto opatření na zvýšení stability platí pro část zářezu Z1b, tj. v délce cca 80 m.

V aktivní zóně budou zeminy geotechnických typů:

- v části zářezu Z1a - GT 1.2, 2.2 a 3.5, tj. zeminy tř. F6 a částečně tř.F8, které jsou nevhodné pro přímé použití do aktivní zóny a bude je třeba vyměnit či upravit vhodným pojivem - vápnem;
- v části zářezu Z1b - GT 3.10 a 4.5, tj. zeminy tř. G5 GC a F4 CS, které jsou podmíněčně vhodné pro přímé použití do aktivní zóny. Vzhledem k možnosti ovlivnění aktivní zóny výskytem podzemní vody nebo od kapilární vztlakovosti, doporučujeme zeminy v aktivní zóně vyměnit a nahradit zeminou vhodnou, nejlépe G3 GF;



- v části zářezu Z1c - GT 2.1, ojediněle GT 2.4 a na začátku úseku GT 3.9, tj. zeminy převážně tř.F6, ojediněle tř.F4 až tř.S5 a na začátku úseku tř. G4 GM. Zeminy jsou převážně nevhodné, místně podmínečně vhodné pro přímé použití do aktivní zóny a bude je třeba vyměnit či upravit vhodným pojivem - vápnem.

Tyto zeminy jsou nebezpečně namrzavé až vysoce namrzavé.

Podzemní voda nebude přímo ovlivňovat aktivní zónu v 1,25 až 1,31 a v km 1,48 až 1,64.

Při případných výronech podzemní vody musí být provedeno odvodnění pomocí odvodňovacích žebířů a vody svedeny do podélných drenů. Odvedení povrchových vod ze zářezu musí být provedeno takovým způsobem, aby nedocházelo k podmáčení aktivní zóny tělesa komunikace.

Vodní režim (dle TP 170) se ukázal v době průzkumu jako:

- v části zářezu Z1a je příznivý (difuzní);
- v části zářezu Z1b je velmi nepříznivý (kapilární), výrony podzemní vody jsou očekávány z eluvia devonských hornin při bázi zářezu ze svahu;
- v části zářezu Z1c je nepříznivý (pendulární).

### 7.1.2. ÚSEK 1,880 - 2,280 (Z2)

**Charakteristika objektu:** Maximální hloubka plánovaného zářezu v osově části je 5,3m. Zářez byl pracovně rozdělen do tří částí Z2a až Z2c. Dle TP76 se jedná o náročnou konstrukci v prostředním úseku Z2b a v krajních úsecích zářezu Z2a a Z2c pak o nenáročnou konstrukci.

#### Geologické poměry:

Kvartérní zeminy reprezentují jednak jíly prachovité, charakteru F6 – geotechnický typ GT 3.3, tuhé až pevné konzistence a jednak sprašové sedimenty, charakteru F6 (GT2.1 a GT 2.2), které jsou do 1,5 až 2,5 tuhé až pevné konzistence a níže pak tuhé, přičemž místy mohou mít tuhou až měkkou konzistenci (vliv výskytu podzemní vody). V podloží se vyskytují neogenní jíly GT 4.1 a GT 4.2 tř. F8 s konzistencí tuhou až pevnou a hlouběji pak s pevnou konzistencí.

Podzemní voda byla zastižena pouze v části zářezu Z2b, hydrogeologickým vrtem HP24 v hloubce 3,7 až 4,4 m s ustálenou hladinou 3,68 m pod terénem. Konzistenčně oslabená místa s indiciemi na možný výskyt podzemní vody byla ve vrtech indikována v hloubce 2,6 až 4,0 m (J22) a 3,0 až 6,4 m (J23).

#### Geotechnické zhodnocení:

Stabilitní výpočet byl proveden v km 2.120 v úseku zářezu Z2b a je součástí přílohy č.9. Stabilita svahů zářezu v km 2.120 ve sklonu 1:1.75 je stabilně nevyhovující, je nutná úprava na mírnější sklon (1:2).

V aktivní zóně budou zeminy geotechnických typů:

- v části zářezu Z2a - GT 2.1, 2.2 a 3.3, tj. zeminy tř. F6 a místně tř.F8, které jsou nevhodné pro přímé použití do aktivní zóny a bude je třeba vyměnit či upravit vhodným pojivem - vápnem;

- v části zářezu Z2b - GT 2.2 a 4.1, tj. zeminy tř. F6 a místně tř.F8, které jsou nevhodné pro přímé použití do aktivní zóny. Vzhledem k možnosti ovlivnění aktivní zóny výskytem podzemní vody nebo od kapilární vztlakovosti, doporučujeme zeminy v aktivní zóně vyměnit a nahradit zeminou vhodnou, nejlépe G3 GF;
- v části zářezu Z2c - GT 4.1 a částečně 2.1, tj. zeminy převážně tř.F8, ke konci zářezu tř.F6. Zeminy jsou převážně nevhodné pro přímé použití do aktivní zóny a bude je třeba vyměnit či upravit vhodným pojivem - vápnem.

Tyto zeminy jsou nebezpečně namrzavé až vysoce namrzavé.

Podzemní voda nebude přímo ovlivňovat aktivní zónu v km 1,88 až 1,92 a v km 2,24 do 2,28.

Při případných výronech podzemní vody musí být provedeno odvodnění pomocí odvodňovacích žebířů a vody svedeny do podélných drénů. Odvedení povrchových vod ze zářezu musí být provedeno takovým způsobem, aby nedocházelo k podmáčení aktivní zóny tělesa komunikace.

Vodní režim (dle TP 170) se ukázal v době průzkumu jako:

- v části zářezu Z2a je nepříznivý (pendulární);
- v části zářezu Z2b je velmi nepříznivý (kapilární), drobné přítoky a zavlhlá místa jsou očekávána na svazích zářezu ze svahu ze sprašových sedimentů;
- v části zářezu Z2c je nepříznivý (pendulární).

Těsně za hranou zářezu je veden vodovodní řad, který zvyšuje potencionální riziko nestability svahu zářezu tím, že v případě úniku vody z řadu může dojít posléze k sesuvu půdy do zářezu.

### 7.1.3. ÚSEK 2,700 - 3,380 (Z3)

**Charakteristika objektu:** Maximální hloubka plánovaného zářezu v osově části je 2,7m. Zářez byl pracovně rozdělen do tří částí Z3a až Z3c. Dle TP76 se jedná o nenáročnou konstrukci.

#### Geologické poměry:

Kvartérní zeminy nejsou příliš mocné, většinou do hloubky 1,2 až 2 m. reprezentují jednak jíly prachovité, charakteru F6 – geotechnický typ GT 3.3, tuhé až pevné konzistence a jednak sprašové sedimenty, charakteru F8 (GT 2.2), které jsou tuhé až pevné konzistence. V části zářezu Z3a a Z3b se hlouběji vyskytují písčité sprašové sedimenty tř. F4/S5 (GT 2.4) a dále písky jílovité tř. S5 (GT 3.6) pevné konzistence a písky (GT 3.7). V podloží těchto částí zářezů se vyskytují neogenní jemnozrnné písky prachovité tř. S4 (GT 5.1) a písky stř. až hrubě zrnité, místy s příměsí drobného šterku tř. S3 SF. V části zářezu Z3c se vyskytují neogenní jíly tř. F8 (GT 4.1 a GT 4.2) tuhé až pevné konzistence. Občasně se v jílech vyskytují jíly s příměsí písku či lamin GT 4.4 (tř.F6) a jíly písčité GT 4.5 (tř.F4).

Podzemní voda byla zastižena pouze v části zářezu Z3c, vrtem J38 v hloubce 3,6 s ustálenou hladinou 3,4 m pod terénem.

