

Název zakázky : Český Těšín - Sportovní hala Svojsíkova - IG průzkum
Číslo úkolu : 536 015
Objednatel : Atelier 38 s.r.o.
Evidováno u ČGS
Geofondu pod č. : 628/2016 ze dne 23.2.2016

Český Těšín - Sportovní hala Svojsíkova - IG průzkum

Závěrečná zpráva inženýrsko-geologického průzkumu

Zpracoval: **Ing. Ondřej Lubojacký**
*osvědčení odborné způsobilosti MŽP č. 2078/2008
v oboru hydrogeologie a inženýrská geologie*

Schválil: **Ing. Luboš Štanc**
ředitel společnosti

Ostrava, březen 2016

Výtisk č. 1

OBSAH

| | |
|------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. ÚVOD | 4 |
| 1.1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE ZHOTOVITELE | 4 |
| 1.2 CÍLE PRŮZKUMNÝCH PRACÍ | 4 |
| 2. CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ | 5 |
| 2.1 GEOMORFOLOGICKÉ, KLIMATICKÉ A HYDROLOGICKÉ POMĚRY | 5 |
| 2.2 GEOLOGICKÉ POMĚRY | 5 |
| 2.3 HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY | 6 |
| 2.4 INŽENÝRSKO-GEOLOGICKÉ POMĚRY | 6 |
| 2.5 ÚZEMÍ SE ZVLÁŠTNÍ OCHRANOU | 6 |
| 2.6 DOSAVADNÍ PROZKOUMANOST | 7 |
| 3. ROZSAH A METODIKA PRACÍ | 8 |
| 3.1 PŘÍPRAVNÉ PRÁCE | 8 |
| 3.2 GEOLOGICKÉ PRŮZKUMNÉ PRÁCE | 8 |
| 3.2.1 Vrtné práce IG průzkumu | 8 |
| 3.2.2 Terénní měření a vzorkovací práce | 8 |
| 3.2.3 Laboratorní práce | 8 |
| 3.2.4 Sled a řízení terénních prací | 9 |
| 3.2.5 Radonový průzkum | 9 |
| 3.2.6 Měřické práce | 9 |
| 3.3 VYHODNOCOVACÍ PRÁCE | 9 |
| 4. VÝSLEDKY PROVEDENÝCH PRACÍ | 10 |
| 4.1 GEOLOGICKÉ POMĚRY ZÁJMOVÉ LOKALITY | 10 |
| 4.2 INŽENÝRSKO-GEOLOGICKÉ A GEOTECHNICKÉ POMĚRY ZÁJMOVÉ LOKALITY | 11 |
| 4.2.1 GT 1 - Antropogenní navážky | 11 |
| 4.2.2 GT 2 – Sprašoidní hlíny a náplavové jíly | 12 |
| 4.2.3 GT 3 - Fluviální písky | 14 |
| 4.2.4 GT 4 - Fluviální štěrky | 14 |
| 4.2.1 GT 5 - Zvětralé jílovce a eluvia | 15 |
| 4.3 ZEMNÍ PRÁCE | 16 |
| 4.4 HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY | 17 |
| 4.5 HYDROGEOCHEMICKÉ POMĚRY | 17 |
| 4.6 ZATŘÍDĚNÍ STAVENÍŠTĚ Z HLEDISKA SEISMICITY A PODDOLOVÁNÍ | 18 |
| 5. DOPORUČENÍ PRO VÝSTAVBU | 19 |
| 5.1 ZALOŽENÍ SPORTOVNÍ HALY | 19 |
| 6. ZÁVĚR | 20 |
| 7. POUŽITÁ LITERATURA | 21 |
| 7.1 SEZNAM NOREM A PŘEDPISŮ | 21 |

Seznam tabulek:

| | | |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabulka č. 1 | Schematický vrstevní sled s uvedením geotechnických typů | 11 |
| Tabulka č. 2 | Geotechnické charakteristiky eolických jílů GT 3A | 12 |
| Tabulka č. 3 | Přehled výsledků stlačitelnosti zemin GT 2A v edometru | 13 |
| Tabulka č. 4 | Geotechnické charakteristiky zemin GT 2B | 14 |
| Tabulka č. 5 | Geotechnické charakteristiky zemin GT 3 | 14 |
| Tabulka č. 6 | Geotechnické charakteristiky zemin GT 4B | 15 |
| Tabulka č. 7 | Geotechnické charakteristiky zemin GT 5 | 16 |
| Tabulka č. 8 | Těžitelnost dle TKP-4, ČSN 73 3050 a vrtatelnost dle katalogu 800-2 | 16 |
| Tabulka č. 9 | Posouzení agresivity podzemní vody | 18 |

Seznam příloh:

| | |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Příloha č. 1. | Přehledná situace okolí zájmového území (M 1:20 000) |
| Příloha č. 2. | Podrobná situace lokality s vyznačením průzkumných prací (M 1: 1 000) |
| Příloha č. 3. | Geologické profily realizovaných vrtů |
| Příloha č. 4. | Geologické profily archivních vrtů |
| Příloha č. 5. | Geologické řezy |
| Příloha č. 6. | 6.1 Mapa hydroizohyps 6.2 Mapa izolinií povrchu štěrkopísků GT4 6.3 Mapa izolinií báze fluvialních štěrkopísků GT4 |
| Příloha č. 7. | 7.1 Laboratorní protokoly – fyzikálně mechanické parametry zemin 7.2 Tabeleární přehled fyzikálně-mechanických zkoušek zemin archivních vzorků |
| Příloha č. 8. | Laboratorní protokoly – chemická analýza podzemní vody |
| Příloha č. 9. | Radonový průzkum |
| Příloha č. 10. | Technická zpráva vrtných prací |
| Příloha č. 11. | Fotodokumentace průzkumných prací |
| Příloha č. 12. | Měřická zpráva |

Na realizaci průzkumu se podíleli:

Ing. Hana Konečná - tvorba grafických příloh

Rozdělovník:

Tato zpráva je vyhotovena v 5 výtiscích a obsahuje 21 stran textu a 12 textových a grafických vevázaných příloh.

| | |
|------------------|-----------------------------------|
| Výtisk č. 1 - 3: | Atelier 38 s.r.o. |
| Výtisk č. 4: | AZ GEO, s.r.o. |
| Výtisk č. 5: | Česká geologická služba – Geofond |

