



# G-Consult, spol. s r.o.



## OSTRAVA-Hrušov

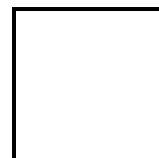
### Rozvojová zóna - předběžný průzkum

#### *Závěrečná zpráva*

Číslo zakázky	2008 0178
Evidenční číslo Geofondu	3289/2008
Účel	Inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum
Etapa	Předběžná
Katastrální území	Ostrava-Hrušov
Kraj	Moravskoslezský
Objednatel	HYDROPROJEKT CZ, a.s.

Zpracoval	Ing. Hippolyte ZOGLOBOSSOU Ing. Šárka ŠÍŠKOVÁ
Schválil	Ing. Michal KOFRONĚ
Datum zpracování	Prosinec 2008 - Leden 2009

Výtisk č.



Řešení uvedené v předkládané zprávě je duševním vlastnictvím společnosti G-Consult, spol. s r.o. Jeho veřejná publikace a další použití nad rámec původního smluvního určení je vázáno na souhlas zpracovatele.

Prvotní dokumentace je uložena v archívu společnosti G-Consult, spol. s r.o.

.....  
Ing. Michal KOFROŇ  
ředitel společnosti

### **Rozdělovník:**

Vyhotovení č. 1 - 4 : HYDROPROJEKT CZ, a.s.  
Vyhotovení č. 5 : Archív G-Consult, spol. s r.o.  
Vyhotovení č. 6 : ČGS-Geofond, Praha



# **OBSAH**

	strana
1. ÚVOD .....	5
1.1. Úvodní údaje .....	5
1.2. Cíl průzkumných prací.....	5
1.3. Požadavky objednatele, předané podklady .....	5
1.4. Stavební dispozice .....	5
2. ROZSAH A METODIKA PRŮZKUMNÝCH PRACÍ .....	6
2.1. Přípravné práce .....	6
2.2. Vrtné práce .....	6
2.3. Vzorkovací práce .....	6
2.4. Polní geotechnické zkoušky - penetrační sondy.....	7
2.5. Laboratorní rozborů .....	8
2.6. Měřické práce .....	8
2.7. Interpretace a syntéza výsledků průzkumných prací .....	9
2.7.1. Sled, řízení a geologická dokumentace vrtů .....	9
2.7.2. Geotechnické práce .....	9
3. STRUČNÝ PŘEHLED PŘÍRODNÍCH POMĚRŮ LOKALITY .....	11
3.1. Morfologické, klimatické a hydrologické poměry .....	11
3.2. Geologické poměry širšího okolí.....	12
3.3. Hydrogeologické poměry .....	13
3.4. Geodynamické jevy .....	13
3.5. Seismicita území .....	14
3.6. Dosavadní prozkoumanost .....	14
4. PODROBNÁ ČÁST.....	15
4.1. Geotechnické typy zemin .....	15
4.1.1. Obecné členění a charakteristika geotechnických typů v trase .....	15
4.1.2. Základní charakteristiky statistických souborů .....	15
4.2. Fyzikálně-mechanické vlastnosti vyčleněných geotechnických typů .....	16
4.2.1. GT1 - fluvialní jemnozrnné zeminy .....	16
4.2.2. GT2 - fluvialní písčité zeminy .....	19
4.2.3. GT3 - fluvialní šterkovité zeminy .....	21
4.2.4. GT4 - marinní jíly až slabě zpevněné jílovce .....	23
4.2.5. GT5 - horniny hrušovských vrstev.....	25
4.3. Hydrogeologické poměry .....	25
4.4. Chemismus podzemní vody v území .....	26
4.5. Zhodnocení základových poměrů.....	27
4.5.1. Základové poměry území .....	27
4.5.2. Zhodnocení vlivu podzemní vody na zakládání.....	27
4.6. Doporučení pro provádění zemních prací .....	28
4.6.1. Návrh sklonů v dočasných výkopech .....	28
4.6.2. Třídy rozpojitelosti zemin a hornin dle ČSN 73 3050 - zemní práce .....	28
4.6.3. Třídy těžitelnosti zemin dle TKP-D - zemní práce .....	28
4.6.4. Zatřídění zemin a hornin podle vrtatelnosti pro vrty a piloty .....	29
4.7. Informace o kontaminaci geoprostředí .....	29
5. ZÁVĚR.....	30



## **PŘÍLOHY**

1. Přehledná situace, M 1 : 25 000
2. Situace rozmístění sond, M 1 : 2 000
3. Situace povrchu předkvartérního podloží, M 1 : 2 500
4. Geotechnické profily realizovaných vrtů, M 1 : 100
5. Interpretované záznamy penetračních sond, M 1 : 100
6. Geotechnické řezy, M 1 : 1 000/100
7. Tabele přehled výsledků laboratorních zkoušek
8. Protokoly výsledků laboratorních zkoušek zemin
9. Křivky zrnitosti
10. Výsledky analytického rozboru podzemní vody
11. Fotografická dokumentace vrtného jádra



## 1. ÚVOD

### 1.1. Úvodní údaje

Na základě poptávky společnosti HYDROPROJEKT CZ a.s., byla vypracována nabídka předběžného inženýrsko-geologického a hydrogeologického průzkumu za účelem ověření geologických a hydrogeologických poměrů a případné kontaminace rozvojového území Hrušov v Ostravě. Na základě předložené nabídky si společnost HYDROPROJEKT CZ a.s., objednala realizaci průzkumných prací dopisem z 25.11.2008.

### 1.2. Cíl průzkumných prací

Cílem průzkumných prací je poskytnout základní údaje o geologické stavbě předmětné lokality, geotechnických vlastnostech základových půd, a definování základových poměrů.

### 1.3. Požadavky objednatele, předané podklady

Rozsah průzkumných prací byl dán objednatelem schválenou nabídkou geologicko-průzkumných prací (rozpočet prací) z listopadu 2008 pod číslem 2008 5188. Požadavky na realizace průzkumu dle schválené nabídky jsou následovně:

- provedení nepažených vrtaných sond do nepropustného podloží,
- provedení dynamických penetračních sond,
- provedení laboratorních zkoušek ke zjištění fyzikálních vlastností zastižených zemin,
- provedení laboratorních rozborů podzemní vody,
- provedení polohopisného a výškopisného zaměření provedených sond,
- interpretace primárních dat,
- závěrečné vyhodnocení průzkumu.

Zadavatel poskytl následující podklady:

- povolení vstupu na předmětné pozemky za účelem realizace průzkumných prací,
- situaci zájmového území s vyznačením podzemních inženýrských sítí.

### 1.4. Stavební dispozice

Zájmové území se nachází severně od centra města Ostravy. Zájmová plocha je ze severu a východu ohraničena ul. Bohumínskou, z jihu železniční tratí ČD Bohumín-Ostrava. V současné době lze posuzovanou lokalitu označit jako brownfield. Rozvojová zóna Hrušov se nachází v k.ú. Ostrava-Hrušov, na souboru státních odvozených map v měřítku 1 : 5 000 je lokalita zobrazena na mapovém listu Bohumín 7-8, 7-9, 8-9.



## 2. ROZSAH A METODIKA PRŮZKUMNÝCH PRACÍ

### 2.1. Přípravné práce

Přípravné práce zahrnovaly následující činnosti:

- ♦ studium archívních materiálů o geologických poměrech území (archív G-Consult, spol. s r.o., Geofond Praha, příslušná literatura),
- ♦ rekognoskaci lokality,
- ♦ splnění podmínek zákona č. 62/1988 Sb. (o geologických pracích) - ohlašovací povinnosti vůči příslušnému úřadu, evidenci geologických prací (v souladu s Vyhl. č. 282/2001 Sb. o evidenci geologických prací),
- ♦ zajištění informací o podzemních inženýrských sítích.

### 2.2. Vrtné práce

V rámci inženýrsko-geologického a hydrogeologického průzkumu byly v prostoru staveniště realizovány **celkem 4 ks jádrových nepažených vrtů** označených J-301 až J-304 do hloubky 9.0 až 13.0 m. Celkem bylo odvrtáno 43.2 bm průzkumných nepažených vrtů (projektováno 50.0 bm).

Vrty byly odvrtány strojními pojezdovými vrtnými soupravami Nordmayer a WIRTH na podvozku Praga V3S, jádrově s průměrem nástroje 220 mm, 195 mm, nasucho, s maximálním výnosem jádra. Zvodnělé horizonty byly propaženy manipulační kolonou  $\phi$  216 mm, jež byla po dokončení vrtu odtěžena. Po skončení vrtných prací byly vrty likvidovány dusaným záhozem. Vrtné jádro bylo umístěno do dřevěných normovaných vzorkovnic. Po provedení prvotní dokumentace (včetně fotodokumentace) a odběru vzorků zemin bylo vrtné jádro skartováno.

V průběhu vrtání byla zaznamenávána úroveň naražené hladiny podzemní vody a následně zaměřena úroveň ustálené hladiny. Vrtání byl po celou dobu přítomen geolog, který usměrňoval průběh vrtání a úrovně vzorkování zemin.

Vrtné práce provedli pracovníci firmy Geoprospekt, s.r.o. ve dnech 10. - 15.12.2008. Technická zpráva o provedení vrtných prací a hlášení vrtné soupravy jsou součástí prvotní dokumentace a jsou uloženy v archívu G-Consult, spol. s r.o.

### 2.3. Vzorkovací práce

#### *Vzorky zemin*

Vzorky zemin byly odebírány z jádrových vrtů tak, aby ověřený geologický profil byl podložen potřebnými hodnotami základních fyzikálně-mechanických vlastností jednotlivých zastížených typů zemin. Odběr vzorků byl prováděn bezprostředně po jejich odvrtání podle instrukcí zodpovědného geologa.

Z vrtů byly odebrány pro laboratorní zpracování tyto vzorky zemin:



- ♦ poloporušené vzorky - byly odebírány v průběhu vrtání do PE sáčků a kalibrovaných hliníkových vzorkovnic, celkem bylo odebráno 8 ks vzorků (projektován odběr 10 ks vzorků)
- ♦ porušené vzorky - byly odebírány v průběhu vrtání do PE sáčků, celkem byly odebrány 8 ks vzorků (projektován odběr 8 ks vzorků)

### ***Vzorky vody***

Celkem bylo odebráno 5 ks vzorků podzemní vody z realizovaných vrtů, dále pak ze starého bezejmenného pozorovacího vrtu (souřadnice: 469 694.13, 1 097 890.59). Vzorky podzemní vody byly odebrány po odvrtání vrtu do PE láhve se stabilizací mletým mramorem pro účely posouzení agresivity vůči betonovým a ocelovým základovým konstrukcím.

## **2.4. Polní geotechnické zkoušky - penetrační sondy**

Sondování dynamické penetrací bylo zvoleno pro zahuštění sítě jádrových vrtů v území rozvojové zóny a pro získání kontinuálních údajů o vlastnostech zemín „*in situ*“.

V rámci průzkumných prací bylo realizováno celkem **16 ks sond těžké dynamické penetrace** (dle ČSN EN ISO 22476-2), označené symbolem DP-101 až DP-116 do hloubky 8.7 - 15.0 m p.t. Celkem bylo provedeno 208 bm penetračních sond (projektováno 195 bm).