#### Geotechnické zhodnocení:

Stabilita nebyla posuzována výpočtem, projektovaný sklon 1:2 bude vyhovující, 1:1,8 jako již nevyhovující.

V aktivní zóně budou zeminy geotechnických typů:

- v části zářezu Z3a - GT 3.3, tj. zeminy tř. F6, které jsou nevhodné pro přímé použití do aktivní zóny a bude je třeba vyměnit či upravit vhodným pojivem - vápnem;
- v části zářezu Z3b - GT 3.6, 5.1, 5.2 a 5.3, tj. zeminy tř. S5, S4 a tř. S3, které jsou podmíněčně vhodné pro přímé použití do aktivní zóny a bude je třeba upravit vhodným hydraulickým pojivem - např. Viacalco C50;
- v části zářezu Z3c - GT 4.1, 4.2, 4.4, 4.5, tj. zeminy převážně tř.F8, místy tř.F6, ojediněle tř.F4. Zeminy jsou převážně nevhodné pro přímé použití do aktivní zóny a bude je třeba vyměnit či upravit vhodným pojivem - vápnem. V km 3,17 až 3,27 doporučujeme, vzhledem k výskytu podzemní vody v zářezu na jeho bázi, výměnu zeminy v aktivní zóně a nahradit ji zeminou vhodnou, nejlépe G3 GF;

Jílovité zeminy jsou nebezpečně namrzavé až vysoce namrzavé, písčité zeminy jsou nebezpečně namrzavé (S4, S5) až namrzavé (S3-SF).

Podzemní voda nebude přímo ovlivňovat aktivní zónu v km 2,70 až 3,14 a v km 3,28 až 3,38.

Při případných výronech podzemní vody na bázi zářezu v úseku v Z3c musí být provedeno odvodnění a vody svedeny do podélných drenů.

Vodní režim (dle TP 170) se ukázal v době průzkumu jako:

- v části zářezu Z3a je příznivý (difúzní);
- v části zářezu Z3b je příznivý (difúzní);
- v části zářezu Z3c je nepříznivý (pendulární), v km 3,18 až 3,265 až velmi nepříznivý (kapilární).

## 7.2. NÁSYPY

Do násypových těles jsou uvažovány zeminy GT2.1, GT3.3 (tř. F6) a GT 2.4, GT 3.6, GT 5.1 (tř.F4/S5) a GT3.9, GT3.10, GT 7.1 (tř.G4/G5), které jsou zařazené do kategorie zemin podmíněčně vhodných bez úpravy pro použití do násypu, v případě prostého násypu je bude nutno upravovat vhodným hydraulickým pojivem (vápnem nebo hydraul. pojivem). Zeminy GT3.7 a 5.2 je možné použít bez úpravy.

*Po dohodě s objednatelem byla vybrána varianta budování násypových těles jakožto vrstevnatý násyp, tj. – střídání 50 cm mocné ztuzující vrstvy tvořené zhutněným nesoudržným materiálem vhodným k přímému použití pro stavbu zemního tělesa bez úpravy a 30 cm mocné poddajné vrstvy tvořené materiálem ze zářezu (předpoklad – převaha zemin charakteru F6, v případě potřeby upravených zemin v závislosti na jejich aktuální vlhkosti a vhodnosti pro hutnění - viz tab.7).*

### 7.2.1. ÚSEK 0,39 - 0,76 (N1)

**Charakteristika objektu:** Násyp hlavní trasy je včetně objektu SO 111 "Okružní křižovatka" a napojení na stávající silnici II/385. Maximální výška plánovaného násypu je 7,5m. Dle ČSN 736133 se jedná o náročnou stavbu a místní geotechnické poměry lze

klasifikovat jako složité, a to vzhledem k proměnlivosti zemin v horizontálním i vertikálním směru.

### Geologické poměry:

Násyp bude budován na mírném svahu se zvlněným skalním podložím v příčném směru tak částečně (úseky N1a a N1b) i v podélném směru. Násyp leží pravděpodobně na příčně zvlněném "platu" brněnského masivu, který v pravé části násypového tělesa prudce upadá směrem k trati do přehlubněného údolí, vyplněného neogenními sedimenty.

Kvartérní zeminy reprezentují redeponované sprašové hlíny (GT 2.2), na konci úseku jíly organické (GT 3.1), jíly prachovité (GT 3.3), hlíny jílovité s písčitou příměsí (GT 3.4), hlíny jílovité (GT 3.5) a písky jílovité (GT 3.6) tuhé až pevné konzistence, a to do hloubky 1,8 až 3,8 m. V části úseku N1b se při povrchu nachází redeponované sedimenty (GT 2.2) s podložními redeponovanými suťmi, které přechází do deluvií (GT 3.10) s celkovou mocností kvartéru 1,25 až 1,7 m. d hloubky 2,2 – 4,5 mají hlinité sedimenty měkkou konzistenci.

Neogenní sedimenty jsou reprezentovány jíly, tuhé až pevné konzistence, které při své bázi mohou obsahovat jíly písčité (GT 4.5, tř. F4 CS), které se střídají s polohami drobného šterku, jílovitého s písčitou příměsí (GT 5.4, tř. G5 GC) - vrt J2 a SP1.

Křídové sedimenty se zde vyskytují v podloží neogenních jílu jako relikty nad skalním podložím. Křídové sedimenty jsou zde zastoupeny písky jílovitými (GT 6.1, tř. S5 SC) a jíly písčitými, silně vápnitými (GT 6.2, tř. F4 CS), které byly zastiženy vrtem J5 v hloubce 8 až 12,4 m. Sedimenty jsou ulehle.

Proterozoické skalní horniny jsou reprezentovány horninami brněnského masivu, zastiženými vrty se jednalo o amfibolitický diorit (J6, J6b) a o kontakt granitu s dioritem (vrt J5), svrchní část je zcela zvětralá tř. R6 - R5 v zastižené mocnosti 0,9 až 1,5 m, dále jsou horniny značně rozpukané a zvětralé tř. R5 o mocnosti 0,8 až 2,5 m, tř. R5.

Podzemní voda byla vázána na propustnější polohy neogenních a křídových sedimentů. Naražená hladina byla v hloubce 8,0 až 9,0 m pod terénem a ustálila se v hloubce 4,3 m. Jelikož je celé *území meliorované* nachází se zde ještě připovrchový horizont podpovrchové vody s ustálenou hladinou 0,38 m pod terénem, naražená hladina byla zjištěna pouze v archivním vrtu S-1 v hloubce 2,5 m. V území je třeba vyřešit převedení vod z meliorací na druhou stranu násypového tělesa.

### Geotechnické zhodnocení:

Geotechnicky posouzen byl nejvyšší násyp v km 0,520, matematické modelování bylo provedeno programem PLAXIS 2D a je součástí přílohy č.9. Geometrie výpočtového příčného řezu je na pr2, přičemž pro násyp platí i příčné řezy pr1 a pr3 (příloha č.1C).

Pro urychlení konsolidace podloží pod tělesem násypu vybudovat plošný drén o mocnosti cca 0,5 m (pro násypy výšky do 3 m: 0,3 m), oddělený od podloží a tělesa násypu filtračně - separační geotextilií. Pro urychlení konsolidace připovrchových nejvíce stlačitelných vrstev navrhujeme provedení vibrovaných šterkových pilířů.