Seznam použitých symbolů a zkratek

Fyzikální symboly

| | | |
|-----------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------|
| ρ | [g·cm ⁻³] | objemová hmotnost zeminy |
| $c_{ef}, (c_u)$ | [kPa] | efektivní (totální) soudržnost zeminy |
| E_{def} | [MPa] | modul přetvárnosti základové půdy |
| I_c | [1] | stupeň konzistence |
| I_D | [1] | relativní hutnost |
| I_p | [%] | index plasticity |
| k_f | [m·s ⁻¹] | koeficient filtrace |
| Q | [l·s ⁻¹] | vydatnost/průtok |
| T | [m ² /s] | transmisivita |
| w_L | [%] | vlhkost na mezi tekutosti |
| w_n | [%] | přirozená vlhkost zemin |
| w_{opt} | [%] | optimální vlhkost zeminy dle Proctor Standard |
| w_p | [%] | vlhkost na mezi plasticity |
| β | [1] | součinitel pro převod mezi modulem přetvárnosti |
| γ | [kN·m ⁻³] | objemová tíha zeminy |
| ν | [1] | Poissonovo číslo |
| $\varphi_{ef}, (\varphi_u)$ | [°] | efektivní (totální) úhel vnitřního tření zeminy |

Použité zkratky

| | |
|-----------|--------------------------------------------------|
| AMO | ArcelorMittal Ostrava a.s. |
| CBR | Kalifornský poměr únosnosti |
| ČGS | Česká geologická služba |
| ČHMÚ | Český hydrometeorologický ústav |
| HG | hydrogeologický |
| HGP | hydrogeologický průzkum |
| HPV (USH) | hladina podzemní vody (ustálená hladina) |
| HTÚ | hrubé terénní úpravy |
| CHLÚ | chráněné ložiskové území |
| IG | inženýrsko-geologický |
| KÚ | katastrální území |
| m n. m. | metry nad mořem |
| m p. t. | metry pod terénem |
| MP MŽP | metodický pokyn Ministerstva životního prostředí |
| NH | naražená hladina |
| p. č. | parcelní číslo |
| PS | Proctor Standard |
| PZ | průmyslová zóna |
| RL | ropné látky |
| SÚJB | Státní úřad pro jadernou bezpečnost |
| USH | ustálená hladina |
| ZCHR | základní chemický rozbor |

1. ÚVOD

Na základě objednávky společnosti Atelier 38 s.r.o. (objednatel) č. 4500044472 ze dne 27. 10. 2015 a evidované u společnosti AZ GEO s.r.o. (zhotovitel) pod č. 535110 byl realizován podrobný inženýrsko-geologický průzkum pod názvem „*Ostrava - Optimalizace kontidrátové tratě - zkušební vrty*“.

1.1 Identifikační údaje zhotovitele

| | |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AZ GEO, s.r.o. | Masná 1493/8, 702 00 Ostrava zapsaný v obchodním rejstříku vedeném Krajským soudem v Ostravě v oddílu C, vložce 9916 |
| zastoupený: | Mgr. Mirkem Jašurkem, jednatelem společnosti Ing. Lubošem Štanclem, prokuristou |
| IČO: | 25358944 |

1.2 Cíle průzkumných prací

Průzkum byl realizován za účelem získání podkladů pro další stupně projekčních prací pro plánovanou stavbu „*Sportovní hala Svojsíkova, Český Těšín*“. Práce sestávaly z inženýrsko-geologického a hydrogeologického průzkumu v místě projektované nové sportovní haly. Vyhodnocení průzkumných prací stanovilo charakteristiky a popis základových poměrů na dané lokalitě, včetně základních hydrogeologických charakteristik a korozního průzkumu.

- stanovení charakteristik a popis základových poměrů, znázornění údajů nezbytných pro založení stavebního objektu výše uvedené akce z hlediska typu, druhu a třídy základových konstrukcí, složitosti základových poměrů, včetně navržení způsobu založení jednotlivých stavebních objektů dle dnes již neplatných norem ČSN 73 1001 a ČSN 73 1002;
- zatřídění a posouzení základových půd dle ČSN 73 1001, ČSN 72 1002 a ČSN EN ISO 14688-1 a 2 (ČSN EN ISO 14688-1 (72 1003)), dále bylo provedeno posouzení vrtatelnosti zemin pro piloty dle přílohy č. 1 Katalogu 800-2 a zatřídění zemin z hlediska těžitelnosti dle ČSN 73 6133 a ČSN 73 3050;
- posouzení hydrogeologických poměrů na zájmové lokalitě, stanovení úrovně hladiny podzemní vody a její vliv na projektované stavební práce, ověření agresivity podzemní vody na beton.

Radonový průzkum zahrnoval měření radonu v půdním vzduchu v půdoryse projektované stavby a stanovení radonového indexu pozemku včetně návrhu opatření.

2. CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

Zájmové území se nachází v Moravskoslezském kraji, okrese Karviná, městě Český Těšín východně od ulice Svojsíkova na pozemku parcelní č. 1818/1. Stavba je situována na travnaté ploše mezi nákupním střediskem a starší sportovní halou. Terén lokality je zde rovinný s nadmořskou výškou na úrovni cca 273,0 - 274,0 m n. m. Přehledná situace lokality a podrobná situace lokality s realizovanými průzkumnými pracemi je znázorněna v přílohách č. 1 a č. 2.

2.1 Geomorfologické, klimatické a hydrologické poměry

Regionální geomorfologická rajonizace reliéfu ČR (Demek ed., 1987) zahrnuje zájmovou lokalitu do provincie Západní karpáty, subprovincie Vnější Západní karpáty, oblasti Západobeskydské podhůří, celku Podbeskydská pahorkatina, podcelku Těšínská pahorkatina a okrsku IXD-1G-c Hornožukovská pahorkatina.

Podle základních klimatologických charakteristik (Quitt, 1971) se zájmové území nachází v mírně teplé oblasti MT 10.

Hydrologické členění ČR řadí zájmové území do oblasti povodí Odry, povodí III. řádu toku Olše (číslo hydrologického pořadí 2-03-03) a dílčího povodí IV. řádu (č.h.p. 2-03-03-0450) s plochou povodí 1,84 km² a délkou údolnice 2,406 km. Nejbližší okolí zájmové lokality je v generelu odvodňováno směrem na severovýchod k drenážní bázi tvořené levým břehem Olše.

2.2 Geologické poměry

Z regionálně-geologického hlediska náleží širší okolí zájmové lokality do vnější skupiny příkrovů oblasti flyšového pásma karpatské soustavy. Geologickou stavbu horninového prostředí můžeme rozdělit na předkvartérní podloží a kvartérní sedimentární pokryv.