Dynamické penetrační sondování bylo provedeno mobilní přenosnou penetrační soupravou LMSR-Vk, výrobce GEOTOOL GmbH. Při zkoušce těžké dynamické penetrace bylo do zeminy zaráženo soutyčí opatřené ztráceným kuželovým hrotem o průměru 43.7 mm, plochy 15 cm<sup>2</sup>, o vrcholovém úhlu 90°, k zarážení byl použit beran o hmotnosti 50 kg s výškou pádu 50 cm. Průměr soutyčí je 32 mm. Kovadlina je pevná, při zkoušce byla používána podložka. Zkouška byla provedena nasucho, bez použití jílového výplachu či vody.

Při dynamické penetrační zkoušce byl zaznamenán počet úderů  $N_{10}$ , potřebný k vniku hrotu do normové hloubky 10 cm. Naměřené hodnoty dynamické penetrace a jejich interpretace jsou uvedeny v *příloze č. 5*. Sondovací práce provedla terénní skupina společnosti G-Consult, spol. s r.o. ve dnech 09.12.2008 - 08.01.2009 pod vedením J. Wludyky.

Potřebný počet úderů na vnik hrotu do normové hloubky 0.1 m je pouze orientačním údajem. Při vyhodnocení geologického prostředí se uvažuje s hodnotou měrného dynamického odporu  $q_d$ . Hodnota  $N_{10}$  jsou vyhodnoceny tak, aby udávaly jednotkový odpor na hrotu  $r_d$  a dynamický odpor na hrotu  $q_d$ . Hodnota  $r_d$  je odhadem zarážecí práce vykonané při penetraci zeminy. Další výpočet, k získání  $q_d$ , pozměňuje hodnotu  $r_d$  tak, aby byla vzata do úvahy setrvačnost soutyčí a beranu pod dopadu s kovadlinkou.

Obvykle používané rovnice jsou následující:

$$q_d = \left( \frac{m}{m + m'} \right) r_d \quad (\text{Pa}) \quad \text{a} \quad r_d = \frac{mgh}{Ae} \quad (\text{Pa})$$

kde:

- $h$  - výška pádu beranu (m)
- $m$  - hmotnost beranu (kg)
- $g$  - gravitační zrychlení (m<sup>2</sup>.s<sup>-1</sup>)
- $A$  - plocha kužele na základně (m<sup>2</sup>)



- $e$  - průměrná penetrace (m/úder)  
 $m'$  - celková hmotnost nástavných tyčí, kovadliny a vodicích tyčí uvažované délky (kg)

Vyhodnocení penetračních sond se provádí jednak kvalitativně formou vykreslení grafu počtu úderů do normové hloubky  $N_{10}$  a penetračního odporu  $q_d$  (jednotka  $q_d$  v grafu je v MPa) a zařazení jednotlivých vrstev do klasifikačních tříd dle platných norem, a jednak kvantitativně, v jehož rámci jsou výpočtově i empiricky stanoveny následující parametry:

- ♦  $E_{def}$  (MPa) - modul přetvárnosti zemín
- ♦  $\varphi_{ef}$  (°) - efektivní úhel vnitřního tření zeminy (nesoudržné zeminy)
- ♦  $c_u$  (kPa) - totální soudržnost zeminy (soudržné zeminy)
- ♦  $\rho_d$  (g.cm<sup>-3</sup>) - objemová hmotnost suché zeminy
- ♦  $I_c$  (1) - stupeň konzistence soudržné zeminy
- ♦  $I_D$  (1) - relativní ulehlost u nesoudržných zemín

## 2.5. Laboratorní rozbor

Veškeré laboratorní práce byly realizovány v laboratořích Unigeo a.s. Laboratorní stanovení byla provedena podle platných čs. norem.

Na odebraných vzorcích byly provedeny následující analýzy:

- ♦ poloporušené vzorky zemín - stanovení fyzikálních vlastností - zrnitostní rozbor, zdánlivá hustota pevných částic, objemová hmotnost, dále přirozená vlhkost, Atterbergovy meze, koeficient filtrace,
- ♦ porušené vzorky zemín - stanovení fyzikálních vlastností - zrnitostní rozbor, zdánlivá hustota pevných částic, koeficient filtrace,
- ♦ vzorek vody - stanovení *základního chemismu* s cílem posouzení agresivity na betonové a ocelové konstrukce

## 2.6. Měřické práce

Veškeré realizované sondy byly výškově a situačně zaměřeny GPS systémem Ashtech Promark 2 s využitím jednofrekvenční antény Ashtech ProAntenna. Terénní data byla vyhodnocena programem Ashtech Solutions a výsledné souřadnice ETRS89 byly do systému S-JTSK převedeny pomocí softwaru Transform. Všechny sondy byly vyneseny do digitální situace v M 1 : 2 000, jejich distribuce je uvedena v příloze č. 2. Měřické práce pro zaměření sond provedli pracovníci společnosti G-Consult, spol. s r.o. ve dnech 08.12.2008 - 12.01.2009.

**Tabulka č. 1. - Seznam souřadnic vrtů**

Vrt	X	Y	$Z_{\text{terén}}$	$Z_{\text{pažnice}}$
J-301	469 730.20	1 097 806.96	200.86	
J-302	469 376.29	1 097 566.34	200.16	
J-303	469 576.22	1 098 090.35	200.68	
J-304	469 391.08	1 097 970.24	201.20	



Vrt	X	Y	Z <sub>terén</sub>	Z <sub>pažnice</sub>
DP-101	469 862.00	1 097 779.45	200.85	
DP-102	469 754.63	1 098 197.38	201.98	
DP-103	469 817.92	1 098 128.39	201.74	
DP-104	469 623.07	1 098 169.81	200.52	
DP-105	469 717.64	1 098 022.21	200.99	
DP-106	469 767.05	1 097 924.73	200.82	
DP-107	469 786.40	1 097 702.10	200.09	
DP-108	469 655.04	1 097 911.71	201.19	
DP-109	469 580.24	1 098 008.26	201.15	
DP-110	469 298.50	1 098 015.00	201.79	
DP-111	469 546.14	1 097 833.37	201.05	
DP-112	469 635.96	1 097 764.74	200.68	
DP-113	469 614.81	1 097 682.30	200.04	
DP-114	469 496.76	1 097 678.58	199.99	
DP-115	469 359.80	1 097 681.70	201.46	
DP-116	469 399.83	1 097 861.21	201.10	
HV-N	469789.75	1098178.21	202.92	203.16
HV-N1	469580.78	1098047.54	200.89	201.39
HV-N2	469694.13	1097890.59	201.10	201.67

## 2.7. Interpretace a syntéza výsledků průzkumných prací

### 2.7.1. Sled, řízení a geologická dokumentace vrtů

Veškeré práce související se sledem, řízením a koordinací prací, dokumentací provedli pracovníci společnosti G-Consult, spol. s r.o.

V průběhu prací byl prováděn trvale sled a řízení tak, aby v případě, že zjištěné skutečnosti byly v rozporu s předpoklady projektu, mohl být modifikován postup a užitá vhodnější průzkumná metoda či pozměněno navržené rozvržení průzkumných děl. Dokumentace a interpretace sond byla prováděna geology společnosti v průběhu sondážních prací kontinuálně, a to podrobným geologickým popisem vrtného jádra. Geologická dokumentace vrtného jádra provedených vrtů je uvedena v příloze č. 4, v nichž jsou rovněž vyznačena místa odběru vzorků. Geologická interpretace penetračních sond jsou uvedeny v příloze č. 5.

### 2.7.2. Geotechnické práce

Hodnocení geotechnických vlastností zemin bylo provedeno podle dosud platných ČSN. Závěrečná zpráva je členěna tak, že obsahuje přehledně zpracované výsledky realizovaných průzkumných prací. Požadované podkladové informace a výstupy průzkumných prací jsou zpracovány s využitím výpočetní techniky a příslušného software. Grafické zpracování výsledků průzkumu zahrnovaly tyto následující práce:

- ♦ úpravy předaných digitálních podkladů a příprava nových podkladů pro geotechnický průzkum



- ♦ vytvoření modelu geologické stavby území s definicí základních vyčleněných geotechnických typů zemin a hornin
- ♦ grafické zpracování výsledků geotechnického průzkumu
- ♦ grafické interpretace penetračních sond
- ♦ konstrukce geotechnických řezů a profilů
- ♦ reprodukce digitálních příloh závěrečné zprávy.

Přílohy byly zpracovány s použitím software AutoCad, Surfer, geotechnické profily sond byly zpracovány s použitím programu Strater.

**Tabulka č. 2. - Přehled realizovaných průzkumných prací**

<b>Druh prací</b>	<b>Rozsah prací</b>
<b>1. Vrtné práce</b>	4 ks jádrových nepažených vrtů, hloubka 9.0 - 13.0 m, celkem 43.2 bm
<b>2. Vzorkovací práce</b>	7 ks poloporušených vzorků zemin 8 ks porušených vzorků zemin 5 ks vzorků podzemní vody
<b>3. Polní zkoušky</b>	16 ks dynamických penetračních sond, hloubka 8.7-15.0 m, celkem 208 bm
<b>4. Laboratorní zkoušky</b>	7 ks stanovení: zrnitost, zdánlivá hustota částic a objemová hmotnost, vlhkost, plasticita, koeficient filtrace 8 ks stanovení: zrnitost, zdánlivá hustota částic, plasticita, koeficient filtrace 5 ks stanovení: agresivita podzemní vody na železobetonové konstrukce
<b>5. Měřické práce</b>	Vytýčení a zaměření celkem 20 ks sond, souřadnice X, Y, Z (JTSK, Balt p.v.)

### 3. STRUČNÝ PŘEHLED PŘÍRODNÍCH POMĚRŮ LOKALITY

#### 3.1. Morfologické, klimatické a hydrologické poměry

Z hlediska geomorfologického náleží širší zájmové území okrsku Ostravská niva, celku Ostravská pánev, oblasti Severní vněkarpatské sníženiny, subprovincii Vněkarpatské sníženiny, provincii Západní Karpaty a systému Alpsko-himalájskému. Podle typologického členění reliéfu (Balatka, Czudek, 1971) je zájmová lokalita charakterizována jako rovina akumulárního rázu, kvartérních struktur, v oblasti nižších fluvialních teras a údolních niv. Nadmořská výška okolí se pohybuje okolo 200 - 202 m n.m.

Z hlediska klimatického náleží zájmové území dle Quitta (1971) do mírně teplé oblasti (MT10) s následujícími klimatologickými charakteristikami:

- ♦ počet letních dnů: 40 až 50
- ♦ počet dnů s průměrnou teplotu 10°C a více: 140 až 160
- ♦ počet mrazových dnů: 110 až 130
- ♦ počet ledových dnů: 30 až 40
- ♦ průměrná teplota vzduchu v lednu: -2 až -3°C
- ♦ průměrná teplota vzduchu v červenci: 17 až 18°C
- ♦ srážkový úhrn ve vegetačním období: 400 až 450 mm
- ♦ srážkový úhrn v zimním období: 200 až 250 mm
- ♦ počet dnů se sněhovou pokrývkou: 50 až 60

Následující tabulky uvádí průměrné měsíční úhrny srážek a průměrné měsíční teploty vzduchu za období 1997 - 2008 z nejbližší klimatologické stanice v Bohumíně vzdálené od zájmové lokality cca 6 km (nadmořská výška stanice 200 m n.m.).