V podloží násypu budou zeminy geotechnických typů:

- v úseku N1a - GT 2.2, 3.3, tj. zeminy tř. F6, které bez úpravy budou po přehutnění splňovat požadavek ČSN 73 6133 min. 5% IBI. Vzhledem k požadavku na urychlení konsolidace násypu je třeba vyměnit zeminy v tloušťce 0,5 m za plošný drén;

- v úseku N1b - GT 2.2, 3.10, tj. zeminy tř. F6 a G5, které bez úpravy budou po přehutnění splňovat požadavek ČSN 73 6133 min. 5% IBI. Vzhledem k požadavku na urychlení konsolidace násypu je třeba vyměnit zeminy v tloušťce 0,5 m za plošný drén;
- v úseku N1c - GT 3.1, tj. zeminy převážně tř.F8, které bez úpravy patrně nebudou po přehutnění splňovat požadavek ČSN 73 6133 min. 5% IBI. Vzhledem k požadavku na urychlení konsolidace násypu je třeba vyměnit zeminy v tloušťce 0,5 m za plošný drén;

V případě potřeby pohybu vozidel po pláni při zvýšené vlhkosti jsou zeminy upravitelné vápnem (GT 2.2, GT 3.3) nebo vhodným hydraulickým pojivem - např. Viacalco C50 (GT 3.10).

### 7.2.2. ÚSEK 0,760 - 1,250 (N2)

**Charakteristika objektu:** Maximální výška plánovaného násypu je 3,2 m.

Dle ČSN 736133 se jedná o nenáročnou stavbu. Místní geotechnické poměry lze klasifikovat jako jednoduché, ikdyž geologická proměnlivost typů zemin se projevuje ve svrchních vrstvách do 1,2 až 3,8 m pod terénem, kde se již směrem do hloubky vyskytují neogenní jíly.

**Geologické poměry:** Ve svrchní části se nachází podorniční hlíny jílovité GT 1.2 do hloubky 0,5 až 0,7 m.

Kvartérní zeminy jsou zastoupeny místy sprašemi (GT 2.1) a redeponovanými sprašovými hlínami (GT 2.2), a to do hloubky 1,3 až 2,2 m. Místy se zde vyskytují deluviofluviální jíly prachovité s příměsí drobných zrn (GT 3.4) a hlíny jílovité (GT 3.5). Konzistence zemin je tuhá a tuhá až pevná konzistence. Celková mocnost kvartérních zemin je 1,7 až 2,6 m.

Neogenní sedimenty tvoří podloží pro těleso násypu a jsou reprezentovány jíly (tř. F8), tuhé až pevné konzistence, které od hloubky 2,3 až 5,6 m mohou nabývat pevných konzistencí.

Podzemní voda nebyla sondami zastižena. Jelikož je celé *území meliorované* může se zde nacházet místy mělký připovrchový horizont podzemní vody či hypodermické vody, který při porušení trubek vlivem stavby násypu následně změní konzistenci zemin pod násypem. Je třeba zvážit jejich výměnu v části pod násypovým tělesem (hloubka uložení: cca 0,9 - 1,0 m).

#### Geotechnické zhodnocení:

Pro násyp platí geometrie příčného řezu pr4 u mostního objektu SO207 (příloha č.1C).

Pro urychlení konsolidace podloží pod tělesem násypu vybudovat plošný drén o mocnosti cca 0,5 m (pro násypy výšky do 3 m: mocnost plošného drénu cca 0.3 m), oddělený od podloží a tělesa násypu filtračně - separační geotextilií.

V podloží násypu budou zeminy geotechnických typů: GT 1.2 a GT 2.2 tj. zeminy tř. F6, které bez úpravy budou po přehutnění splňovat požadavek ČSN 73 6133 min. 5% IBI. Dále se zde na počátku úseku budou vyskytovat zeminy GT 3.5, tj. zeminy tř. F8 které bez úpravy patrně nebudou po přehutnění splňovat požadavek ČSN 73 6133 min. 5% IBI.

Vzhledem k požadavku na urychlení konsolidace násypu je třeba vyměnit zeminy v tloušťce 0,3 m za plošný drén. V případě potřeby pohybu vozidel po pláni při zvýšené vlhkosti jsou zeminy upravitelné vápnem (GT 1.2, GT 2.2, GT 3.5).

### 7.2.3. ÚSEK 2,280 – 2,460 (N3)

**Charakteristika objektu:** Maximální výška plánovaného násypu je 5,7 m.

Dle ČSN 736133 se jedná o náročnou stavbu, místní geotechnické poměry lze klasifikovat jako složité, a to vzhledem k vertikální proměnlivosti vrstev a charakteru svrchních vrstev včetně nepříznivého účinku hladiny podzemní vody, která se může během roku měnit.

#### **Geologické poměry:**

Kvartérní zeminy reprezentují redeponované sprašové hlíny GT 2.2 (tř.F6) do hloubky 3,8 až 8,0 m, tuhé až pevné konzistence, níže pak tuhé konzistence. Ke konci úseku se pod nimi vyskytují spraše GT 2.1 (tř.F6) s tuhou konzistencí. Ojedinele se vyskytují v těchto sedimentech i polohy hlíny jílovito-písčité GT 2.3 (tř.F4 CS) s tuhou až pevnou konzistencí nebo písku jílovitého GT 3.6 (tř. S5 SC) tuhé konzistence.

Neogenní sedimenty začínají od hloubky 5,6 až 8,8 m a jsou reprezentované zeminami písčitého charakteru GT 5.1 (tř. F4CS/S4 SM) a GT 5.2 (tř.S3 SF) o proměnlivé mocnosti, které byly vystřídány v km 2,32 až 2,40 v hloubce 11,4 až 13,5 m plastickými jíly, odpovídající třídě F8CH (GT 4.2) nebo jíly prachovitými s písčitými laminami GT 4.4 (tř.F6). Od km 2,42 do konce úseku je mocnost písčitých sedimentů pouze 1,4 m a pod nimi se vyskytují jílovité zeminy GT 4.4.

Podzemní voda byla zastižena v hloubce 4,5; 4,6; 7,0 a 8,2 m pod terénem, kde byla vázána na písčitéjší polohy kvartérních sedimentů. Ustálila se cca 0,80 m (P4) a 4,0 m (J28) pod úrovní terénu.

#### **Geotechnické zhodnocení:**

Geotechnicky posouzen byl nejvyšší násyp v km 2,380, matematické modelování bylo provedeno programem PLAXIS 2D a je součástí přílohy č.9. Pro násyp platí geometrie příčného řezu pr7 u mostního objektu SO202 (příloha č.1C).

V podloží násypu budou zeminy geotechnických typů: GT 1.2 a GT 2.2 tj. zeminy tř. F6, které bez úpravy budou po přehutnění splňovat požadavek ČSN 73 6133 min. 5% IBI.

Pro urychlení konsolidace podloží pod tělesem násypu vybudovat plošný drén o mocnosti cca 0,5 m, oddělený od podloží a tělesa násypu filtračně - separační geotextilií. Pro urychlení konsolidace připovrchových nejvíce stlačitelných vrstev navrhujeme provedení vibrovaných šterkových pilířů.

V případě potřeby pohybu vozidel po pláni při zvýšené vlhkosti jsou zeminy upravitelné vápnem (GT 1.2, GT 2.2).

### 7.2.4. ÚSEK 2,460 – 2,700 (N4)

**Charakteristika objektu:** Maximální výška plánovaného násypu je 3,0 m.

Dle ČSN 736133 se jedná o nenáročnou stavbu, místní geotechnické poměry lze klasifikovat jako jednoduché.

#### **Geologické poměry:**

Kvartérní zeminy jsou při povrchu tvořeny jíly prachovitými, plastickými GT 3.3 (tř.F6) do hloubky 0,9 m, tuhé až pevné konzistence. Pod nimi se nachází eolické sedimenty reprezentované sprašovými hlínami GT 2.2 (tř. F6) a hlínami jílovitými s písčitými laminami GT 2.3 (tř. F4 CS) s konzistencemi tuhou až pevnou, které se vyskytují do hloubky

1,8 až 3,0 m. Dále se zde nachází spraše GT 2.1 s konzistencí pevnou do hloubky 2,2 m, hlouběji pak s konzistencemi postupně až tuhými.