Přímé předkvartérní podloží, v širším okolí zájmového území, je tvořeno horninami mezozoického stáří. Jedná se o vápnité jílovce svrchních těšínských vrstev (godulský vývoj příkrovu slezské jednotky - spodní křída). Hlavním litologickým znakem těchto vrstev jsou tmavé vápnité, zčásti prachově písčité nebo písčité vápnité laminované jílovce (slínovce), místy s bloky a valouny vápenců. Horniny jsou ve svých svrchních polohách při styku s nadložním kvartérním pokryvem silně zvětřelé a nabývají až charakteru eluviálních štěrkovitých až písčitých jílu.

Zeminy kvartérního stáří jsou na bázi tvořeny fluvialními písčity štěrky údolní terasy Olše a jejích přítoků, tvořeny převážně valouny beskydských hornin (akcesoricky se objevují křemen, rohovec, lydity, těšínity a valouny hornin nordického původu). Nad štěrky může místy spočívat souvrství povodňových hlín, budující vyšší nivní stupeň. Nižší nivní stupeň odpovídá původnímu povrchu štěrku údolní terasy. Vyšší nivní stupeň je v celé mocnosti hlinitý až hlinitopísčité a představuje mladší akumulaci, uloženou na štěrcích údolní terasy.

Závěr kvartérní sedimentace doplňují různorodé uloženiny antropogenního původu.

2.3 Hydrogeologické poměry

Zájmová oblast se vyskytuje z pohledu hydrogeologického rajónování (Hydroekologický informační systém VÚV T.G.M.) ve skupině rajónů 32 Flyšové sedimenty, jedná se o sedimenty paleogénu a křídý Karpatské soustavy.

Dílčí hydrogeologický rajón 3211 Flyš v povodí Olše s plochou rajónu 515,47 km², je tvořen svrchu štěrko-písčitémi sedimenty s volnou až mírně napjatou hladinou podzemní vody, níže pískovci, jílovci a slepenci, s průlinově-puklinovým typem propustnosti. Hodnota transmisivity T se pohybuje v rozmezí $5,4 \times 10^{-5}$ - $1,4 \times 10^{-6}$ m².s⁻¹ a podle Krásného (1986) odpovídá vysoké až nízké transmisivitě. Mineralizace podzemních vod je 0,3 - 1 g/l s převažujícím chemickým typem Ca-Na-HCO₃.

Dle hydrogeologické mapy 15-44 Karviná se lokalita nachází v hydrogeologickém prostředí Qh₃⁵ charakterizované koeficientem transmisivity v rozmezí $T = 7,4 \times 10^{-5}$ - $2,8 \times 10^{-3}$ m²/s a $s_y = 0,79$. Propustnost kolektoru průlinově propustných fluvialních štěrkopísků údolní nivy vyjádřená koeficientem filtrace má průměrnou hodnotu $n \times 10^{-4}$ - $n \times 10^{-5}$ m.s⁻¹ (dle Jetelovy klasifikace mírná až dosti slabá propustnost, IV. až V. třída).

Zájmová lokalita se nachází na území s výskytem podzemní vody vyžadující složitější úpravu (voda II. kategorie).

2.4 Inženýrsko-geologické poměry

Inženýrsko-geologická rajonizace řadí zájemovou lokalitu do rajónu kvartérních pokryvných útvarů (zeminy) **Ft - rajón pleistocénních říčních sedimentů (terasy)** – jedná se o sedimenty vzniklé akumulací činností říčních toků v pleistocénu, nesoudržné zeminy tohoto rajónu lze hodnotit jako únosnou, málo stlačitelnou a snadno rozpojitelnou základovou půdu. Zrnitostně jde převážně o štěrkovité sedimenty tříd G1 a G3 třídy rozpojitelnosti 3-4. Při vysoké průlinové propustnosti vedou písčité štěrky průlinovou podzemní vodu, která v závislosti na geologických podmínkách a na přítomnosti antropogenních sedimentů vykazuje relativně často síranovou a uhličitánovou agresivitu.

2.5 Území se zvláštní ochranou

Zájmová lokalita leží v chráněném ložiskovém území (CHLÚ) č. 14400000 Čs. část Hornoslezské pánve se surovinami uhlí černé a zemní plyna a CHLÚ č. 07100100 Rychvald se surovinou zemní plyn.

Lokalita leží mimo ochranná pásma vodních zdrojů (dle §30 Zákona č.254/2001 Sb. o vodách v platném znění), stejně tak není součástí velkoplošného ani maloplošného zvláště chráněného území (dle § 14 Zákona č.114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny, v platném znění) a není ani součástí Chráněné oblasti přirozené akumulace vod (CHOPAV).

Lokalita nezasahuje do žádného poddolovaného území. Dle mapového serveru moravskoslezského kraje je lokalita řazena do ložiskového území pásma N - **Plocha bez podmínek zajištění stavby proti účinkům poddolování**. Generální závazné stanovisko krajského úřadu k dané ploše je uloženo na stavebním úřadě a povinnost žadatele doložit závazné stanovisko je tímto předem splněna.

Dle Registru svahových nestabilit ČGS není v širším okolí evidováno žádné sesuvné území.

2.6 Dosavadní prozkoumanost

Dle databáze geologické prozkoumanosti ČGS - Geofondu bylo v minulosti v nejbližším okolí zájmové lokality realizováno množství průzkumných akcí. Výsledky těchto prací, zejména geologické profily vrtů, laboratorní zkoušky zemin a chemické analýzy podzemní vody byly využity při zpracování této závěrečné práce. Přehled použitých prací je uveden níže v textu.

- **Ondra, K., 12/1989: Inženýrskogeologický průzkum Český Těšín – cihelna, Stavoprojekt Ostrava, Ostrava.**

Blízké okolí zájmové lokality bylo součástí inženýrsko-geologického průzkumu provedeného za účelem využití území po bývalé cihelně. Nejbližší se nachází 9 vrtů S-23 až S-31, které byly provedeny až do předkvartérního podloží. Z vrtů S-26 a S-28 je analýzy podzemní vody, zkoušky zemin provedeny nebyly. Posudek je evidován u ČGS - Geofondu pod signaturou P066781.

- **Ondra, K., 6/1995: Technická zpráva o výsledcích stavebněgeologického průzkumu pro stavbu prodejny BILLA v Českém Těšíně, GEOSTA Ostrava s.r.o., Ostrava.**

Pro projektovanou stavbu prodejny BILLA byl proveden východně od lokality podrobný IG průzkum zahrnující 5 vrtů B-1 až B-5. Posudek je evidován u ČGS - Geofondu pod signaturou P084846.