**Tabulka č. 3. - Měsíční úhrn srážek (mm), stanice Bohumín**

rok	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	kumulativ
1997	23.7	12.5	21.4	28.9	97.1	117.2	326.8	48.2	57.8	47.4	78.7	42.2	901.9
1998	30.7	31.8	33.2	45.8	49.6	121.8	94.5	88.1	96.5	84.7	18.6	22.6	717.9
1999	28.3	37.4	35.3	52.8	45.4	187.9	65.7	33.0	30.6	58.0	73.1	17.9	665.4
2000	22.3	24.4	66.7	37.4	80.2	43.8	166.9	62.6	47.3	30.3	78.2	44.8	704.9
2001	49.1	37.9	46.5	78.7	36.3	70.8	172.7	75.9	75.9	26.4	23.5	37.9	731.6
2002	15.0	18.8	15.5	17.3	124.7	131.7	111.7	50.5	120.3	82.1	30.2	35.7	753.5
2003	27.8	5.3	20.8	53.3	72.7	29.4	58.7	36.4	41.0	70.4	22.9	37.5	476.2
2004	39.9	63.9	61.8	26.9	45.3	120.9	62.4	23.5	26.2	64.3	49.1	15.9	600.1
2005	55.7	53.4	17.7	26.7	67.7	62.5	128.0	118.9	33.5	5.0	43.7	86.4	699.2
2006	37.5	39.0	59.9	67.0	73.4	61.9	9.8	151.7	24.4	10.1	47.8	31.5	614.0
2007	45.8	32.8	57.0	9.8	49.1	76.5	103.3	37.0	156.5	43.9	65.3	24.6	701.6
2008	26.2	13.9	19.6	23.6	58.5	86.9	175.9	104.1	63.2	26.3	23.4	44.6	666.2

**Tabulka č. 4. - Měsíční teplota vzduchu (°C) stanice Bohumín**

rok	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1997	-5.0	2.7	4.6	6.3	15.1	18.3	18.4	20.1	14.6	7.5	4.7	1.6
1998	2.1	4.4	4.4	12.1	15.4	18.5	19.4	19.5	14.4	9.7	1.0	-1.9
1999	1.1	0.2	6.0	11.3	14.5	17.5	20.6	18.4	15.9	9.6	3.1	1.0



rok	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2000	-1.2	3.9	5.1	13.1	16.3	18.8	17.5	20.4	13.9	13.8	7.9	2.1
2001	-0.3	1.3	4.8	8.8	15.3	15.7	19.6	19.6	12.8	12.8	2.7	-3.3
2002	-0.2	4.8	6.1	9.2	17.8	18.7	20.8	20.4	13.8	8.1	6.0	-3.5
2003	-1.9	-3.3	3.7	8.0	16.9	19.9	19.8	20.6	14.8	6.6	6.7	1.3
2004	-3.4	1.0	4.3	10.4	13.5	17.0	18.5	19.5	14.6	11.2	4.9	1.6
2005	0.7	-2.7	1.8	10.1	14.8	17.6	19.9	17.1	15.9	10.7	3.5	-0.2
2006	-5.5	-2.4	1.3	10.1	14.7	18.8	23.5	17.5	16.8	11.7	7.3	4.2
2007	4.7	3.3	7.1	11.8	16.8	20.0	20.8	20.2	13.3	8.9	2.5	0.4
2008	2.6	3.9	4.8	9.7	14.5	19.5	19.4	19.1	13.6	10.7	6.3	1.8

Na základě těchto údajů převzatých ze srážkoměrné stanice za období (1997 - 2008) uvádíme přehled extrémních klimatických parametrů za hodnocené období:

- ♦ nejvyšší měsíční úhrn srážek (326.8 mm) - červenec 1997
- ♦ nejnižší měsíční úhrn srážek (5.0 mm) - říjen 2005
- ♦ nejvyšší roční úhrn srážek (901.9 mm) - 1997
- ♦ nejvyšší průměrná měsíční teplota (23.5°C) - červenec 2006
- ♦ nejnižší průměrná minimální teplota (-5.5°C) - leden 1997

Oblast náleží do regionu povrchových vod č. II-B-4-d, což je málo vodná oblast ( $q = 3$  až  $6 \text{ l/s.km}^2$ ), se silně rozkolísaným specifickým odtokem, malou retenční schopností a dosti vysokým koeficientem odtoku  $k = 0.3 - 0.45$  (Vlček, 1971).

Zájmové území je součástí hydrologického povodí řeky Odry s číslem hydrologického pořadí 2-03-02-001 a nachází se v inundačním území bezprostředně za soutokem s řekou Ostravicí. Koryto řeky Odry probíhá ve vzdálenosti cca 150 m od severního okraje zájmového území a je od něj odděleno několik metrů vysokým ochranným protipovodňovým valem.

### 3.2. Geologické poměry širšího okolí

Předkvartérní podloží je tvořeno sedimentárními horninami tzv. uhlonosného produktivního karbonu (svrchní karbon), představovaným hrušovskými vrstvami paralického ostravského souvrství. Tyto vrstvy jsou tvořeny spodním písčitéjším a svrchním, méně písčitéjším oddílem, kde převažují nad pískovci tmavé jílovce a prachovce. V ostravské oblasti mají hrušovské vrstvy průměrnou mocnost 978 m (Beneš, Dopita, 1967). Ve své svrchní části jsou tyto jemnozrnné horniny zvětralé a nabývají charakteru hlinito-písčitého eluvia. V širším okolí lokality se karbonské horniny vyskytují blíže povrchu ve formě tzv. karbonských oken, které představují výraznější elevace v karbonském paleoreliéfu.

Na paleozoické sedimenty nasedají vrstvy miocéních vápnitých jílů, marinní geneze (stáří spodní baden). Jedná se o převážně monotónní souvrství zelenavě až modravě šedých vysokoplastických jílů, místy jemně písčité až obsahujících písčité čočky o mocnosti do několika centimetrů. V daném prostoru dosahují jíly proměnlivých mocností - generálně stovky metrů, v místě redukce vlivem výstupu karbonu řádově metry až první desítky metrů, jejich strop se pohybuje v hloubce mezi 9 až 15 m p.t. Ve svrchní části nabývají tuhé konzistence, níže pak konzistence pevné až tvrdé.

Na těchto sedimentech jsou uloženy kvartérní fluviální sedimenty údolní terasy řeky Odry vyššího a nižšího nivního stupně (stáří holocén). Spodní část terasy je budována fluviálními, dobře opracovanými, písčitými štěrky, místy s vložkami zahliněných písků. Štěrky jsou v této části toku převážně střední velikosti - okolo 5 cm, lokálně ovšem dosahují i 6 - 10 cm. Materiálově převládají pískovce beskydské provenience, dále drobnější křemitý jesenický materiál, akcesoricky rozplavené valouny hornin severského původu. Mocnost terasových štěrků je závislá na silně nerovném předkvartérním povrchu a dosahuje nejčastěji 2 - 10 m. Svrchní část terasy je tvořena písčitými hlínami až jíly mladšího holocénu, často okrově hnědé barvy, naznačující původní sprašoidní charakter těchto redeponovaných zemín. Mocnost náplavů se pohybuje převážně do 1 - 5 m.

Stratigrafický sled ukončují, vzhledem k průmyslovému charakteru širšího okolí, hojně navážky, proměnlivé geneze a mocnosti. Nejčastěji se jedná o skrývku, stavební rum, hlušinu, struskový materiál apod.

### 3.3. Hydrogeologické poměry

Studované území náleží do hydrogeologického rajónu 151: Fluviální a glacigenní sedimenty v povodí Odry, ve kterém jsou významné především fluviální uloženiny dvou základních terasových stupňů Odry. Terasy jsou po petrografické stránce vyplněny štěrky, písčitými štěrky, písky a písky s vložkami jíly.

Hlavním kolektorem podzemní vody, mající přímý vztah k řešenému problému, je kvartérní vrstva štěrků údolní terasy. Mocnost písčito-štěrkové vrstvy činí cca 2 - 10 m, kolektor je zvodnělý v celé své mocnosti. Zvodeň je dotována přítokem z vyšších poloh v povodí a ze srážek, omezeně i břehovou infiltrací z řeky Odry a Ostravice, se kterými je v přímé hydraulické spojitosti. Hladina podzemní vody ověřená nově realizovanými sondami se nachází v hloubce 3.6 až 4.7 m p.t., je mírně napjatá až volná. Koeficient filtrace štěrkovitého kolektoru v řádu  $n \cdot 10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$ .

V nadloží kolektoru se nacházejí málo propustné náplavové hlíny, které s koeficientem filtrace v řádu  $10^{-8}$  až  $10^{-9} \text{ m.s}^{-1}$  plní funkci poloizolátoru. V zájmovém území rozvojové zóny není vyloučen kontakt s hlubším oběhem podzemní vody, protože místy štěrky přímo nasedají na karbonské podloží.

### 3.4. Geodynamické jevy

Podle databáze sesuvných jevů České geologické služby-Geofondu se v zájmovém území nevyskytují evidované sesuvné jevy. Nejbližší potenciální sesuv registrovaný pod číslem 3531 se nachází cca 400 m jižně od zájmového území rozvojové zóny.

Zájmové území je z důlního hlediska součástí chráněného ložiskového území Čs. část Hornoslezské pánve a je situováno ve dvou dobývacích prostorech, dobývací prostor Přívoz č. 20011 (uhlí) a dobývací prostor Přívoz I č. 40047 (zemní plyn vázaný na uhelný sloj).

Zájmové území se dle údajů databáze České geologické služby nachází v poddolovaném území Přívoz č. 4554.

### 3.5. Seismická území

V seismicky aktivních oblastech je nutno dimenzovat stavební konstrukce na síly, vznikající při zemětřesení. Intenzita zemětřesení se označuje podle různých stupnic, z nichž nejznámější je mezinárodní stupnice Mercalliho-Sieberta-Cancaniho (MCS), na jejímž základě byla zpracována mapa seismických oblastí bývalého Československa (Mapa seismických oblastí a hlavních zemětřesení pozorovaných v ČSR v letech 1756 - 1956, ÚSG, 1958; Mapa seismických oblastí na území ČSSR, ČSN 73 0036). Zájmové území rozvojové zóny je dle této stupnice seismicky neaktivní a širší okolí zájmového území lze považovat za seismicky stabilní.