Neogenní sedimenty nebyly sondami zastiženy. Pravděpodobně začínají od hloubky 4,0 až 5,9 m reprezentované zeminami písčitého charakteru s mocností cca 1 až 2 m, které jsou patrně vystřídány jíly prachovito-písčitými a posléze i plastickými jíly.

Podzemní voda nebyla sondami zastižena.

#### Geotechnické zhodnocení:

V podloží násypu budou zeminy geotechnických typů: GT 3.3, tj. zeminy tř. F6, které bez úpravy budou po přehutnění splňovat požadavek ČSN 73 6133 min. 5% IBI.

Pro urychlení konsolidace podloží pod tělesem násypu vybudovat plošný drén o mocnosti cca 0,3 m, oddělený od podloží a tělesa násypu filtračně - separační geotextilií

V případě potřeby pohybu vozidel po pláni při zvýšené vlhkosti jsou zeminy upravitelné vápnem (GT 3.3).

#### 7.2.5. ÚSEK 3,370 – 4,080 (N5)

**Charakteristika objektu:** Maximální výška plánovaného násypu je 2,5 m.

Dle ČSN 736133 se jedná o náročnou stavbu. Místní geotechnické poměry lze klasifikovat jako složité, a to vzhledem k vertikální proměnlivosti vrstev a charakteru svrchních vrstev včetně nepříznivého účinku hladiny podzemní vody, která se může během roku měnit.

#### Geologické poměry:

Kvartérní zeminy reprezentují pod vrstvou ornice, případně navážek, fluvialní sedimenty, převážně jílovitého charakteru, odpovídající třídám F6, geotechnický typ GT 1.2, GT 3.3, GT 3.4 a třídě F8 GT 3.6. Tyto sedimenty byly zastiženy do 0,6 až 1,4 m pod terénem s konzistencí převážně tuhou až pevnou. Pod nimi se vyskytují organické jíly GT 3.1 (tř. F8), ojediněle GT 3.2 (F4 CS), o mocnosti 0,8 až 2,8 m v části N5a a 0,5 až 0,9 m v části N5b. Konzistence těchto zemin je převážně tuhá, místy tuhá až pevná.

Neogenní sedimenty začínají od hloubky 0,8 až 3,6 m v části N5a a 1,1 až 2,0 m v části N5b. V km 3,48 až 3,86 se při povrchu vyskytují jíly zvětralé tuhé konzistence GT 4.3 (tř. F8 CV), přičemž v přepovrchové části horizontu se místy vyskytují štěrkovité a písčité polohy GT 5.3, 5.4 a 5.5 (tř. S5 SC, G5 GC, G3 G-F) a jsou zvodněné. Mocnost tohoto souvrství je 1,6 až 4,6 m, tj. do hloubky 2,8 až 7,6 m. Neogenní jíly plastické GT 4.1 a GT 4.2 tř. F8 CH tuhých až pevných konzistencí se vyskytují od 2,0 až 7,6 m

Podzemní voda byla zastižena od km 3,46 do km 4,04 v hloubce 1,6 až 3,9 m pod terénem, přičemž se ustálila v hloubce 0,75 až 1,2 m p.t.

#### Geotechnické zhodnocení:

V podloží násypu budou zeminy geotechnických typů: GT 3.3 a GT 3.4, tj. zeminy tř. F6, které bez úpravy budou po přehutnění splňovat požadavek ČSN 73 6133 min. 5% IBI. Dále se zde budou vyskytovat zeminy GT 1.2, které přechází do GT 3.1, tj. zeminy tř. F8 které bez úpravy patrně nebudou po přehutnění splňovat požadavek ČSN 73 6133 min. 5% IBI.

Pro urychlení konsolidace podloží pod tělesem násypu vybudovat plošný drén o mocnosti cca 0,3 m, oddělený od podloží a tělesa násypu filtračně - separační geotextilií

V případě potřeby pohybu vozidel po pláni při zvýšené vlhkosti jsou zeminy upravitelné vápnem (GT 3.3 a GT 3.4) na počátku úseku.

### 7.3. TRASA PO TERÉNU

Niveleta plánované komunikace je vedena po terénu, pouze s minimálními zářezy a násypy. Dle ČSN 736133 se jedná o nenáročné stavby.

#### 7.3.1. ÚSEK CCA 1,640 – 1,880 (T1)

**Geologické poměry:** v místě křížení se silnicí III. tř. se nachází konstrukční vrstvy o mocnosti 0,4 m a pod nimi se nacházejí hlinité navážky s úlomky hornin vel. až 9 cm.

Kvartérní zeminy reprezentují do hloubky 0,7 m hlíny jílovité, podorniční GT 1.2 a pod nimi se nachází sprašové hlíny nevápnité GT 2.2, popř. místy spraše vápnité GT 2.1. Konzistence zemin byla v době průzkumu tuhá (b).

Podzemní voda nebude přímo ovlivňovat aktivní zónu, její výskyt lze očekávat v hloubce větší než 3 m.

#### **Geotechnické zhodnocení:**

V aktivní zóně budou zeminy geotechnického typu GT 1.2, GT 2.2, příp. GT 2.1, tj. zeminy tř. F6, které jsou nevhodné pro přímé použití do aktivní zóny a bude je třeba vyměnit či upravit vhodným pojivem - vápnem.

Tyto zeminy jsou nebezpečně namrzavé až vysoce namrzavé.

Vodní režim je dle TP 170 hodnocen jako příznivý (difúzní) až nepříznivý (pendulární).

#### 7.3.2. ÚSEK CCA 4,08 – 4,20 (T2)

#### **Geologické poměry:**

Kvartérní zeminy jsou tvořeny organickým jílem, charakteru F8 a zasahují do hloubky 1,1 až 2,3 m. Pod nimi se vyskytují neogenní sedimenty, charakteru plastických jílů F8 CV.

Podzemní voda nebude přímo ovlivňovat aktivní zónu, její výskyt lze očekávat v hloubce větší než 3 m.

#### **Geotechnické zhodnocení:**

V aktivní zóně budou zeminy geotechnického typu GT 3.1, tj. zeminy tř. F8, které jsou zcela nevhodné pro přímé použití do aktivní zóny a bude je třeba vyměnit.

Tyto zeminy jsou vysoce namrzavé.

Vodní režim je dle TP 170 hodnocen jako příznivý (difúzní) až nepříznivý (pendulární).

### 7.4. MOSTNÍ OBJEKTY

#### 7.4.1. SO 202 MOST PŘES SENTINSKÝ POTOK

**Charakteristika objektu:** Most SO202 ve staničení 2,370 km je navržen jako monolitický železobetonový přesýpaný rám o jednom poli s délkou přemostění 6,92 m, délka mostu 13,72 m. Volná šířka mostu 9,50 m, šířka mostu 19,97 m. Stojky rámu doplněné svahovými křídly.



### Geologické poměry:

Kvartérní zeminy reprezentují redeponované sprašové hlíny GT 2.2 (tř.F6) do hloubky 5,8 až 6,9 m, tuhé až pevné konzistence, níže pak tuhé konzistence. Na bázi kvartérních sedimentů se střídají polohy jílovité s písčitými GT 3.6 (tř. S5 SC) tuhé konzistence, které jsou zvodněné.

Neogenní sedimenty začínají od hloubky 7,0 až 8,5 m zeminami písčitého charakteru GT 5.1 (tř. F4CS/S4 SM) a GT 5.2 (tř.S3 SF) o proměnlivé mocnosti (3 m a více). Písky jsou ulehle až velmi ulehle. Pod nimi se vyskytují jíly prachovité s písčitými laminami GT 4.4 (tř.F6) a s mocností 1,6 m. Od 13 až cca 14 m byly zastiženy plastické jíly, odpovídající třídě F8CH (GT 4.2) s konzistencí pevnou.