- **Ondra, K., 6/1995: Technická zpráva o výsledcích stavebněgeologického průzkumu pro stavbu "Česká spořitelna" v Českém Těšíně, GEOSTA Ostrava s.r.o., Ostrava.**

Pro projektovanou stavbu České spořitelny byl proveden východně od lokality podrobný IG průzkum zahrnující 3 vrty SP-1 až SP-3. Posudek je evidován u ČGS - Geofondu pod signaturou P084846.

- **Plasgura, V., 9/2000: Český Těšín – BOWLING & SQUASH, ELGEO Plasgura & spol., Frenštát pod Radhoštěm.**

Pro stavbu bowlingové a squashové haly západně od lokality byl proveden IG průzkum zahrnující 3 vrty Sonda č. 1 až Sonda č. 3, provedené do předkvartérního podloží. Posudek není evidován u ČGS - Geofondu.

- **Mrógala, E., 9/2005: Český Těšín - sportovní hala, závěrečná zpráva, K-GEO, s.r.o., Ostrava.**

Pro stavbu sportovní haly byl proveden západně od lokality podrobný IG průzkum zahrnující 3 vrty J-1 až J-3. Využity byly jak laboratorní zkoušky zemin, tak analýzy vody. Posudek je evidován u ČGS - Geofondu pod signaturou P112809.

- **Mrógala, E., 12/2008: Český Těšín – nové autobusové nádraží, závěrečná zpráva, K-GEO, s.r.o., Ostrava.**

Pro stavbu nového autobusového nádraží byl proveden jihovýchodně od lokality podrobný IG průzkum zahrnující 5 vrtů V-1 až V-5. Využity byly jak laboratorní zkoušky zemin, tak analýzy vody. Posudek je evidován u ČGS - Geofondu pod signaturou P126398.

- **Mrógala, E., 5/2011: Český Těšín – BD, ul. Svojsíkova. Závěrečná zpráva, K-GEO, s.r.o., Ostrava.**

Pro stavbu bytového domu byl proveden jižně od lokality podrobný IG průzkum zahrnující 2 vrty J-1 a J-5 provedené do předkvartérního podloží. Využity byly jak laboratorní zkoušky zemin, tak analýzy vody. Posudek je evidován u ČGS - Geofondu pod signaturou P132297.

3. ROZSAH A METODIKA PRACÍ

Průzkumné práce byly řešeny v podrobné etapě inženýrsko-geologického průzkumu. Pro doplnění získaných informací byly použity výsledky dříve provedených průzkumných prací archivovaných v databázi ČGS - Geofondu. Následující kapitoly podrobněji popisují metodiku a rozsah prací včetně jejich zdůvodnění.

3.1 Přípravné práce

Nejprve byla provedena obhlídka lokality a byla vytýčena místa průzkumných vrtů tak, aby nedošlo ke střetu s podzemními inženýrskými sítěmi. Vrty byly umístěny s ohledem na stávající prozkoumanost a očekávané geologické poměry. Součástí přípravných prací bylo naplnění evidenčních povinností u ČGS.

3.2 Geologické průzkumné práce

3.2.1 Vrtné práce IG průzkumu

Průzkumné jádrové vrty V-1, V-2 a V-3 do hloubky 4,0 až 5,0 m p. t. byly provedeny na vytýčených místech dne 24. 2. 2015. Vrtné práce provedla firma GEODRILL s.r.o. pod vedením vrtmistra L. Prokopa mobilní vrtnou soupravou Multidrill Hyndaga na podvozku Ford Ranger 4x4. Pro účel IG průzkumu byla zvolena technologie jádrového vrtání na sucho jednoduchou jádrovnicí s tvrdokovovou korunkou o \varnothing 137 mm.

Vrt V-3 byl s ohledem na výskyt velmi hrubozrnných navážek s kamenitou až balvanitou struskou odvrtn až na druhý pokus.

Po ukončení vrtných prací byly vrty ponechány otevřené pro zaměření ustálené hladiny podzemní vody a odběr vzorků. Následně byly vrty zlikvidovány dusaným záhozem. Podrobné informace jsou uvedeny v technické zprávě vrtných prací v příloze č. 9.

3.2.2 Terénní měření a vzorkovací práce

Během vrtných prací byla prováděna geologická dokumentace vrtného jádra a odběry vzorků zemin a podzemní vody. Ustálená hladina podzemní vody byla změřena elektroakustickým hladinoměrem G20 s přesností ± 1 cm. Vzorky byly odebírány z litologických vrstev, důležitých z hlediska předpokládaného založení stavby tak, aby poskytly potřebné podklady pro návrh jejího založení. Orientačně byla na vrtném jádru stanovena pevnost zemin ručním pružinovým číselníkovým penetrometrem Matest s rozsahem 0 – 6 a 0 – 16 kg/cm². Každou vrstvu zeminy charakterizuje průměrná hodnota tlaku zeminy proti vniknutí penetračního trnu \varnothing 6 mm do hloubky 6 mm přepočtená na kPa, kterou uvádíme v dokumentaci geologických profilů.

Z kvartérních zemin a neogenních jíílů byly pro stanovení fyzikálně mechanických vlastností odebrány 2 neporušené vzorky zemin, 1 poloporušený vzorek se zachováním přirozené vlhkosti a 1 porušený vzorek. Pro stanovení základního chemismu a agresivity podzemní vody byl odebrán 1 vzorek podzemní vody.

3.2.3 Laboratorní práce

Laboratorní analýzy vzorků zemin provedla Laboratoř mechaniky zemin a hornin, GEODRILL s.r.o., Zkušební laboratoř č. 1596 akreditovaná ČIA. Protokoly laboratorních zkoušek uvádíme v příloze č. 7.

Porušené vzorky se zachováním přirozené vlhkosti zahrnovaly stanovení zrnitosti zemin, stanovení vlhkosti, stanovení konzistenčních mezí (vlhkost na mezi plasticity, vlhkost na mezi tekutosti, index plasticity a stupeň konzistence) a výpočet propustnosti z křivky zrnitosti empirickým vztahem (dle Jákyho).

Neporušené vzorky zahrnoval navíc stanovení objemové hmotnosti přirozeně vlhké i suché zeminy a stanovení zdánlivé hustoty.

Neporušené vzorky byly dále podrobeny zkoušce stlačitelnosti v edometru pro 3 stupně konsolidačního přetížení, jejímž výsledkem je edometrický modul E_{oed} a odvozený deformační modul E_{def} .