### 3.6. Dosavadní prozkoumanost

Zájmové území patří k oblastem s dobrou geologickou prozkoumaností. V okolí proběhla řada geologickým průzkumů, s inženýrskogeologickým, hydrogeologickým a ložiskově-geologickým zaměřením. Pro zpracování této zprávy byly využity následující literární prameny a archivní zprávy:

#### Mapové podklady:

- ♦ Geologická mapa ČSSR, mapa předčtvrtohorních útvarů 1 : 200 000, list M-34-XIX Ostrava, ÚÚG, 1964
- ♦ Soubor geologických a účelových map, list 15-43 Ostrava, 1 : 50 000, ÚÚG Praha, 1989
- ♦ Mapa kvartérních sedimentů 1:25 000, list M-34-73-B-c, ÚÚG Praha
- ♦ Soubor map fyzicko-geografické regionalizace ČSR, 1 : 500 000, GÚ ČSAV, Brno

#### Textové podklady:

- ♦ CHLUPÁČ, I. et al. (2002): Geologická minulost České republiky, Academia, Praha.
- ♦ MENČÍK, E. et al. (1983): Geologie Moravskoslezských Beskyd a Podbeskydské pahorkatiny, ÚÚG, Praha.
- ♦ MACOUN, J. et al. (1965): Kvartér Ostravska a Moravské brány, ÚÚG, Praha.
- ♦ ŠIŠKOVÁ, Š. (2000): OSTRAVA-Hrušov - brownfield - rešerše, GHE, a.s.
- ♦ ŠMÍT, R. (2001): OSTRAVA-Hrušov-skládka TKO, IV. etapa - HG posouzení, GHE, a.s.
- ♦ KROBOT, P. (2002): OSTRAVA-Hrušov - rozvojové území, GHE, a.s.

## 4. PODROBNÁ ČÁST

### 4.1. Geotechnické typy zemin

#### 4.1.1. Obecné členění a charakteristika geotechnických typů v trase

Pro geotechnické hodnocení jsme syntézou terénních průzkumných prací a výsledků laboratorních analýz vyčlenili v území stavby následující základní litologicko-genetické typy zemin a hornin:

- ◆ Antropogenní uloženiny
- ◆ Povodňové jemnozrnné zeminy vyššího a nižšího stupně (holocén)
- ◆ Eolické jemnozrnné zeminy (pleistocén)
- ◆ Fluviální písčitoštěrkovité zeminy (pleistocén)
- ◆ Miocenní vápnité jíly až slabě zpevněné jílovce (neogén)
- ◆ Horniny svrchního karbonu (hrušovské vrstvy)

Pro účely vyhodnocení základových půd z pohledu jejich fyzikálně-mechanických vlastností byly vyčleněny geotechnické kvazihomogenní typy zemin a hornin, které detailněji hodnotíme v následujícím textu a tabulkách, jejich popis je uveden v rámci *přílohy č.4*. Základní geotechnické typy neobsahují kulturní vrstvy půdy ani antropogenní sedimenty v území. Celkem bylo vyčleněno 5 geotechnických typů, které jsme definovali takto:

- ◆ **GT1** - fluviální jemnozrnné zeminy, třídy F4 - F6
- ◆ **GT2** - fluviální písčité zeminy tříd S2 - S4
- ◆ **GT3** - fluviální štěrkovité sedimenty tříd G2 - G5
- ◆ **GT4** - marinní jíly až slabě zpevněné jílovce třídy F8 - R6
- ◆ **GT5** - silně zvětralé až mírně zvětralé horniny hrušovských vrstev třída R6 - R3

Navážky tvoří vzhledem ke svému proměnlivému charakteru kvazihomogenní typ a jsou popsány samostatně.

#### 4.1.2. Základní charakteristiky statistických souborů

Ke stanovení vlastností jednotlivých geotechnických typů byly použity metody matematické statistiky. Základní statistické charakteristiky jsou následující:

- |            |   |
|------------|---|
| n:         | je počet hodnot zařazených do zpracovaného souboru          |
| x:         | je výběrový průměr, (tj. aritmetický průměr všech hodnot)   |
| s:         | je výběrová standardní odchylka všech hodnot v souboru      |
| m:         | je výběrový medián  |
| Min (Max): | je nejmenší (největší) zjištěná hodnota zařazená do souboru |

Základní výhodou mediánu jako statistického ukazatele je fakt, že není ovlivněn přítomností extrémních hodnot, což je u aritmetického průměru běžný jev. Proto zde vystupuje směrodatná odchylka, vypovídající o odlišnosti jednotlivých případů v souboru zkoumaných hodnot vzhledem k aritmetickému průměru. Je-li malá, hodnoty souboru jsou si většinou navzájem podobné a aritmetický průměr můžeme použít jako reprezentativní výběr. Naopak, je-li směrodatná odchylka velká, signalizuje velké vzájemné odlišnosti, a v tomto případě je nejvhodnější výběrový medián.

U jednotlivých geotechnických typů zemin a hornin uvádíme makroskopický a laboratorní popis, zařídění podle ČSN 73 1001 a ČSN 72 1002. V tabulkách jsou uvedeny jejich fyzikální, mechanické a technologické vlastnosti.

V rámci hodnotícího textu je pro hlavní geotechnické typy zařazena i obalová křivka zrnitosti s vyznačenou průměrnou křivkou zrnitosti, která nejlépe vystihuje zrnitost zemin příslušného geotechnického typu.

V následující tabulce jsou uvedeny symboly používaných geotechnických veličin a jejich význam.

**Tabulka č. 5. - Přehled použitých geotechnických veličin**

Symbol	Jednotka	Název
$w_n$	%	přírozená vlhkost
$w_L$	%	vlhkost na mezi tekutosti
$w_P$	%	vlhkost na mezi plasticity
$I_P$	%	číslo plasticity
$I_c$	1	stupeň konzistence
$\rho_n$	$\text{kg.m}^{-3}$	objemová hmotnost (v přírodném uložení)
$\rho_d$	$\text{kg.m}^{-3}$	objemová hmotnost sušiny
$\rho_s$	$\text{kg.m}^{-3}$	zdánlivá hustota pevných částic
$n$	%	pórovitost
$S_r$	1	stupeň nasycení
$\phi_{ef}$	°	efektivní úhel vnitřního tření
$c_{ef}$	kPa	efektivní soudržnost
$\phi_u$	°	totální úhel vnitřního tření
$c_u$	kPa	totální soudržnost
$E_{def}$	MPa	modul přetvárnosti
$E_{oed}$	MPa	oedometrický modul přetvárnosti
$\nu$	1	Poissonovo číslo
$w_{opt}$	%	optimální vlhkost dle zkoušky PS
$\rho_{dmax}$	$\text{kg.m}^{-3}$	maximální objemová hmotnost dle zkoušky PS
CBR	%	poměr únosnosti zemin
$I_D$	1	stupeň ulehlosti
$k_f$	$\text{m.s}^{-1}$	koeficient filtrace

## 4.2. Fyzikálně-mechanické vlastnosti vyčleněných geotechnických typů

### 4.2.1. GT1 - fluvialní jemnozrnné zeminy

Přírozený povrch povrchu zájmového území tvoří náplavové jemnozrnné sedimenty, které byly zastíženy ve všech nově provedených sondách pod navážkami v hloubce 0.2 - 3.0 m p.t., tj. 198.1 - 201.0 m n.m. Báze sedimentů GT1 se nachází v hloubce 1.0 - 5.5 m p.t., tj. 196.4 - 200.5 m n.m. Jejich mocnost se pohybuje v rozmezí 0.5 - 4.3 m, v průměru 2.3 m.

Makroskopicky se jedná o žluto hnědé až tmavě hnědé jíly, místy šedě a rezavě smouhované, s tuhou až pevnou konzistencí. Na základě provedených laboratorních analýz

u odebraných vzorků se dle zrnitostního složení jedná o soudržné zeminy, které mají převážně středně až nízkou plasticitu, slabě písčité, místy až písčité, jsou vodou téměř nasycené ( $S_r = 0.9$ ) a převážně tuhé konzistence. U těchto zemin lze očekávat takřka plné nasycení pórů vodou. Průběh konsolidace lze odhadnout jako pomalý, zeminy jsou silně stlačitelné. V případě založení do základové půdy tvořené těmito zeminami se v průběhu výstavby projeví jen část sedání.

Na základě granulometrické analýzy a dle obalové křivky zrnitosti jsou zeminy charakteristické vyšším obsahem prachové frakce (v průměru cca 51%), obsahem jílovité složky v průměru cca 15%, obsahem složky písčité cca 26%, šterkové frakce do 3%.

Dle interpretovaných záznamů výsledků provedených zkoušek dynamické penetrace byla dosažena průměrná hodnota odporu zemin na hrotu  $q_d$  v rozmezí 1.6 - 4.2 MPa, tento velký rozsah značí přítomnost valounů ve vrstvě. Hodnota deformačního modulu  $E_{def}$  dle těchto záznamů se pohybuje v rozmezí 4.8 - 12.7 MPa, což koresponduje s tuhou až pevnou zeminou dle tab. č. 11 ČSN 73 1001.

Podle výsledků laboratorních analýz náleží zeminy GT1 ve smyslu ČSN 73 1001 v průměru do třídy **F6 symbol CL - jíl s nízkou plasticitou**. Dle ČSN EN ISO 14688-2 řadíme zeminy GT1 průměrně do skupiny zemin s třídou **saCISi**. Pro geotechnické výpočty doporučujeme použít charakteristiky v následující tabulce.

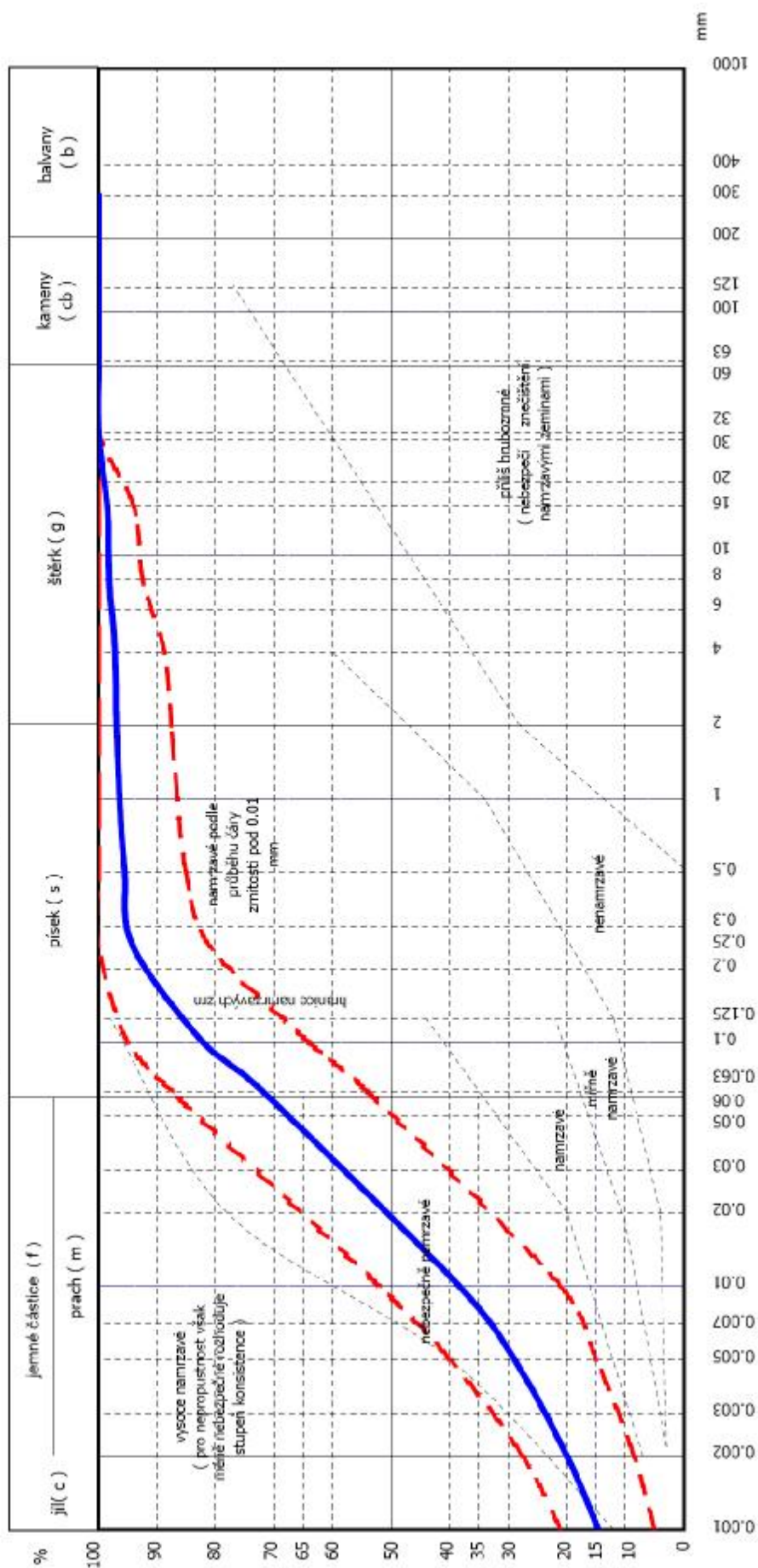
**Tabulka č. 6. - Fyzikálně-mechanické vlastnosti zemin GT1**