Podzemní voda byla zastižena v hloubce 3,6 a 8,2 m pod terénem, kde byla vázána na písčitéjší polohy kvartérních sedimentů. Ustálila se cca 4,0 až 4,1m pod úrovní terénu.

Laboratorní rozběr podzemní vody prokázal, že z hlediska kritérií ČSN EN 206-1 nedosahuje agresivita podzemní vody stupně XA1, ale obsah síranů je zvýšený.

### Geotechnické zhodnocení:

Základová půda v prostoru objektu je tvořena celkem 9 geotechnickými podtypy, ve střední části zkoumaného profilu vertikálně i horizontálně variabilními a proto jsou základové poměry klasifikovány jako složité.

V důsledku přitížení od v přilehlého vysokého násypu se očekává značné sedání podloží (cca 24 cm), které by se v případě plošného založení mostu projevilo nepřipustným nerovnoměrným sednutím. Z tohoto důvodu je nutné v případě plošného založení uvažovat s dostatečně dlouhým předsypáním násypu. Alternativně možné provést hlubinné založení mostu nebo použít konstrukci objektu, která je na nerovnoměrné sedání málo citlivá (tubosider).

Stavební jámy je nutné pažit (výskyt tuhých redeponovaných sprašových hlín) - omezení přítoku vody pomocí štětovic.

### 7.4.2. SO 203 MOST NA MK DO SENTIC PŘES SIL II/385

**Charakteristika objektu:** Most SO203 ve staničení km 3,220 je navržen jako monolitický předpjatý trám s železobetonovými opěrami s délkou přemostění 26,7 m a délkou mostu 42,9 m. Opěry spojené s rovnoběžnými křídly. Navržený mostní objekt překračuje projektovanou komunikaci II/385.

### Geologické poměry:

Kvartérní zeminy - jíly prachovité F6 CI – geotechnický typ GT 3.3, tuhé až pevné konzistence.

Neogenní sedimenty se ve svrchní části skládají ze souboru převážně jílovitých sedimentů s nepravidelně se střídající jíly (GT 4.1 a GT 4.2), jíly prachovité s písčitými laminami GT 4.4, tř. F6) a písčité polohy GT 4.5 (tř.F4/S5), které jsou zvodněné. Svrchní horizont sahá do hloubky 5,2 až 6,0 m, dále se vyskytují jíly GT 4.2, konzistence tuhé až pevné a od 9,4 až 14,3 m pevné konzistence. Ve vrtu J38 se od 10,8 - 14,3 m vyskytovaly prachovité jíly GT 4.4 tuhé až pevné konzistence s laminami písku jílovitého tuhé konzistence.

Podzemní voda byla zastižena vrtem J38 v hloubce 3,6 m pod terénem a ustálená hladina pak v hl. 3,40 m p.t.

Dle ČSN EN 206-1 nedosáhla agresivita podzemní vody stupně XA.1 a byla hodnocena jako neagresivní.

#### Geotechnické zhodnocení:

Základová půda v prostoru objektu je tvořena celkem 5 geotechnickými podtypy, ve spodní a svrchní části zkoumaného profilu vertikálně i horizontálně variabilními a proto jsou základové poměry klasifikovány jako složité.

Vlastní mostní objekt je klasifikován jako nenáročná konstrukce. Při návrhu základů je nutné postupovat podle zásad 2. geotechnické kategorie, dle ČSN EN 1997-1.

Založení doporučujeme hlubinné na vrtaných velkopřůměrových železobetonových pilotách. V rámci návrhu založení mostu je třeba posoudit i ovlivnění sedání opěr přilehlými násypy (přechodové oblasti). Hloubku pilot doporučujeme realizovat do dostatečné hloubky v podložních neogenních jílech. Je nutné počítat s pažením pilot (výskyt písčitého málo mocných proplátek je možný). Čerpání vody ze stavebních jam je nutné očekávat v hloubkách 3,4 až 6,0 m v neogenních píscích, ve kterých by stavební jáma neměla být ukončena (v tomto případě doporučujeme použití štětovnic). Přítoky do stavebních jam budou zvládnutelné běžnými čerpadly uvnitř stavební jámy.

#### 7.4.3. SO 204 MOST PŘES ČEBÍNSKÝ POTOK

**Charakteristika objektu:** Most SO204 ve staničení km 3,568 je navržen jako monolitický železobetonový přímo pojížděný rám s délkou přemostění 8,08 m a délkou mostu 18,6 m. Stojky rámu monolitické železobetonové doplněné rovnoběžnými křídly. Na mostě je umístěna protihluková stěna SO 702.

#### Geologické poměry:

Kvartérní zeminy reprezentují pod vrstvou ornice, fluviální sedimenty, převážně jílovitého charakteru, odpovídající třídám F6 a F8, geotechnický typ GT 3.2. Od hloubky 1,0m (příp. 1,20m) do 2,70m (příp. 2,80m) byla zjištěna poloha jílu s výraznou organickou příměsí GT 3.1.

Neogenní sedimenty začínají od hloubky 2,70m reprezentované zeminami písčitého charakteru S5CS (GT 4.4), které byly vystřídány v hloubce 4,30 plastickými jíly, odpovídající třídě F8CH (GT 4.1).

Podzemní voda byla zastižena v hloubce 3,9 m pod terénem, kde byl vázána na písčitéjší polohy neogenních sedimentů a ustálená hladina pak v hl. 1,05 až 1,2 m p.t.

Laboratorní rozběr podzemní vody prokázal, že z hlediska kritérií ČSN EN 206-1 jde o vodu neútočnou vůči betonu.

#### Geotechnické zhodnocení:

Základová půda v prostoru objektu je tvořena celkem 6 geotechnickými podtypy, ve svrchní části zkoumaného profilu vertikálně i horizontálně variabilními, včetně mělce se vyskytující podzemní vody a proto jsou základové poměry klasifikovány jako složité. Vlastní mostní objekt je klasifikován jako nenáročná konstrukce. Při návrhu základů je nutné postupovat podle zásad 2. geotechnické kategorie, dle ČSN EN 1997-1.

Založení doporučujeme hlubinné na vrtaných velkopřůměrových železobetonových pilotách. Hloubku pilot doporučujeme realizovat do dostatečné hloubky v podložních neogenních jílech.

Je nutné počítat s pažením (výskyt písčitých málo mocných proplástků je možný). Čerpání vody ze stavebních jam je nutné očekávat v hloubkách 1,0 až 4,5 m v neogenních píscích a organických jílech. Doporučujeme použití štetovnic. Přítoky do stavebních jam budou zvládnutelné běžnými čerpadly uvnitř stavební jámy.

#### 7.4.4. SO 207 MOST NA POLNÍ CESTĚ PŘES SIL II/385

**Charakteristika objektu:** Most SO207 ve staničení km 1,140 je navržen jako monolitický železobetonový přímo pojížděný rám s délkou přemostění 7,0 m a délkou mostu 29,3 m. Stojky rámu monolitické železobetonové doplněné rovnoběžnými křídly. Na mostě je umístěna protihluková stěna SO 701.

##### Geologické poměry:

Kvartérní zeminy reprezentují sprašové hlíny tř.F6 – geotechnický typ GT 2.2, tuhé konzistence.

Neogenní sedimenty začínají od hloubky 0,4 až 2,2 m a tvoří je jíly prachovité s cíváry, tř. F8 s tuhou až pevnou konzistencí - GT 4.1. Od hloubky 1,2 až 3,8 m se vyskytují plastické jíly tř.F8 tuhé až pevné konzistence a od hloubky 4,7 – 7,2 m pak pevné konzistence.

Podzemní voda nebyla sondami J14 a SP13 zastižena.