Vzorek podzemní vody z vrtu V-1 byl analyzován pro zjištění základního chemizmu s cílem stanovit agresivitu vůči betonovým konstrukcím dle ČSN EN 206-1 a ocelovým konstrukcím dle ČSN 03 8375. Analytické rozborů pro stanovení agresivity podzemní vody a kontaminaci zemin provedla akreditovaná laboratoř ALS CZECH REPUBLIC s.r.o., veškerá stanovení jsou akreditovanými zkouškami ČIA. Protokol laboratorní analýzy uvádíme v příloze č. 8 této zprávy.

3.2.4 Sled a řízení terénních prací

Geologické práce zahrnovaly koordinaci, sled a řízení terénních prací (dokumentace geologického profilu, stanovení intervalů vzorkování, posouzení betonových vývrtů apod.). Terénní práce byly řízeny odborníkem v oboru inženýrská geologie a hydrogeologie a osobou s odbornou způsobilostí vydanou MŽP (na základě zákona č. 62/1998 Sb. o geologických pracích v platném znění) v uvedených oborech.

3.2.5 Radonový průzkum

Radonový průzkum provedla subdodavatelsky společnost Kupka Petr - RadonStop, Albrechtice. Průzkum obsahoval odběr vzorků půdního vzduchu na ploše zájmového území. Odběrné body tvoří síť cca 10 × 10 m, celkem 15 bodů. Hodnoty objemové aktivity radonu byly stanoveny v odebraných vzorcích půdního vzduchu. Měření radonu bylo provedeno přístrojem RM-2. Radonový index je dán kombinací hodnot objemové aktivity radonu c_A v půdním vzduchu (respektive hodnot 3. kvartilu) a propustnosti zemin na zkoumané ploše. Výsledky jsou podrobně uvedeny v příloze č. 9.

3.2.6 Měřické práce

Průzkumné vrty byly geodeticky zaměřeny společností R&M GEODATA s.r.o., dne 28. 2. 2016. Souřadnice bodů jsou polohopisně v systému S-JTSK a výškopisně v systému Balt p.v. Protokol geodetických prací je uvedena v příloze č. 11.

3.3 Vyhodnocovací práce

Vyhodnocovací práce zahrnovaly zpracování výsledků rešeršních prací, inženýrsko-geologického a hydrogeologického průzkumu, zatřídění hornin a zemin, stanovení přetvárných a deformačních parametrů, a dalších údajů nezbytných pro návrh založení staveb. Sestaveny byly účelové mapy a geotechnické řezy.

Závěrečná zpráva byla vypracována osobou odborně způsobilou projektovat, provádět a vyhodnocovat geologické práce v oboru inženýrská geologie a hydrogeologie. Pro zpracování dat z průzkumu byly využity programy Microsoft®Word 2007, Microsoft®Excel 2007, Microsoft®Access 2007, AutoCAD LT 2013, Surfer v12, databázový program gBase v4.

4. VÝSLEDKY PROVEDENÝCH PRACÍ

Geologický profil lokality (stavby) byl nově realizovanými průzkumnými sondami ověřen do hloubky 5 m, archivní vrty v okolí byly provedeny až do hloubky 8 m. Podrobný popis ověřených geologických profilů nově realizovaných vrtů, je uveden v příloze č. 3, archivní vrty jsou uvedeny v příloze č. 4. Dále je geologická stavba zobrazena pomocí geologických řezů v příloze č. 5, kde jsou podrobně znázorněny jednotlivé typy zemin a jejich přiřazení do geotechnické kategorie. Pro zhodnocení geotechnických poměrů lokality byly použity rovněž výsledky zkoušek vzorků zemin z průzkumů realizovaných v minulosti v blízkém okolí.

4.1 Geologické poměry zájmové lokality

Spodnokřídové vápnité jílovce těšínsko - hradištských vrstev slezské jednotky tvoří přímé podloží kvartérních uloženin. Jedná se o souvrství šedých až tmavě šedých vápnitých jílovců, které jsou místy prostoupeny málo mocnými polohami pískovců a písčitých vápenců. Reliéf povrchu křídových sedimentů je ovlivněn fluvialní činností během svrchního pleistocénu. Jílovce jsou v nejsvrchnější části rozložené na písčité až štěrkovité jíly, svrchu tuhé konzistence, která se s přibývajícím hloubkou mění v pevnou až tvrdou. Některými provedenými archivními vrty byly pod svrchní vrstvou eluvií ověřeny silně zvětralé jílovce charakteru písčitých jílu s proměnlivým množstvím úlomků hornin různého stupně zvětření, charakteru R5 - R6. Povrch předkvartérního podloží (včetně eluvií) se nachází v hloubce 3,1 až 6,0 m p.t., tj. v úrovni 267,2 – 270,5 m n.m., kde tvoří bázi akumulace fluvialních štěrků.

Na erozní povrch předkvartérního podloží přímo nasedá akumulace údolní terasy řeky Olše, jenž je tvořena převážně písčitými štěrky, místy zahliněnými, či zajílovanými. Jedná se o jemnozrnné až hrubozrnné štěrky, výjimečně až kamenité a balvanité frakce, hnědošedé, šedozavé až modrošedé barvy. Štěrky jsou převážně písčité, s menším podílem hlinité, či jílovité příměsi, pouze ve dvou sondách byly zjištěny štěrky hlinité a jílovité, jejichž mocnost je ovšem malá. Valounky štěrku jsou většinou dobře opracované, semioválné až oválné a jejich velikost v delší ose dosahuje v průměru cca 2-5 cm, ojediněle se zde vyskytují i kameny a balvany o velikosti 10 až 20 cm v delší ose. Materiál, z něž jsou valouny tvořeny, je nejpočetněji zastoupen pískovci beskydské proveniencí a méně často křemenem.

Štěrkové sedimenty na lokalitě vytváří souvislou polohu. Mocnost štěrkové akumulace se v zájmovém území a nejbližším okolí pohybuje v rozmezí 0,8 až 4,2 m. Jejich povrch se nachází v úrovni 0,5 až 3,4 m p.t., tj. v úrovni 270,2 až 272,5 m n.m. Nejvyšších mocností dosahují fluvialní štěrky na západním a jižním okraji zájmového území.