Výpočtová veličina	Symbol	Jednotka	Hodnota					
			n	Min.	Max.	x	m	s
Koeficient filtrace	$k_f$	[m.s <sup>-1</sup> ]	4	2.0E-09	2.7E-08	8.8E-09	3.1E-09	1.2E-08
Vlhkost přirozená	$w_n$	[%]	4	21.4	33.0	27.4	27.5	4.8
Vlhkost na mezi tekutosti	$w_L$	[%]	4	32.0	48.0	40.3	40.5	7.9
Vlhkost na mezi plasticity	$w_p$	[%]	4	16.2	21.5	19.6	20.4	2.4
Číslo plasticity	$I_p$	[%]	4	10.5	27.1	20.7	22.5	7.7
Stupeň konzistence	$I_c$		3	0.7	0.8	0.7	0.7	0.0
Objemová hmotnost zemin	$\rho_n$	[kg.m <sup>-3</sup> ]	4	1 890	1 960	1 942	1 950	39
Objemová hmotnost zemin	$\rho_d$	[kg.m <sup>-3</sup> ]	4	1 421	1 533	1 527	1 529	86
Zdánlivá hustota pevných částic	$\rho_s$	[kg.m <sup>-3</sup> ]	4	2 680	2 740	2 712	2 715	25
Pórovitost	n	[%]	4	40.0	47.0	43.7	43.9	2.9
Stupeň nasycení	$S_r$	[ ]	4	0.9	1.0	0.9	1.0	0.1
Modul přetvárnosti	$E_{def}$	[MPa]				6*		
Efektivní úhel vnitřního tření	$\phi_{ef}$	[°]				21*		
Efektivní soudržnost	$c_{ef}$	[kPa]				12*		
Totální úhel vnitřního tření	$\phi_u$	[°]				0*		
Totální soudržnost	$c_u$	[kPa]				60*		
Poissonovo číslo	v					0.35*		
Vhodnost zemin pro podloží	-	-	VII. - IX.					
Vhodnost zemin do násypů	-	-	NV-MV					
Namrzavost	-	-	NN					
Těžitelnost dle ČSN 73 3050	-	-	2.-3.					
Těžitelnost dle TKP 4	-	-	I.					

Hodnoty označené \* jsou určeny podle směrných normových charakteristik dle ČSN 73 1001



Obalové křivky zrnitosti zemin geotechnického typu GT1



#### 4.2.2. GT2 - fluvialní písčité zeminy

Písčité zeminy GT2 byly v zájmovém území ověřeny jako neprůběžná poloha v přímém podloží jílovitých zemin, nebo jako čočky ve štěrkovitém horizontu. V rámci realizovaných průzkumných prací byly písčité zeminy zachyceny v mocnosti 0.4 - 3.1 m.

Makroskopicky se jedná o proměnlivě zahliněné, zajiřované písky až písky s příměsí valounů o velikosti 1-3 cm, místy až 5 cm, zelenošedé až šedohnědé barvy. Písčité zeminy GT2 řadíme dle makroskopických popisů generelně do **třídy S2 symbol SP - písek hlinitý** a do třídy **S3 symbol S-F - písek s příměsí jemnozrnné zeminy**.

Dle interpretovaných záznamů výsledků provedených zkoušek dynamické penetrace byla dosažena průměrná hodnota odporu zemin na hrotu  $q_d$  v rozmezí 3.4 - 7.7 MPa, hodnota deformačního modulu  $E_{def}$  dle těchto záznamů se pohybuje v rozmezí 9.5 - 19.0 MPa.

Pro geotechnické výpočty doporučujeme použít charakteristiky v následující tabulce. Výsledné hodnoty zohledňují výsledky získané laboratorními analýzami, penetračními zkouškami a směrné normové charakteristiky dle ČSN 73 1001.

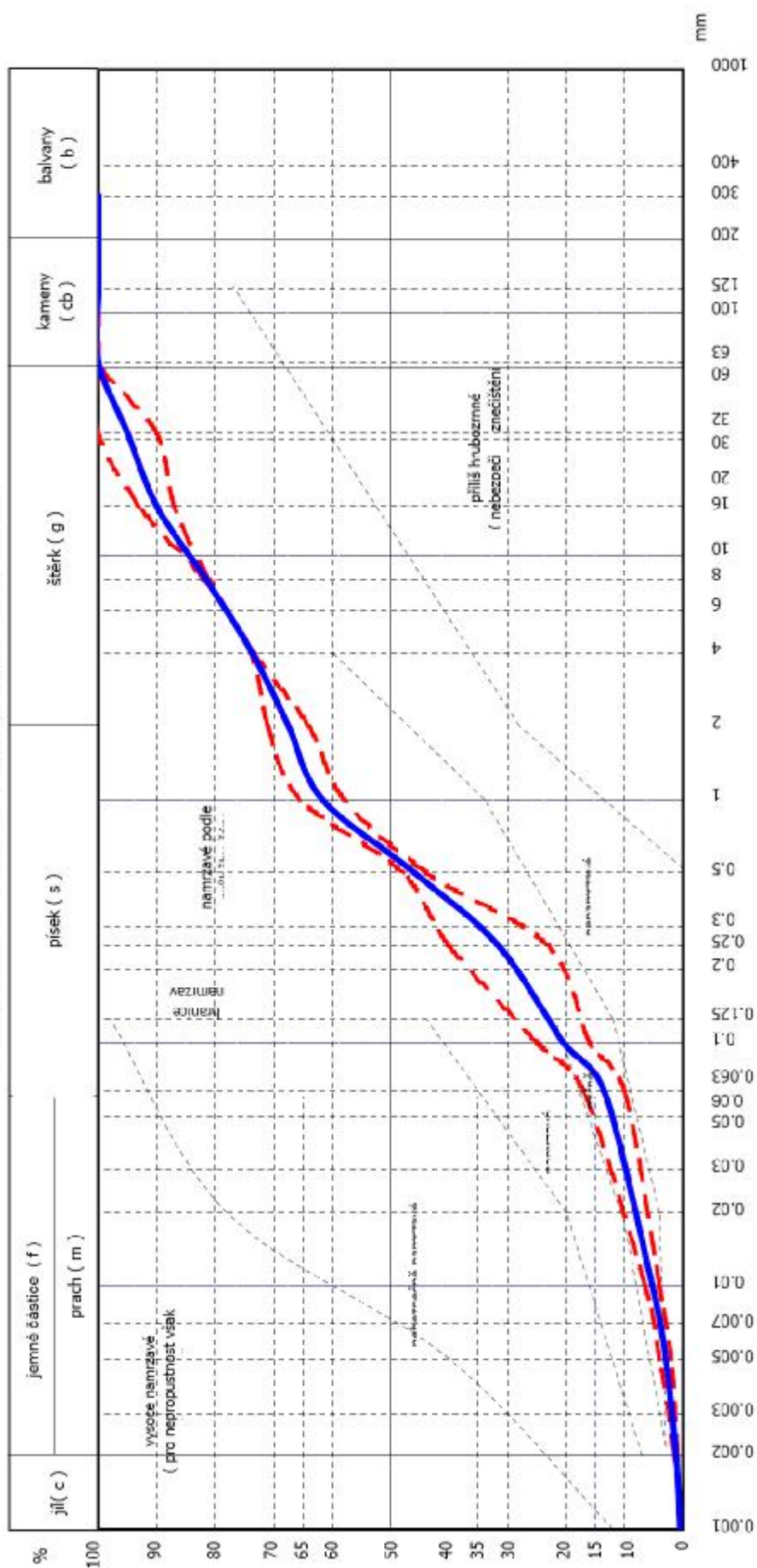
**Tabulka č. 7. - Fyzikálně-mechanické vlastnosti zemin GT2**

Výpočtová veličina	Symbol	Jednotka	Hodnota					
			n	Min.	Max.	x	m	s
Koeficient filtrace	$k_f$	[m.s <sup>-1</sup> ]	3	9.8E-07	1.7E-05	7.2E-06	3.6E-06	8.6E-6
Objemová hmotnost zeminy	$\rho_n$	[kg.m <sup>-3</sup> ]				1 750*		
Zdánlivá hustota pevných částic	$\rho_s$	[kg.m <sup>-3</sup> ]	3	2 670	2 680	2 680	2 680	10.0
Relativní hutnost	$I_D$		6	0.3**	0.6**	0.45**	0.41**	0.1
Modul přetvárnosti	$E_{def}$	[MPa]	6	9.5**	19.0**	13.6**	12.3**	4.0
Efektivní úhel vnitřního tření	$\phi_{ef}$	[°]	6	28.8**	33.1**	30.8**	30.3**	1.7
Efektivní soudržnost	$c_{ef}$	[kPa]				2*		
Poissonovo číslo	$\nu$					0.30*		
Vhodnost zemin pro podloží	-	-	II. - V.					
Vhodnost zemin do násypů	-	-	V-VV					
Namrzavost	-	-	MN					
Těžitelnost dle ČSN 73 3050	-	-	2.-3.					
Těžitelnost dle TKP 4	-	-	I.					

Hodnoty označené \* jsou určeny podle směrných normových charakteristik dle ČSN 73 1001

Hodnoty označené \*\* jsou určeny empiricky podle záznamů dynamických penetračních sond.

Obalové křivky zrnitosti zemin geotechnického typu GT2



#### 4.2.3. GT3 - fluvialní štěrkovité zeminy

Fluvialní štěrkovité zeminy GT3 byly v území rozvojové zóny ověřeny v podloží jemnozrnných zemin GT1, lokálně v podloží písčitých zemin GT2. Povrch těchto zemin byl zastižen v hloubce 1.0 - 5.5 m p. t. (195.6 - 200.5 m n.m.). Báze štěrku byla ověřena v hloubce 5.3 - 12.2 m p.t. (188.5 - 196.7 m n.m.). Mocnost této vrstvy se tedy pohybuje v rozmezí 1.7 - 9.2 m, v průměru 6.0 m.