Vzhledem k tomu, že nebyla hladina podzemní vody zastižena, je prostředí hodnoceno jako neagresivní.

##### Geotechnické zhodnocení:

Základová půda v prostoru objektu je tvořena celkem 3 geotechnickými podtypy, v nejsvrchnější části zkoumaného profilu vertikálně i horizontálně variabilními, jinak hlouběji monotónní profil z neogenních jílu. Základové poměry jsou klasifikovány jako jednoduché. Vlastní mostní objekt je klasifikován jako nenáročná konstrukce. Při návrhu základů je nutné postupovat podle zásad 2. geotechnické kategorie, dle ČSN EN 1997-1.

Založení doporučujeme hlubinné na vrtaných velkopřůměrových železobetonových pilotách. Hloubku pilot doporučujeme realizovat do dostatečné hloubky v podložních neogenních jílech.

#### 7.4.5. KOROZNÍ PRŮZKUM PRO MOSTNÍ OBJEKTY

Pro založení všech zkoumaných stavebních objektů (propustku přes občasnou vodoteč v km 0.665, SO 207, SO 202, SO 203 a SO 204) byl proveden v únoru 2016. Podrobný popis výsledků průzkumu je uveden v samostatné příloze č.5.

Přepočtené proudové hustoty se na všech bodech **ZKP-1** až **ZKP-16** pohybují v poměrně úzkém intervalu od 15  $\mu\text{A}/\text{m}^2$  do 96  $\mu\text{A}/\text{m}^2$ , průměrná hodnota u nejohroženějšího So 203 je 60.1  $\mu\text{A}/\text{m}^2$ . To znamená, že pro všechny zkoumané stavební objekty je nutno provést základní ochranná opatření stupně č. 3 pětistupňové škály dle TP 124 MD.

V případě železobetonové konstrukce s předpokladem sacího efektu BP (most, nadjezd) - provést kombinaci primární ochrany dle ČSN ISO 9690 (73 1215) a ČSN EN 206 (73 2403), tab. 3 a případné sekundární ochrany dle TP, čl. 5.2 a konstrukční opatření podle TP124 článek 5.3, bez propojení výztuže a bez jejího vyvedení na povrch konstrukce.

→ předpokládáme (ideálně nevodivé) oddělení stavby od spodní stavby základů - horizontální hydroizolace, které je zároveň součástí ochrany horní stavby proti BP a snižuje sací efekt BP.

→ doporučujeme izolovat tělesa železobetonových prvků základů od vodivějších (jílovitých) zemin svislou izolační fólií, či impregnací betonu v kontaktu se zemínou (eventuálně je možné při malé hmotnosti stavby použít i nekovové výztuže základů – plasty, dle zkušeností projektanta, např.: <http://www.benda-trade.cz/>) nebo vodonepropustných nevodivých betonů. Pokud jde o založení mostu piloty spoléhající na třetí únosnost, tak při zmenšení sacího efektu stavby použitím nevodivých ložisek mostovky postačí zvýšení krytí armování.

#### Při eventuálních přeložkách úložných zařízení:

- u všech překládaných ocelových potrubí používat vnější izolaci „zesílenou“ u ocelových plynovodů nejlépe potrubí dle DIN 30670 N – v (extrudovaný polyetylén). Svárové spoje izolovat pomocí smršťovacích manžet či pásek;
- při uložení ocelových potrubí v ocelových chráničkách použít nevodivé uložení a utěsnění čel chrániček podle požadavků ČSN 03 8376.

## 8. POPIS SOUVISEJÍCÍCH STAVEBNÍCH OBJEKTŮ

### 8.1. SO 112 – PŘELOŽKA SILNICE III/38529 NA CHUDČICE

**Charakteristika objektu:** Niveleta v cca km 1,86 obchvatu je vedena po terénu, částečně v násypu do 1m výšky.

**Sondy:** J20, J21, P3

**Geologický profil:** Konstrukční vrstva vozovky včetně živice zde dosahuje mocnosti 0,25 až 0,45 m. Pod touto vrstvou se nacházejí navážky charakteru štěrku ostrohranného písčito-hlinitého (tř. G5 GC) až hlíny s úlomky (tř.F2 CG) o mocnosti 0,1 až 0,55. Celková mocnost navážek dosahuje tedy 0,55 až 0,9 m.

Mimo stávající komunikaci se pod humózním horizontem 0,35 až 0,4 m nachází spraše GT 2.1, tuhé, popř. tuhé až pevné konzistence (tř. F6 CL). Ojediněle se mohou vyskytnout i jíly prachovité GT 3.3 (tř.F6 CI), tuhé až pevné konzistence. Vodní režim vozovky je nepříznivý (pendulární).

**Doporučení:** Vzhledem i k šířkové úpravě stávající komunikace doporučujeme odstranění stávajících navážek včetně sejmutí okolní humózní vrstvy a následné provedení jednotné úpravy spočívající v nahrazení stávajících zemin v tloušťce min. 0,5 m. Aktivní zóna od podloží musí být oddělena filtračně-separační geotextilií (TP 97).

### 8.2. SO 113 – PŘELOŽKA MK NA SENTICE

**Charakteristika objektu:** Niveleta v cca km 3,2 obchvatu je vedena v násypu 0 až 4m výšky a přiléhá k mostnímu objektu SO203.

**Sondy:** J38, J39, SP37

**Geologický profil:** Navážky konstrukční vrstvy při kraji místní komunikace byly zastiženy navážky o mocnosti 0,35 m. Pod navážkami se vyskytují hlíny jílovité GT 1.2 (tř.F6) a jíly prachovité GT 3.3 (tř.F6) do 1,0 až 1,4 m.

**Základové poměry dle ČSN 736133:** nenáročná stavba, místní geotechnické poměry lze klasifikovat jako jednoduché. Násyp přiléhá k mostnímu objektu SO203, který převádí místní komunikace přes navrženou silnici, která je vedena v zářezu. Hladina podzemní vody nebude mít vliv na stavbu násypového tělesa, vodní režim je nepříznivý (pendulární).

**Geometrie příčného řezu:** pr8

**Přímé podloží násypu:** Geotechnické typy: GT1.2 a GT3.3 (dle ČSN 736133 tř. F6).

**Doporučení:** Vzhledem k zajištění jednotné úpravy pod tělesem násypu doporučujeme odstranění stávajících navážek včetně sejmutí okolní humózní vrstvy a následné provedení jednotné úpravy spočívající v nahrazení stávajících zemin v tloušťce min. 0,4 m vhodným materiálem, který bude splňovat IBI min 5%. Aktivní zóna od podloží musí být oddělena filtračně-separační geotextilií (TP 97). Opatření doporučujeme sladit s požadavky na přechodovou oblast mostního objektu. V přechodu násypového tělesa do aktivní zóny stávající komunikace doporučujeme zlepšení zeminy vápnem.

### 8.3. SO 114 – PŘELOŽKA SILNICE III/38526

**Charakteristika objektu:** Niveleta v cca km 4,1 je vedena po terénu, lokálně pak v násypu/zářezu do 1m a napojuje se na silnici do Čebína.

**Sondy:** J48, VS10

**Geologický profil:** Po sejmutí humózní vrstvy se zde budou vyskytovat spraše vrstevnaté s písčitou příměsí, směrem od hloubky 0,8 m více písčité GT 2.3 (tř.F4 CS), tuhé až pevné konzistence.

**Doporučení:** Zeminy v aktivní zóně nevyhoví požadavkům ČSN 73 6133. Zeminy jsou upravitelné po přidání vápna. Tloušťka úpravy se bude řídit ČSN 73 6133, tabulka 5. Dle výsledků zkoušek vychází tloušťka na min. 0,5 m. Podzemní voda nebude ovlivňovat aktivní zónu vozovky, vodní režim je nepříznivý (pendulární).