Fluvialní písky byly na zájmové lokalitě ověřeny nově provedeným vrtem V-3B a několika archivními vrty (SP-2, SP-3, J-2, Sč.1, Sč.2) nerovnoměrně v ploše zájmového území. Vyskytují se výhradně v nadloží štěrků a vytvářejí nesouvislé polohy malých mocností (0,2 až 0,6 m). Písky jsou jemnozrnné až hrubozrnné, mají proměnlivou míru zahlinění, či zajílování a nabývají barev od šedé, přes šedozelenou až po rezavě žlutou. Povrch těchto písčitých sedimentů se nachází v hloubce 1,1 až 3,1 m p.t.

Štěrkovité a písčité sedimenty jsou místy překryty tenkou vrstvou povodňových hlín a hlín sprašového charakteru. Sprašoidní hlíny jsou druhotně přemístěny (deluvio-fluvialní a soliflukční sedimenty) z výše položeného území se souvislým pokryvem sprašových hlín, jež se nachází západně od lokality a bylo předmětem jejich těžby jako cihlářská surovina. Fluvialní povodňové hlíny jsou šedé až hnědošedé, místy s výskytem tlejících zbytků rostlin a dřeva, jsou slabě jemně písčité a místy přechází až v písčité jíly. Sprašové sedimenty jsou zbarveny hnědožlutě až světle hnědě. Tyto soudržné zeminy jsou často promíseny pískem a dosahují

tuhé, výjimečně měkké konzistence. Mocnost těchto sedimentů na zájmové lokalitě se pohybuje v rozmezí 0,2 až 1,4 m, průměrně ovšem činí pouze cca 0,6 m.

Nejvyšším kvartérním členem jsou zde antropogenní navážky soudržných i nesoudržných zemin, nacházející se na téměř celé ploše zájmového území. Jsou tvořeny především stavebním odpadem ve formě úlomků cihel, suti, strusky, škváry a jiného materiálu, promíseným hlínou a v místech bývalých budov i betonem. Ověřená celková mocnost navážek je proměnlivá a činí 0,4 až 1,7 m s průměrnou mocností 0,84 m.

Povrch terénu, mimo zpevněné a zastavěné plochy překrývá humózní hlína o mocnosti cca 0,1 až 0,2 m.

4.2 Inženýrsko-geologické a geotechnické poměry zájmové lokality

V následujícím textu uvádíme jednotlivé vrstvy zemin, které byly zastiženy průzkumnými pracemi na zájmové lokalitě. Obecný geologický profil zájmové lokality je podrobně rozpracován v následující tabulce č. 2.

Tabulka č. 1 Schematický vrstevní sled s uvedením geotechnických typů

| Stratigrafie | Litologický typ | Zatřídění dle ČSN EN ISO 14688-2 | Zatřídění dle ČSN 73 6133 | GT typ | Ověřená mocnost jednotlivých vrstev od - do [m] |
|--------------------|---------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|--------------|-------------------------------------------------|
| antropogén | antropogenní navážky | Mg, sasiClMg | CSY, CLY, Y | GT 1 | 0,5 – 1,4 |
| kvartér | sprašoidní hlíny | siCl, sasiCl | F6 CI | GT 2A | 0,2 – 1,1 |
| | náplavové jíly, místy s organogenní příměsí | Cl, saclSi | F8 CH, F4 CS | GT 2B | 0,2 – 0,9 |
| | fluviální písky | grclSa | S5 SC, S4 SM | GT 3 | 0,4 |
| | fluviální štěrky | saGr | G3 G-F | GT 4 | 1,3 – 3,6 |
| mezozoikum - křída | zvětralé jílovce a jejich eluvia | sagrsiCl, grsaCl | F2 CG, F4 CS | GT 5 | > 1,7 |

4.2.1 GT 1 - Antropogenní navážky

Navážky jsou tvořeny především stavebním odpadem složeným z úlomků cihel, suti, strusky, škváry a jiného materiálu, promíseným hlínou, v místech bývalých budov i betonem. Generelně mají charakter štěrku hlinitého až štěrku s příměsí jemnozrnné zeminy. V místech, kde obsahují vysoký podíl jemnozrnné složky, nabývají charakteru až písčitých hlín s proměnlivým obsahem příměsí úlomků cihel, kamení a stavebního odpadu. Mocnost vrstvy navážek se v místě stavby pohybuje mezi 0,5 - 1,4 m, přičemž jejich průměrná mocnost činí cca 0,93 m.

Pro výstavbu doporučujeme navážky v celé ploše stavby zcela odstranit. Tento typ zemin je řazen ve smyslu ČSN 73 1001 do zvláštních zemin jako sypaný zemní materiál. Dle ČSN EN ISO 14688-1 (72 1003) náleží do skupiny zemin nazvané výsyvky, sypaniny a jejich využití vyžaduje zvláštní pozornost. Na nez hutněném sypaném zemním materiálu je přípustné zakládat stavby jen s použitím zvláštních úprav a opatření. Jejich těžitelnost odpovídá dle normy ČSN 73 3050 2. až 3. třídě. Dle přílohy D ČSN 73 6133 jsou z hlediska rozpojitelnosti řazeny do I. třídy. Dle katalogu 800-2 patří vrtatelností pilot do I. třídy.

4.2.2 GT 2 – Sprašoidní hlíny a náplavové jíly

Nejsvrchnější horizont přirozeně uložených kvartérních sedimentů tvoří v podloží navážek jemnozrnné soudržné zeminy – deluvio-fluviální a náplavové jíly. Tyto zeminy byly ověřeny všemi realizovanými průzkumnými vrty. Tyto jemnozrnné sedimenty lze detailněji rozdělit na dva litologicky odlišné podtypy – sekundárně redeponované sprašové hlíny a náplavové jíly místy s polohami organogenního materiálu. Celková mocnost jemnozrnných sedimentů se v místě stavby pohybuje mezi 0,4 až 1,6 m.

4.2.2.1 GT 2A Sprašoidní hlíny

První podtyp GT 2A představují sprašoidní hlíny. Barva sedimentů je hnědá až rezavě žlutohnědá, jsou světle šedě smouhované či skvrnitě. Konzistence zemin je tuhá, pouze při bázi vrstvy na kontaktu s podložními zeminami může konzistence přecházet až v měkkou.

Jemnozrnná složka (F) je zastoupena z 71 - 93 % s Ø 86 %, přičemž podíl jílovité frakce kolísá mezi 10-26 %, prachová složka je zastoupena 61-75 %, a písčité frakce kolísá mezi 7-29 %, štěrky není zastoupeny.