Z litologického hlediska se jedná o hnědé, tmavě hnědé, zelenošedé až modrošedé, s písčitou příměsí. Valouny jsou převážně polozaohlené až zaohlené, převážně střední velikosti 2 - 6 cm, místy hrubé velikosti 6 - 10 cm. V materiálu převažuje pískovec beskydské provenience. Polohu označujeme za středně ulehlou až ulehlou na základě provedených penetračních sond. Štěrky jsou převážně vlhké až nasycené, místy zvodnělé. Z hlediska zastoupení tříd zemin převažují dle ČSN 73 1001 u laboratorně analyzovaných vzorků štěrky špatně zrněné třídy G2 a štěrky s příměsí jemnozrnné zeminy třídy G3. Dle obalové křivky zrnitosti obsahují štěrky GT3 v průměru 8% jemné frakce (z toho cca 2% jílu a 6% prachu), 39% písku a 53% štěrkovité frakce. Štěrky jsou nevytříděné, mírně převažuje frakce střední.

Podle výsledků laboratorních analýz náleží zeminy GT3 ve smyslu ČSN 73 1001 do třídy G2 (symbol GP - *štěrk špatně zrněný*). Dle ČSN EN ISO 14688-2 řadíme zeminy GT3 průměrně do skupiny zemin s třídou **saGr**.

Dle interpretovaných záznamů výsledků provedených zkoušek dynamické penetrace byla dosažena průměrná hodnota odporu zemin na hrotu  $q_d$  v rozmezí 10.1 - 44.7 MPa, hodnota deformačního modulu  $E_{def}$  dle těchto záznamů se pohybuje v rozmezí 66.1 - 542.2 MPa. Pro geotechnické výpočty uvádíme níže tabulku fyzikálně-mechanických charakteristik, zohledňující průkazné hodnoty získané z penetračních a laboratorních zkoušek a směrné normové charakteristiky dle ČSN 73 1001.

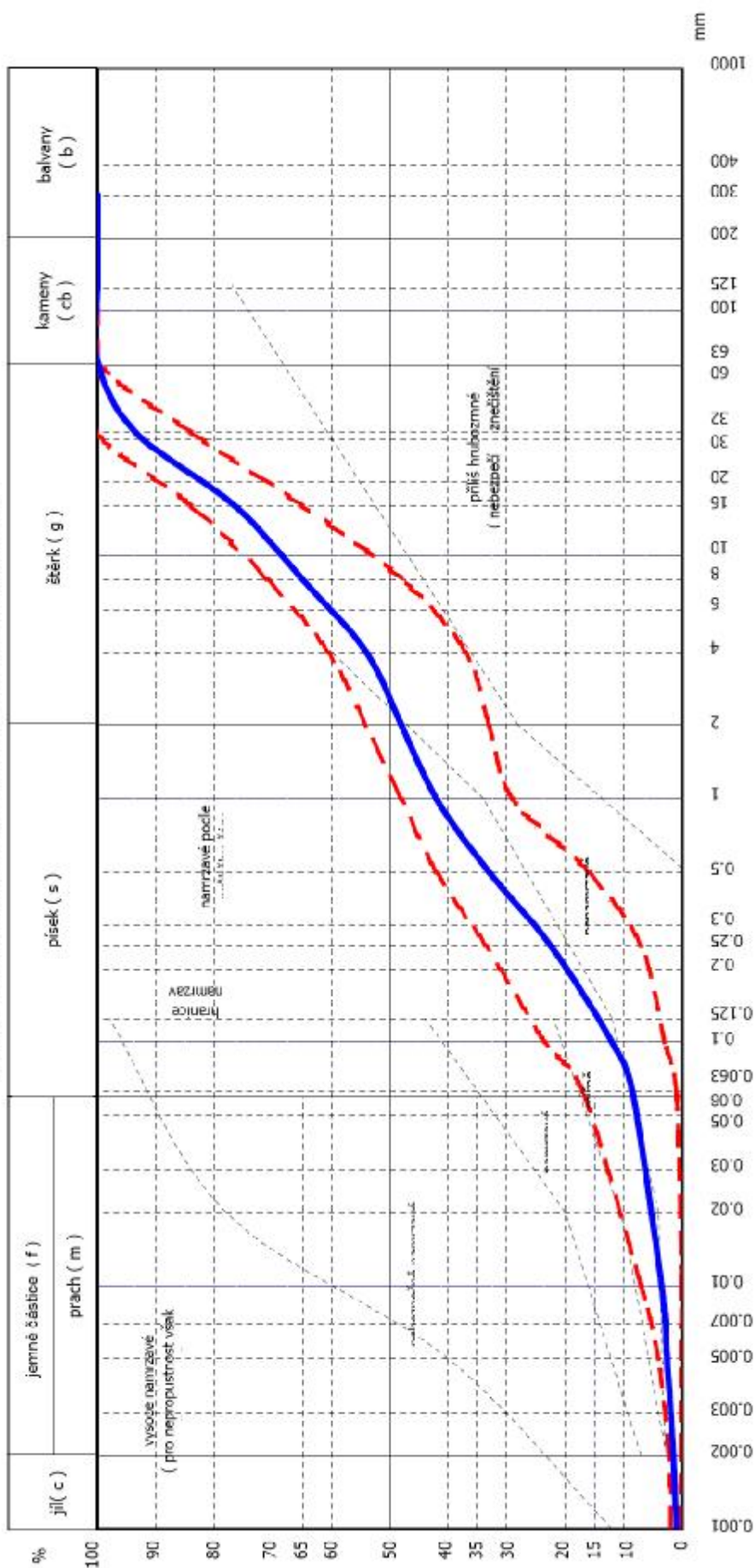
**Tabulka č. 8. - Fyzikálně-mechanické vlastnosti zemin GT3**

Výpočtová veličina	Symbol	Jednotka	Hodnota					
			n	Min.	Max.	x	m	s
Koeficient filtrace	$k_f$	[m.s <sup>-1</sup> ]	5	2.2E-06	5.6E-04	1.6E-04	3.1E-05	2.3E-04
Objemová hmotnost zeminy	$\rho_n$	[kg.m <sup>-3</sup> ]				2 000*		
Zdánlivá hustota pevných částic	$\rho_s$	[kg.m <sup>-3</sup> ]	5	2 650	2 690	2 666	2 660	15.2
Relativní hutnost	$I_D$		22	0.5**	1.5**	0.83**	0.79**	0.3
Modul přetvárnosti	$E_{def}$	[MPa]	22	66.1**	542.2**	200.7**	171.5**	116.1
Efektivní úhel vnitřního tření	$\varphi_{ef}$	[°]	22	33.1**	45.7**	38.7**	38.7**	3.1
Efektivní soudržnost	$c_{ef}$	[kPa]				1*		
Poissonovo číslo	$\nu$					0.25*		
Vhodnost zemin pro podloží	-	-	I. - III.					
Vhodnost zemin do násypů	-	-	V-VV					
Namrzavost	-	-	Ne-MN					
Těžitelnost dle ČSN 73 3050	-	-	3.-4.					
Těžitelnost dle TKP 4	-	-	I.-II.					

Hodnoty označené \* jsou určeny podle směrných normových charakteristik dle ČSN 73 1001

Hodnoty označené \*\* jsou určeny empiricky podle záznamů dynamických penetračních sond.

Obalové křivky zrnitosti zemín geotechnického typu GT3



#### 4.2.4. GT4 - marinní jíly až slabě zpevněné jílovce

Neogenní jíly GT4 reprezentují přímé předkvartérní podloží v zájmové rozvojové zóně byly ověřeny provedenými sondami v hloubce 8.3 - 12.2 m p.t. (188.5 - 192.6 m n.m.) pod vrstvou štěrkovitých zemin GT3. Makroskopicky se jedná o šedé až modrošedé, vápnité, písčité laminované jíly, v přípovrchové zóně na styku s kvartérním nadložím jsou převážně tuhé konzistence, směrem do větší hloubky (od cca 9.2 - 15.0 p.t., tj. 186.2 - 191.2 m n.m.) nabývají konzistence pevné a obsahuje místy úlomky diageneticky zpevněných jílovců (R6-R5). Tento předpoklad je podpořen výsledky penetračními zkouškami, které prokazují velmi rozdílné hodnoty odporu zemin GT4 na hrotu  $q_d$ . (viz příl. č. 5).

Podle ČSN 73 1001 řadíme tyto sedimenty do skupiny zemin jemnozrnných třídy F8 (symbol CH - *jíl s vysokou plasticitou*), polohy s větším obsahem zpevněných úlomků jílovce řadíme sedimenty do skupiny hornin třídy R6-R5. Dle ČSN EN ISO 14688-2 řadíme zeminu GT4 průměrně do skupiny zemin s třídou CI.

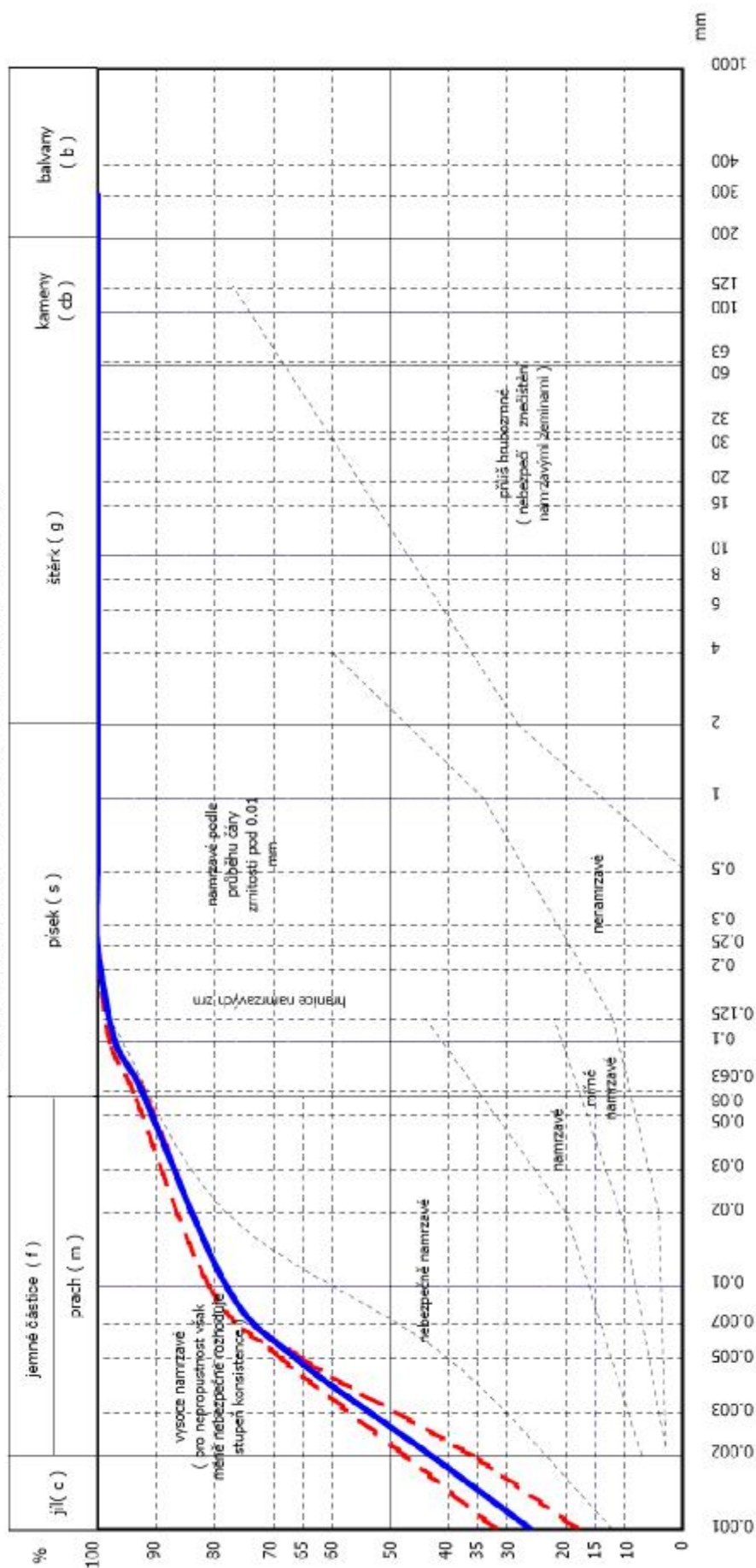
Pro geotechnické výpočty doporučujeme použít charakteristiky v následující tabulce. Výsledné hodnoty zohledňují výsledky získané laboratorními analýzami, penetračními zkouškami a směrné normové charakteristiky.