### 8.4. SO 118 – PŘELOŽKA MK V HRADČANECH

**Charakteristika objektu:** Niveleta je vedena po terénu až za koncem obchvatu, u Hradčan.

**Sondy:** J49

**Geologický profil:** Po sejmutí humózní vrstvy se zde budou pravděpodobně vyskytovat jíly plastické, organické GT 3.1 (tř.F8) tuhé až pevné konzistence.

**Doporučení:** Zeminy v aktivní zóně nevyhoví požadavkům ČSN 73 6133. Zeminy jsou nepoužitelné do aktivní zóny dle ČSN 73 6133, tabulce 1. V tomto úseku je třeba počítat s výměnou aktivní zóny v tloušťce min. 0,5 m. Aktivní zóna od podloží musí být oddělena filtračně-separační geotextilií (TP 97). Vodní režim je nepříznivý (pendulární).

### 8.5. SO 121 - POLNÍ CESTA V KM 1,260

**Charakteristika objektu:** Niveleta je vedena v zářezu, nejhlubší část dosahuje 3 m.

**Sondy:** J14, SP13, P1

**Geologický profil:** Po sejmutí humózní vrstvy se zde budou vyskytovat sprašové hlíny GT 2.2 (tř.F6) tuhé konzistence o mocnosti 0,4 až 2,2 m a pod nimi neogenní jíly prachovité GT 4.1 (tř.F8) do hloubky 1,2 až 3,8 m, tuhé až pevné konzistence a dále neogenní jíly plastické (tř.F8), tuhé až pevné konzistence.

**Doporučení:** Zeminy v aktivní zóně nevyhoví požadavkům ČSN 73 6133. Zeminy jsou většinou nepoužitelné do aktivní zóny dle ČSN 73 6133, tabulka 1. V tomto úseku je třeba počítat s výměnou aktivní zóny v tloušťce min. 0,5 m. Aktivní zóna od podloží musí být oddělena filtračně-separační geotextilií (TP 97). Vodní režim je příznivý (difúzní).

### 8.6. SO 122 - POLNÍ CESTA V KM 2,760

**Charakteristika objektu:** Niveleta je vedena v násypu do 1m a po terénu.

**Sondy:** J31, J32, VS6

**Geologický profil:** Po sejmutí humózní vrstvy se zde budou vyskytovat jíly prachovité, plastické GT 3.3 (tř.F6) v mocnosti cca 0,6 – 0,75 m. V podloží se vyskytují spraše nebo písky jílovité.

**Doporučení:** Zeminy v aktivní zóně nevyhoví požadavkům ČSN 73 6133. Zeminy jsou upravitelné po přidání vápna. Tloušťka úpravy se bude řídit ČSN 73 6133, tabulka 5. Dle výsledků zkoušek vychází tloušťka na min. 0,5 m. Pro podloží násypu zeminy vyhoví požadavkům ČSN 73 6133 na IBI min 5% bez úpravy. Zeminy je třeba pod násypem přehutnit a dodržet míru zhutnění 92% Proctor Standard. Podzemní voda nebude ovlivňovat aktivní zónu vozovky, vodní režim je příznivý (difúzní).

### 8.7. SO 123 - POLNÍ CESTA V KM 4,1

**Charakteristika objektu:** Niveleta je vedena po terénu v blízkosti haly s hutním materiálem na konci obchvatu u Hradčan.

**Sondy:** potažmo J48

**Geologický profil:** Po sejmutí humózní vrstvy se zde pravděpodobně budou vyskytovat spraše GT 2.1 (tř.F6) a hlíny jílovito-písčité GT 2.3 (tř.F4 CS), tuhé až pevné konzistence.

**Doporučení:** Zeminy v aktivní zóně nevyhoví požadavkům ČSN 73 6133. Zeminy jsou upravitelné po přidání vápna. Tloušťka úpravy se bude řídit ČSN 73 6133, tabulka 5. Dle výsledků zkoušek vychází tloušťka na min. 0,4 až 0,5 m. Podzemní voda nebude ovlivňovat aktivní zónu vozovky, vodní režim je nepříznivý (pendulární).

## 9. PEDOLOGICKÝ PRŮZKUM

V trase obchvatu bylo celkem provedeno 49 vpichových pedologických sond.

V daných terénních, klimatických a geologických podmínkách se v zájmovém území vytvořily převážně půdy typu **hnědozem** v subtypu **modální, oglejená** nebo **luvická**. Na tyto půdy navazují v menších areálech **černozemě** v subtypu **luvická** a **luvizemě** v subtypu **modální**. V nivních polohách se nacházejí **fluvizemě** v subtypu **modální** a **oglejená** a těž **černice** v subtypu **fluvická**.

Relativně vyšší kvalita humusového horizontu je v úsecích černozemě luvické a černice fluvické (na konci trasy).

Návrh mocnosti skrývky pro **humusový horizont** je většinou totožný s mocností proorávané vrstvy - ornice, pouze v akumulovaných úsecích a u černic dosahuje vyšších mocností. Rozsah mocnosti skrývky na celé délce trasy se tak pohybuje se do 25 a 40 cm, v úseku trasy km 3,82 až 4,10 do 50 až 60 cm.

**Níže uložený zúrodnění schopný horizont** se vyskytuje pouze na krátkých úsecích, je tvořen přechodným horizontem mezi horizonty Ah a Bt nebo u černic přechodem Ac/C. Pod kultivovanou vrstvou ornice dochází k rychlému úbytku obsahu organické hmoty a ztrátě půdní struktury. Od 40-60 cm se začínají projevovat mírné známky oglejení, níže i výraznější. Do hloubky se zvyšuje zastoupení skeletu a dochází k přechodu do těžší textury, převážně jílovitohlinité, níže uložené horizonty jsou tedy těžší než humusový horizont.

Vzhledem k uvedeným vlastnostem tohoto horizontu není jeho skrývka pro účel zúrodnění zemědělských pozemků na většině délky trasy navrhována. Návrh je pro některé úseky uveden jako nezávazný - pro případ, že by nastala potřeba využití tohoto materiálu pro účel rekultivací nebo ohumusování tělesa komunikace. Výsledky jsou uvedeny v příloze č.7.



## 10. ZÁVĚR

Předmětem této zprávy je zpracování podrobného inženýrsko-geologického průzkumu pro obchvat obce Čebína, silnice II/385. Celková délka navržené přeložky je cca 3,85 km.

Podrobný průzkum trasy silnice II/385 Čebín - obchvat zhodnotil pomocí 35 nových jádrových vrtů (z toho 4 trvale vystrojené), 16 statických penetrací a geofyzikálního průzkumu pro trasu inženýrskogeologické poměry jednotlivých objektů, pro něž byl požadován podrobný průzkum.

Z geotechnického hlediska je geologické prostředí, kromě kvartérních a neogenních sedimentů zastižených předběžným průzkumem, budováno podložními křídovými uloženinami, devonskými vápenci a proterozoickými horninami brněnského masivu. Všechny zastižené typy zemin a hornin byly rozděleny do celkem 8 geotechnických typů (vyjma ornice a navážek), které jsou podrobně specifikovány a tabelárně zpracovány v rámci kapitoly 5.

Z předloženého podélného profilu hlavní trasy obchvatu II/385 jsme stanovili rozdělení posuzované trasy pro geotechnické účely do dílčích zemních těles a mostních objektů, které jsou popsány v kapitole 6. Podrobně jsou geologické a geotechnické podmínky hlavní trasy popsány v kapitole 7 a související stavební objekty pak v kapitole 8.