Tato vrstva je v území vyvinuta souvisle. Ověřená mocnost prachovito-jílovitých zemin GT 2A kolísá od 0,1 do 1,1 m s Ø hodnotou 0,7 m, báze se pohybuje v hloubce od 1,2 do 1,8 m p. t., průměrně 1,6 m p. t.

Na základě zrnitostních analýz a makroskopického popisu zatřídíme zeminy dle ČSN EN ISO 14 688-2 jako prachovitý jíl (siCl), sporadicky se vyskytuje jílovitý prach (clSi) či písčito-jílovitý prach (sacSi). Dle ČSN 73 6133 zeminu klasifikujeme jako jíl středně plastický (F6 Cl), ojediněle jen jako nízce plastický (F6 CL).

Zemina je nebezpečně namrzavá až vysoce namrzavá. Zatříděním vhodnosti pro pozemní komunikace dle Tabulky A.1 ČSN 73 6133 je hodnotíme jako podmíněčně vhodné pro použití do násypových těles a nevhodné pro aktivní zónu komunikace. Z hlediska těžitelnosti dle ČSN 73 3050 spadají do 3. třídy, dle TKP-4 (Přílohy D ČSN 73 6133) potom náleží do I. třídy rozpojitelosti. Dle katalogu 800-2 patří vrtatelností pilot do I. třídy. Pro zeminy GT 2A uvádíme v tabulce č. 2 průkazné geotechnické charakteristiky doplněné o tabulkové hodnoty, použity byly také analýzy ze 4 archivních vzorků.

Tabulka č. 2 Geotechnické charakteristiky eolických jílů GT 3A

| Parametr | veličina | jednotka | rozmezí | Ø hodnota |
|----------------------------------------------|-------------|-----------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------|
| Přirozená vlhkost | W_n | [%] | 21,3 – 34,1 | 27,0 |
| Vlhkost na mezi tekutosti | W_L | [%] | 31,7 – 49,8 | 43,4 |
| Vlhkost na mezi plasticity | W_P | [%] | 17,8 – 26,8 | 21,0 |
| Index plasticity | I_P | [%] | 13,5 – 27,5 | 22,4 |
| Stupeň konzistence | I_C | [1] | 0,63 – 0,81 | 0,74 |
| Objemová tíha | γ_n | [kN.m ⁻³] | 18,64 – 19,52 | 19,07 |
| Objemová tíha suché zeminy | γ_d | [kN.m ⁻³] | 14,06 – 16,09 | 15,03 |
| Pórovitost | n | [%] | 39,01 – 47,99 | 43,26 |
| Stupeň nasycení | S_r | [1] | 0,88 – 1,00 | 0,94 |
| Koeficient filtrace | k_f | [m.s ⁻¹] | 1×10^{-12} – $1,3 \times 10^{-8}$ | $5,2 \times 10^{-9}$ |
| Edometrický modul (30 – 380 kPa) | E_{oed} | [MPa] | | 5,6 |
| Deformační modul (30 – 380 kPa) | E_{def} | [MPa] | | 2,6 |
| Efektivní soudržnost ^{*)} | c_{ef} | [kPa] | - | 15 |
| Efektivní úhel vnitřního tření ^{*)} | ϕ_{ef} | [°] | - | 21 |
| Totální soudržnost ^{*)} | c_u | [kPa] | - | 50 |
| Totální úhel vnitřního tření ^{*)} | ϕ_u | [°] | - | 0 |
| Poissonovo číslo ^{*)} | ν | [1] | - | 0,40 |

Vysvětlivky: ^{*)}směrná normová charakteristická hodnota

Tabulka č. 3 uvádí výsledky zkoušky stlačitelnosti v edometru a stanovené sečnové edometrické moduly a odvozené deformační moduly pro jednotlivá přitížení.

Tabulka č. 3 Přehled výsledků stlačitelnosti zemin GT 2A v edometru

| Vrt / zatřídění zeminy | Hloubka vzorku [m] | Obj. hmotnost ρ_n [g.cm ⁻³] | Edometrický modul E _{oed} [MPa] pro obor napětí [MPa] | | | Převodní součinitel β [-] | Odvozený deformační modul E _{def} [MPa] pro obor napětí [MPa] | | |
|---------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|
| | | | 2,9 | 4,7 | 7,7 | | 3,4 | 3,4 | 3,1 |
| V-1 F6 CI | 1.6-1.8 | 1.922 | 0,03-0,08 | 0,08-0,18 | 0,18-0,38 | 0,47 | 0,07-0,12 | 0,12-0,22 | 0,22-0,42 |

Na archivním směsném vzorku jílovitých zemin z vrtů pro autobusové nádraží (Mrogala, 2008) byla provedena zkouška zhutnitelnosti a stanovena únosnost CBR, výsledky zkoušek:

Proctor Standard: $\rho_{d,max} = 1\,700\text{ kg/m}^3$ $W_{opt} = 18\%$ (F6 CL)

Poměr únosnosti: $CBR_{2,5} = 8,5$; $CBR_{5,0} = 7,6$; $CBR_{sat,2,5} = 6,5$; $CBR_{sat,5,0} = 5,7$

4.2.2.2 GT 2B Náplavové jíly

Druhý podtyp jemnozrnných soudržných zemin představují náplavové jíly, které obsahují kromě jemnozrnné složky také proměnlivou příměs jemně zrnitého písku a místy organogenní materiál (tlející dřevo apod.). Tyto zeminy jsou označeny jako geotechnický typ **GT 2B** a vyskytují se v ploše území nesouvisle. Nabývají modrošedé až černošedé barvy. Plasticita jílu je nízká až velmi vysoká. Konzistence je ve svrchních partiích tuhá, ale směrem do podloží rychle klesá na měkkou.

Granulometrický rozbor 1 nového vzorku a 1 archivního vzorku stanovil podíl jemnozrnné frakce zemin GT 3B na 83 - 86 %, z toho jílová složka je zastoupena ze 5 - 36 %, písčité frakce dosahuje 14 - 17%. Obsah organické složky je cca 6 %.

Ověřená mocnost náplavových jílu GT 2B v místě projektované stavby kolísá od 0,2 do 0,9 m s \varnothing hodnotou 0,5 m. Báze náplavových jílu je v hloubce 1,8 až 2,7 m p.t.

Na základě zrnitostní analýzy a makroskopického popisu zatřídíme polohy rašelinové zeminy dle ČSN EN ISO 14 688-2 jako jíl (CI) až prach s organickou příměsí (SiOr). Dle ČSN 73 6133 zeminu klasifikujeme jako jíl nízce plastický až vysoce plastický (F6 CLO – F8 CH).