**Tabulka č. 9. - Fyzikálně-mechanické vlastnosti zemin GT4**

Výpočtová veličina	Symbol	Jednotka	Hodnota					
			n	Min.	Max.	x	m	s
Koeficient filtrace	$k_f$	$[m.s^{-1}]$	3	1.5E-09	1.7E-09	1.6E-09	1.6E-09	1.0E-10
Vlhkost přirozená	$w_n$	$[\%]$	3	25.6	29.3	26.9	25.7	2.1
Vlhkost na mezi tekutosti	$w_L$	$[\%]$	3	63.0	66.0	64.3	64.0	1.5
Vlhkost na mezi plasticity	$w_p$	$[\%]$	3	22.7	23.5	23.2	23.3	0.4
Číslo plasticity	$I_p$	$[\%]$	3	39.5	42.7	41.2	41.3	1.6
Stupeň konzistence	$I_c$		3	0.9	0.9	0.9	0.9	0.0
Objemová hmotnost zeminy	$\rho_n$	$[kg.m^{-3}]$	3	1 980	2 030	2 010	2 020	26
Objemová hmotnost zeminy	$\rho_d$	$[kg.m^{-3}]$	3	1 531	1 616	1 585	1 607	47
Zdánlivá hustota pevných částic	$\rho_s$	$[kg.m^{-3}]$	3	2 750	2 760	2 757	2 760	6
Pórovitost	n	$[\%]$	3	41.4	44.5	42.5	41.6	1.7
Stupeň nasycení	$S_r$	$[\ ]$	3	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0
Modul přetvárnosti	$E_{def}$	$[MPa]$				5*		
Efektivní úhel vnitřního tření	$\varphi_{ef}$	$[\circ]$				17*		
Efektivní soudržnost	$c_{ef}$	$[kPa]$				14*		
Totální úhel vnitřního tření	$\varphi_u$	$[\circ]$				0*		
Totální soudržnost	$c_u$	$[kPa]$				80*		
Poissonovo číslo	$\nu$					0.42*		
Vhodnost zemin pro podloží	-	-	VIII. - X.					
Vhodnost zemin do násypů	-	-	NV-MV					
Namrzavost	-	-	VN					
Těžitelnost dle ČSN 73 3050	-	-	3.-4.					
Těžitelnost dle TKP 4	-	-	I.					

Hodnoty označené \* jsou určeny podle směrných normových charakteristik dle ČSN 73 1001

Obalové křivky zrnitosti zemin geotechnického typu GT4



#### 4.2.5. GT5 - horniny hrušovských vrstev

Hlubší předkvartérní podloží tvoří **elevace svrchnokarbonského paleoreliéfu**, která byla ověřena na západě zájmového území, kde karbonské horniny tvoří přímé podloží kvartéru. Na základě provedených sond byly horniny karbonu GT5 ověřeny v hloubce 5.3 - 11.2 m p.t. (189.6 - 196.7 m n.m.). Jedná se o silně zvětralé až rozložené horniny (jílovce, prachovce, méně pak pískovce), které nabývají charakteru zvětralin v ověřené části. V pří-povrchové zóně se jedná o horniny s nízkou až extrémně nízkou pevností, s extrémně velkou hustotou diskontinuit. Vzhledem ke stupni jejich alterace v povrchové vrstvě, lze je hodnotit dle ČSN 73 1001 jako materiály povahy jílu třídy R6 až R5. Přejít k zvětralým a mírně zvětralým horninám (R5 - R3) lze dle provedených penetračních sond pozorovat už v hloubce cca 5.9 - 14.2 m p.t. (186.3 - 196.1 m n.m.).

Pro geotechnické výpočty doporučujeme použít charakteristiky v následující tabulce.

**Tabulka č. 10. - Fyzikálně-mechanické vlastnosti hornin GT5**

Výpočtová veličina	Symbol	Jednotka	Hodnota	
			R5 - R6	R4 - R3
Objemová hmotnost	$\rho_n$	[kg.m <sup>-3</sup> ]	2 100	2 450
Pevnost v prostém tlaku	$\sigma_c$	[MPa]	1.5 - 5.0*	15 - 20*
Modul přetvárnosti	$E_{def}$	[MPa]	15 - 25*	80 - 100*
Poissonovo číslo	$\nu$		0.30 - 0.25*	0.20*
Tabulková výpočtová únosnost	$R_{dt}$	[kPa]	150 - 200*	250 - 500*

Hodnoty označené \* jsou určeny podle směrných normových charakteristik dle ČSN 73 1001

#### 4.3. Hydrogeologické poměry

Pro oběh a akumulaci mělké zvodně mají největší význam průlinově propustné šterko-písčité sedimenty údolní terasy. Vrstvu šterkovitých sedimentů označujeme vzhledem k poměru jejich propustnosti k nadložním a podložním sedimentům za hydrogeologický kolektor. Mocnost kolektoru se pohybuje mezi 2.0 - 10.0 m. Koeficient filtrace  $k_f$ , stanovený na základě získaných křivek zrnitosti, činí v průměru  $1.6 \times 10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$ , jedná se tedy o sedimenty dosti silně až mírně propustné, IV. až III. třídy propustnosti dle Jetela (1983).

V nadloží kolektoru je vyvinuta poloha fluvialních jílu, které mají funkci hydrogeologického poloizolátoru až izolátoru. Koeficient filtrace  $k_f$ , stanovený na základě získaných křivek zrnitosti eolických zemin se pohybuje v rozmezí  $2.0 \times 10^{-9}$  až  $2.7 \times 10^{-8} \text{ m.s}^{-1}$ , což řadí tyto sedimenty dle Jetela (1983) do VIII. - VII. skupin nepatrně až velmi slabě propustných zemin - a tvoří tak, vzhledem ke šterkovému kolektoru izolátor, zabraňující, resp. zpomalující infiltraci vody z povrchu terénu.

Hladina podzemní vody v celém zájmovém prostoru byla zjištěna ve šterkovité vrstvě a to v hloubce 3.6 - 4.7 m p.t. (196.0 - 196.7 m n.m.). Ustálená hladina byla změřena v hloubce 2.3 - 4.4 m p.t. (196.3 - 197.9 m n.m.).

V následujícím tabelárním přehledu jsou uvedeny údaje o naražené a ustálené hladině podzemní vody ověřené v rámci průzkumu.

Tabulka č. 11. - Úroveň hladiny podzemní vody v území stavby

Číslo sondy	Naražená hladina		Ustálená hladina	
	(m p.t.)	Z <sub>N</sub> (m n.m.)	(m p.t.)	Z <sub>U</sub> (m n.m.)
J-301	4.5	196.4	3.9	197.0
J-302	3.6	196.6	2.3	197.9
J-303	4.7	196.0	4.4	196.3
J-304	4.5	196.7	4.0	197.2
DP-101	-	-	3.8	197.1
DP-106	-	-	3.5	197.4
DP-111	-	-	3.9	197.2
DP-113	-	-	2.4	197.7
DP-114	-	-	2.4	197.6
DP-115	-	-	3.9	197.6

Vysvětlivky: Z<sub>N</sub> - výška naražené hladiny podzemní vodyZ<sub>U</sub> - výška ustálené hladiny podzemní vody

#### 4.4. Chemismus podzemní vody v území

Pro zhodnocení agresivity podzemní vody na betonové a ocelové konstrukce bylo v zájmovém území statickým způsobem odebráno celkem 5 ks vzorků podzemní vody z vrtů. Dle provedených analýz, jejichž výsledky a vyhodnocení uvádíme v následující tabulce, vykazují odebrané vzorky podzemní vody podle ČSN EN 206-1 slabou (XA1) až střední (XA2) agresivitu na železobetonové konstrukce obsahem agresivního CO<sub>2</sub> (stanovení dle Heyera), síranů a úrovní pH. Agresivita vod na ocel se určuje podle ČSN 03 8375. Podzemní voda vykazuje zvýšenou až velmi vysokou agresivitu s ohledem na hodnotu koncentrace agresivního CO<sub>2</sub> a vodivosti.

Tabulka č. 12. - Agresivita podzemní vody dle ČSN EN 206-1 a dle ČSN 03 8375

Vrt	ČSN EN 206-1					ČSN 03 8375			
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	PH	CO <sub>2</sub> agres	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Vodivost	pH	SO <sub>3</sub> +Cl	CO <sub>2</sub>
	mg.l <sup>-1</sup>	-	mg.l <sup>-1</sup>	mg.l <sup>-1</sup>	mg.l <sup>-1</sup>	μS.cm <sup>-1</sup>	-	mg.l <sup>-1</sup>	mg.l <sup>-1</sup>
J-301	253.0	6.8	55.0	0.4	28.0	1070.0	6.8	308.2	55.0
	XA1	*	XA2	*	*	IV.	I.	IV.	IV.
J-302	1350.0	7.1	4.4	3.5	158.1	3310.0	7.1	1298.4	4.4
	XA2	*	*	*	*	IV.	I.	IV.	III.
J-303	1230.0	5.4	92.4	3.7	474.2	11970.0	5.4	5066.6	92.4
	XA2	XA2	XA2	*	XA1	IV.	IV.	IV.	IV.
J-304	509.0	6.6	44.0	0.7	41.3	1340.0	6.6	471.9	44.0
	XA1	*	XA2	*	*	IV.	I.	IV.	IV.
HV-N2	206.0	6.4	55.0	0.4	23.7	691.0	6.4	200.0	55.0
	XA1	XA1	XA2	*	*	IV.	III.	II.	IV.