### Z výsledků podrobného průzkumu vyplynulo:

- 1) Převážná část trasy bude mít v **aktivní zóně** nevhodné, popř. podmíněčně vhodné (km 2,80 až 3,04; GT 5.1 a GT 5.2) typy zemin pro přímé použití bez úpravy (ČSN 736133, tab.1). Tyto zeminy jsou převážně nebezpečně namrzavé až vysoce namrzavé, popř. namrzavé GT 5.2. Úpravu zeminy vápnem či její výměnu navrhujeme ve většině částí zářezů či v trase (Z1a, Z1c, Z2a, Z3a, část Z3c a v trase T1), úpravu pojivem např. Viacalco C50 v Z3b v km 2,80 až 3,04 a výměnu aktivní zóny v km 1,33 až 1,41 (Z1b); 2,00 až 2,23 (Z2b); 3,17 až 3,27 (Z3c) a 4,08 až 4,20 (T2). Dávkování a typ pojiva určí zhotovitel stavby na základě provedených hutnících pokusů in-situ ve spolupráci s akreditovanou laboratoří.
- 2) U vysokých násypů (N1 a N3) doporučujeme vybudovat **pod tělesem násypu** plošný drén o mocnosti 0,5m oddělený od podloží a tělesa násypu filtračně-separační geotextilií a pod násypy do 3 m výšky drén o mocnosti 0,3 m (N2, N4 a N5). Pro urychlení konsolidace přepovrchových nejvíce stlačitelných vrstev navrhujeme provedení vibrovaných štěrkových pilířů v km 0,39 až 0,55 a 0,62 až 0,76 (N1) a dále v km 2,28 až 2,46.
- 3) Po dohodě s objednatelem byla vybrána varianta **budování násypových těles** jakožto vrstevnatý násyp, tj. – střídání 50 cm mocné ztužující vrstvy tvořené zhutněným nesoudržným materiálem vhodným k přímému použití pro stavbu zemního tělesa bez úpravy a 30 cm mocné poddajné vrstvy tvořené materiálem ze zářezu (předpoklad – převaha zemin charakteru F6, v případě potřeby upravených zemin v závislosti na jejich aktuální vlhkosti a vhodnosti pro hutnění - viz tab.7). Násypy pro provizorní komunikace a násyp přiléhající k mostnímu objektu je možné budovat jako prostý násyp s využitím zemin ze

- zářezů (vyjma zemin tř. F7, F8), které budou upraveny vhodným pojivem a hutněny po vrstvách.
- 4) V úseku cca 2,33 – 2,355 (zachyceno archivním vrtem P4) byla zastižena poloha jílu s výraznou organickou příměsí a především 3,38 – 4,25 km byly pod půdním horizontem zjištěna poloha plastického **jílu organického** GT 3.1 a GT 3.2. Jedná se o nestabilní a velmi stlačitelné zeminy, které nemohou zajistit kvalitní podloží násypu.
  - 5) **Vodní režim** se během průzkumu ukázal ve většině trasy jako nepříznivý (pendulární) až velmi nepříznivý (kapilární). Většinou nepříznivý se vyskytuje ve staničení: 0,39 až 1,25; 1,41 až 1,64; 1,88 až 2,00; 2,28 až 2,32 a 2,42 až 2,70; 3,04 až 3,38 a 4,08 až 4,20. Velmi nepříznivý pak: km 1,33 až 1,41 (s výrony podzemních vod ze svahu zářezu v eluviích devonu); 2,00 až 2,23 (průsaky vod ze svahů zářezu ve spraších); 3,18 až 3,265; 2,32 až 2,42 a 3,38 až 4,08. Příznivý (difúzní) byl zaznamenán v úsecích km 1,25 až 1,33; 2,70 až 3,04.
  - 6) Informace ohledně **založení mostních objektů** jsou uvedeny v pasportech v příloze č. 8.3 a v kapitole 7.4 zprávy. Z korozního průzkumu vyplynulo, že pro všechny zkoumané stavební objekty je nutno provést základní ochranná opatření stupně č. 3 pětistupňové škály dle TP 124 MD.
  - 7) **Přítoky podzemních vod** do zářezových těles je možné očekávat ve formě pramenních vývěrů na bázi zářezu Z1b ze zvětralin devonských vápenců v km 1,330 až 1,411. Slabé průsaky podzemních vod až zavlhčená (stabilitně oslabená místa) je možné očekávat ve svahu v zářezu Z2b v km 2,000 až 2,230. Hydrodynamickými zkouškami byla orientačně ověřena průtočnost kolektoru (koeficient transmisivity) pro Z1b:  $T = 8,43 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$  a pro Z2b:  $T = 1,43 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ . V místech úpravy vodního toku Čebínka byl ve vrtu HP43 zjištěn koeficient transmisivity  $T = 1,72 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ .
  - 8) Výsledkem provedených vsakovacích zkoušek je zjištění, že pro **podzemní vsakování** jsou na lokalitě vhodné pouze neogenní písky GT 5.2, popř. kvartérní písky GT 3.7, které se vyskytují v zářezu Z3, části a, b, tj. v km 2,700 až 3,040 (koeficient vsaku  $k_v = 9 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ ). Relativně vhodné se jeví ještě zvětraliný brněnské masivu v km 0,55 až 0,62, násyp N1, část b., kde se od 1,3 až 2,0 m vyskytují písčito štěrkovitá eluvia s příměsí jemnozrnných částic. Pro budování **povrchového plošného vsakování** pomocí podélných vsakovacích příkopů, v územích nesvažitých s doplněním v jejich podloží rýhou vyplněnou štěrkem, jsou relativně vhodné eolické prachovité a prachovito-písčité zeminy (tř. F6, F4, S5; koeficient vsaku  $k_v = 3 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ ). Zcela nevhodné pro vsakování je území trasy 3,38 až 4,18 ( $k_v = 4 \cdot 10^{-8} \text{ m/s}$ ).
  - 9) Návrh mocnosti skrývky pro **humusový horizont** je většinou totožný s mocností proorávané vrstvy - ornice, pouze v akumulovaných úsecích a u černic dosahuje vyšších mocností. Rozsah mocnosti skrývky na celé délce trasy se tak pohybuje se do 25 až 40 cm, v úseku trasy km 3,82 až 4,10 do 50 až 60 cm.
  - 10) **Technické problémy** s provozem silnice (existence vodovodního řadu těsně nad zářezem Z2 - možné úniky vod a následná nestabilita svahu) nebo při budování trasy obchvatu, kde v místech výskytu meliorace bude třeba vyřešit převedení vod z meliorací na druhou stranu násypových těles v km 0,39 až 1,30.

Po vyhodnocení výsledků podrobného průzkumu stavby obchvatu Čebína v úseku 0,40 až 4,20 lze konstatovat, že zde nebyla zjištěna zásadní nepříznivá území, jejichž existence by měla za následek doporučení směrové nebo výškové změny trasy stavby.

Nově vybudované hydrogeologické vrty (HP16, HP16b, HP24 a HP43) byly předány objednateli.

### **Doporučení pro geotechnický dozor při výstavbě.**

Na základě výsledků provedeného inženýrsko-geologického průzkumu silnice II/385 Čebín - obchvat, bude nutný geotechnický dozor, který by se měl soustředit zejména na:

- kontrolu míry zhutnění a únosnost zemin a hornin v aktivní zóně zářezů a v podloží násypů
- kontrolu provádění sanačních prací
- dozor při vrtání pilot a přebírky konečných hloubek
- přebírky základových spár plošných základů
- geotechnický monitoring náročných násypových těles metodou hydrostatické nivelace, měření pórových tlaků a potřebná zařízení instalovat před výstavbou násypů
- průběžné sledování hladin podzemní vody v pozorovacích vrtech a v domovních studnách.

V Brně, dne 3.6. 2016

Mgr. Petr Mazáč

*Veškerou problematiku, týkající se tohoto průzkumu je možné konzultovat se zpracovatelem průzkumu.*