Poznámky:

- nestanoveno, \* hodnota nižší než spodní mez klasifikace

ČSN EN 206-1: stupně agresivity chemického prostředí XA1 - slabá, XA2 - střední, XA3 - vysoká

ČSN 03 8375: agresivita prostředí I. - velmi nízká, II. - střední, III. - zvýšená, IV. - velmi vysoká



## 4.5. Zhodnocení základových poměrů

### 4.5.1. Základové poměry území

Bližší údaje o charakteru budoucích objektů nebyly v podkladech dodány. Geotechnické poměry v zájmovém území rozvojové zóny jsou přehledně charakterizovány v geotechnických řezech (*příloha č. 6*). Geologické poměry jsou charakterizovány schematicky v následující tabulce. Fyzikálně-mechanické parametry zastižených zemin jsou uvedeny v kapitole 4.2. a v přílohách 7 - 9.

**Tabulka č. 13. - Schematický geologický profil v zájmovém území**

Geotechnický typ zemin	Povrch vrstvy m p.t. (m n.m.)	Báze vrstvy m p.t. (m n.m.)	Mocnost (m)	Třída dle ČSN 73 3050
GT1 - fluviální jíly	0.2 - 3.0 (198.1 - 201.0)	1.0 - 5.8 (196.4 - 200.5)	0.5 - 4.3	2. - 3.
GT3 - fluviální písčito-šterkovité zemin	1.0 - 5.5 (195.6 - 200.5)	5.3 - 12.2 (188.5 - 196.7)	1.7 - 9.2	3. - 4.
GT4 - neogenní jíly	8.3 - 12.2 (188.5 - 192.6)	nezastižená	neověřena	3. - 4.
GT5 - horniny hrušovské vrstvy	5.3 - 11.2 (189.6 - 196.7)	nezastižena	neověřena	3. - 5.

Základová půda se v rozsahu zájmového území podstatně nemění, jednotlivé kvartérní vrstvy mají proměnlivou mocnost a lze pozorovat nepravidelně uložené písčité vrstvy (GT2), mocnost nehomogenních navážek se pohybuje v rozmezí 0.5 - 3.0 m. Základové poměry v území jsou složité jak v důsledku přítomnosti nehomogenních navážek, tak nevhodné vrstvy GT1 - fluviální jíly, ověřené v podloží navážek v úrovni 198.1 - 201.0 m n.m.

Nejvhodnější a dostatečně únosnou vrstvou pro zakládání budoucích objektů jsou šterkovité sedimenty GT3, ověřené v hloubce 5.3 - 12.2 m p.t. (195.6 - 200.5 m n.m.). Z geotechnického hlediska má tato vrstva příznivé vlastnosti a jako základová půda se v celku jeví jako nestlačitelná vrstva. Výpočtová únosnost šterkovitých zemin je  $R_d$  v rozmezí 250 - 450 kPa (dle úrovně základové spáry a šířky základu).

### 4.5.2. Zhodnocení vlivu podzemní vody na zakládání

Hladina podzemní vody byla během provádění průzkumných prací zastižena v hloubce 3.6 - 4.7 m p.t. (196.0 - 196.7 m n.m.) ve šterkovitých polohách GT3. Hladina podzemní vody v území je volná, mírně napjatá až napjatá a vystupuje na úroveň 2.3 - 4.4 m p.t. (196.3 - 197.9 m n.m.). Podzemní voda bude ovlivňovat stavby při umístění základové spáry do písčitošterkovité vrstvy GT3. Podzemní voda má střední agresivitu na železobetonové konstrukce a vysokou agresivitu na ocelové konstrukce. Doporučujeme proto chránit základy budoucích objektů před agresivním účinkům podzemní vody a to aplikací primární i sekundární ochrany základových konstrukcí.

## 4.6. Doporučení pro provádění zemních prací

### 4.6.1. Návrh sklonů v dočasných výkopech

Podle ČSN 73 3050 lze v dočasných výkopech stanovit přípustné sklony svahů podle následující tabulky.

**Tabulka č. 14. - Sklony šikmých svahů u dočasných bezvodých výkopů (do 3 m)**

Druh zeminy	Přípustný sklon svahu (poměr výšky k půdorysné délce svahu)
GT1 - fluviální jíly	1 : 0.25
GT2 - fluviální písky	1 : 0.50 až 1 : 1
GT3 - fluviální štěrky	1 : 1
GT4 - neogenní jíly	1 : 0.50
GT5 - horniny hrušovské vrstvy	1 : 0.3

Je možné uvažovat o svislých výkopech bez pažení do 1.5 m po dobu nezbytně nutnou pro výstavbu. Při hlubších výkopech je nutné počítat s vhodným pažením. Při provádění zemních prací je nutné dodržovat ustanovení o ochraně základové spáry proti klimatickým vlivům (čl. 30 - 36 ČSN 73 1001).

Základovou spáru nelze nechat bez důkladného zabezpečení přezimovat. Stavební jámy bude nutné zabezpečit před povětrnostními vlivy (voda, promrzání, zvětrávání), aby nedošlo k podstatnému zhoršení fyzikálně-mechanických vlastností zemin, hlavně u zemin GT1. Dále je třeba zabránit pojíždění těžké mechaniky v blízkosti stavebních jam.

Svahy výkopů, které jsou hlubší než 3 m, se zpravidla navrhují se sklony v dolní části méně strmými, případně přerušené lavičkami šířky nejméně 0.5 m.

### 4.6.2. Třídy rozpojitelnosti zemin a hornin dle ČSN 73 3050 - zemní práce

Jednotlivé zastížené typy zemin jsou v souladu s ČSN 73 3050 "Zemní práce" zatříděny do tříd těžitelnosti následovně:

- ♦ Zeminy GT1 ... 2.-3. třída
- ♦ Zeminy GT2 ... 2.-3. třída
- ♦ Zeminy GT3 ... 3.-4. třída
- ♦ Zeminy GT4 ... 3.-4. třída
- ♦ Zeminy GT5 ... 3.-5. třída

### 4.6.3. Třídy těžitelnosti zemin dle TKP-D - zemní práce

Část zastížených typů zemin (jíly, písky, štěrky - G3 a jíly) v zájmovém území jsou v souladu TKP-D - Zemní práce zatříděny do I. třídy těžitelnosti, to znamená, že těžbu je možné provádět běžnými výkopovými mechanismy. Horniny hrušovské vrstvy (jílovce, prachovce a balvanité štěrky (G2) jsou zatříděny do II. třídy těžitelnosti, což znamená, že těžbu je bude nutné provádět speciálními rozpojovacími mechanismy.

#### 4.6.4. *Zatřídění zemin a hornin podle vrtatelnosti pro vrty a piloty*

(katalog popisů a směrných cen stavebních prací 800-2)

Jednotlivé zastižené typy zemin jsou zatříděny do tříd vrtatelnosti následovně:

♦ Zeminy GT1	... I. třída
♦ Zeminy GT2	... I. třída
♦ Zeminy GT3	... I.-II. třída
♦ Zeminy GT4	... I. třída
♦ Zeminy GT5	... II. Třída

#### 4.7. Informace o kontaminaci geoprostředí

Současně s posuzováním fyzikálně-mechanických vlastností zastižených zemin byly sledovány a posuzovány i kvalitativní vlastnosti zemin a podzemní vody - kontaminace geoprostředí. V průběhu vrtných prací nebyla ve vrtném jádru ověřena přítomnost žádné zjevné kontaminace. Sledování bylo prováděno pouze organolepticky, laboratorní analýzy prováděny nebyly. V rámci rekognoskace lokality však byla zaznamenána na některých místech (jihozápadně od vrtu J-301, jižně od J-303, na ul. Maškova, kolem bývalých garáží, bývalého autoservisu atd.) přítomnost rozsáhlejších černých sládek. Odpady zde odhozené patří do kategorie ostatní i nebezpečné. Před započítáním stavebních nebo terénních prací je třeba tyto odpady z lokality odvézt a odstranit v souladu s platnou legislativou, což představuje jistou finanční zátěž.

Z průzkumných prací, které byly na lokalitě v minulosti provedeny se problematikou kontaminace geoprostředí nejpodrobněji zabývá závěrečná zpráva *Rozvojové území Ostrava-Hrušov - Hydrogeologický a inženýrsko-geologický průzkum, AQ-test, spol. s r.o., M. Cron, 11/2002*, z jejíhož závěru citujeme:

„V rámci hydrogeologického průzkumu byla ověřena lokální kontaminace svrchních partií zemin a nevýrazná kontaminace podzemní vody.

Kontaminace zemin je vázána pouze na svrchní vrstvu navážek a je lokálního až bodového charakteru. Prioritními kontaminanty jsou polyaromatické uhlovodíky, lokálně zvýšené v prostoru jedné z dílčích lokalit s identifikovaným zdrojem znečištění (lokalita bývalých garáží), a dále kovy olovo a arsen, bodově vázané na materiál navážek nepravidelně v ploše území a bez vazby na možné zdroje na povrchu terénu. Kontaminaci různorodého typu (NEL, PAU a kovy), ale nevýznamného stupně, pak lze očekávat v místech deponovaných komunálních odpadů, kterými je území nepravidelně postiženo.

V podzemní vodě byly průkazně zjištěny vyšší než limitní pouze obsahy kovů, reprezentované zvýšenými obsahy zinku. Kontaminace jiného typu je buď plošně či toxikologicky nevýznamná (chloridy, dusitany, amonné ionty), nebo neprůkazná (NEL, PAU, arsen).

## 5. ZÁVĚR

Předmětem předkládané závěrečné zprávy je zhodnocení inženýrsko-geologických a hydrogeologických poměrů v zájmovém území rozvojové zóny v Ostravě - Hrušově.

V rámci geologického průzkumu byly realizovány 4 ks jádrových nepažených vrtů do hloubky 9.0 - 13.0 m p.t. a 16 ks dynamických penetračních sond do hloubky 8.7 - 15.0 m. Ve zprávě jsou popsány geologické, hydrogeologické, inženýrsko-geologické a další údaje charakterizující přírodní a geologické poměry. Geotechnické řezy v M 1 : 1 000/100 v příloze č. 6 zobrazují ověřené geotechnické poměry. Zastižené zeminy v území jsou podrobně popsány a klasifikovány podle platných norem.

Základové poměry území hodnotíme jako **složitě**, a to vzhledem k nepříznivým vlastnostem základové půdy zejména z důvodu přítomnosti nehomogenních navážek a svrchní vrstvy jílovité zeminy GT1. Hladina podzemní vody byla během provádění průzkumných prací zastižena v hloubce 3.6 - 4.7 m p.t.

Lokalita je z hlediska výstupů důlních plynů na povrch situována v území **s možným nahodilým výstupem až nebezpečným výstupem důlních plynů** (viz příl. č. 2). Nejpozději ke stavebnímu řízení je proto nutné doložit výsledky atmogeochemického průzkumu akreditovanou organizací. Průzkum je nutno provést v půdorysu budoucích objektů a v prostoru výkopů (např. liniových děl pro podzemní inženýrské sítě).

Dále je zájmové území poddolováno, v případě stavebního záměru je nutné povolení stavby na poddolovaném území projednat dle § 19 zákona č. 44/1988 Sb. (horní zákon) v platném znění.

Pro další stupeň projektové přípravy považujeme za vhodné realizovat podrobný inženýrsko-geologický průzkum na lokalitě dle navržených dispozic budoucích stavebních objektů.

Celá zpráva je doplněna souborem příloh, které přehledně dokumentují a prezentují dosažené výsledky.