Zemina je nebezpečně až vysoce namrzavá. Zatříděním vhodnosti pro pozemní komunikace dle Tabulky A.1 ČSN 73 6133 je hodnotíme jako nevhodné pro použití do násypových těles a nevhodné pro aktivní zónu komunikace. Z hlediska těžitelnosti dle ČSN 73 3050 spadají do 2. až 3. třídy, dle TKP-4 (Přílohy D ČSN 73 6133) potom náleží do I. třídy rozpojitelosti. Dle katalogu 800-2 patří vrtatelností pilot do I. třídy.

Pro zeminy **GT 2B** uvádíme v tabulce č. 3 místní geotechnické charakteristiky a tabulkové směrné hodnoty.

Tabulka č. 4 Geotechnické charakteristiky zemin GT 2B

| Parametr | veličina | jednotka | F8 CH | F6 CLO |
|-----------------------------------|-------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
| Vlhkost na mezi tekutosti | W_L | [%] | 54,7 | 34,4 |
| Index plasticity | I_P | [%] | 30,9 | 12,5 |
| Stupeň konzistence | I_C | [1] | 0,21 | 0,30 |
| Objemová tíha | γ_n | [kN.m ⁻³] | 19,69 | 18,15 |
| Objemová tíha suché zeminy | γ_d | [kN.m ⁻³] | 13,28 | 13,93 |
| Koeficient filtrace | k_f | [m.s ⁻¹] | $3,4 \times 10^{-9}$ | $1,0 \times 10^{-8}$ |
| Efektivní soudržnost *) | c_{ef} | [kPa] | 4 | 10 |
| Efektivní úhel vnitřního tření *) | ϕ_{ef} | [°] | 15 | 18 |
| Totální soudržnost *) | c_u | [kPa] | 20 | 25 |
| Totální úhel vnitřního tření *) | ϕ_u | [°] | 0 | 0 |
| Deformační modul *) | E_{def} | [MPa] | 1,0 | 1,0 |
| Poissonovo číslo *) | ν | [1] | 0,42 | 0,40 |

Vysvětlivky: *)směrná normová charakteristická hodnota

4.2.3 GT 3 - Fluviální písky

Směrem do podloží deluvio-fluviální a náplavové jemnozrnné jílovité zeminy přechází do písčitých a šterkovitých sedimentů. Fluviální písčité sedimenty jsme označili jako geotechnický typ **GT 3**. Písky jsou výhradně šedé až modrošedé barvy, zrnitost je jemná až hrubá. Písky obsahují silnou příměs jemnozrnného materiálu. Tento geotechnický typ zemin byl ověřen pouze vrtem V-3B v mocnosti 0,4 m a blízkými archivními vrty SP-2, SP-3, J-2_2005, Sč.1 a Sč.2, v mocnosti 0,2 až 0,6 m. Jemnozrnná frakce (jíl a prach) je zastoupena 20-29 %, obsah písku je 47 %, šterková zrna jsou zastoupena 24-33 %.

Na základě zrnitostních analýz a makroskopického popisu zatřídíme zeminy dle ČSN EN ISO 14 688-2 jako šterkovito-prachový písek (grsiSa). Dle ČSN 73 6133 zeminu klasifikujeme jako hlinitý či jílovitý písek (S4 SM – S5 SC).

Těžitelností dle normy ČSN 73 3050 náleží do 2. třídy, dle Přílohy D ČSN 73 61 33 je rozpojitelnost I. třídy. Dle katalogu 800-2 patří vrtatelností pilot do I. třídy. Pro písčité zeminy uvádíme v tabulce č. 5 průkazné a místní geotechnické charakteristiky.

Tabulka č. 5 Geotechnické charakteristiky zemin GT 3

| Parametr | veličina | jednotka | rozmezí | Ø hodnota |
|-----------------------------------|-------------|-----------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|
| Objemová tíha *) | γ_n | [kN.m ⁻³] | | 18,5 |
| Koeficient filtrace | k_f | [m.s ⁻¹] | 5×10^{-7} - 4×10^{-6} | $2,3 \times 10^{-6}$ |
| Efektivní soudržnost *) | c_{ef} | [kPa] | | 5 |
| Efektivní úhel vnitřního tření *) | ϕ_{ef} | [°] | | 28 |
| Deformační modul *) | E_{def} | [MPa] | | 12 |
| Relativní ulehlost | I_D | [1] | | 0,4 |
| Poissonovo číslo *) | ν | [1] | | 0,32 |

Vysvětlivky: *)směrná normová charakteristická hodnota

4.2.4 GT 4 - Fluviální šterky

Nejnižší kvartérní člen v zájmovém území tvoří fluviální šterky údolní terasy Olše. Tato vrstva je označena jako geotechnický typ **GT 4**. Jedná se o modrošedé až tmavošedé, drobně až středně zrnité, polymiktní šterky s písčitou příměsí. Valounky šterků jsou semiválné až oválné, ojediněle dokonale zaoblené, velikosti 2 - 6 cm, s převahou střední až hrubé frakce. Méně se vyskytuje i kamenitá frakce 6 - 10 cm. Převahu v materiálovém složení má pískovec, méně hojně jsou zastoupeny drobné zrnka křemene, rohovce a jiných beskydských hrnin. Šterky jsou

v celé mocnosti zvodnělé, středně ulehle až ulehle. Matrix má charakter prachového písku. Jemnozrnná frakce (jíl a prach) je zastoupena 6-14 %, obsah písku kolísá mezi 21-44 %, šterková zrna jsou zastoupena 46-73 %.

Mocnost šterků ověřená v místě stavby je 1,3 až 3,6 m s průměrnou mocností 2,3 m. Povrch šterků GT 4 je v hloubce 1,2 – 3,1 m pod terénem, tj. v úrovni 270,2 – 271,9 m n. m. s Ø úrovní 271,0 m n. m, a jejich báze leží v hloubce 3,6 – 4,8 m pod stávajícím terénem, tj. na kótě 268,3 – 269,3 m n.m s Ø úrovní 268,7 m n.m. Mapa izolinií povrchu a báze šterkovitých zemin GT 4 je znázorněna v příloze č. 6.

Na základě zrnitostních analýz a makroskopického popisu zatřídíme zeminy dle ČSN EN ISO 14 688-2 jako šterk písčité (saGr). Dle ČSN 73 6133 zeminu klasifikujeme jako šterk s příměsí jemnozrnné zeminy (G3 G-F).

Těžitelností dle normy ČSN 73 3050 náleží do 3.-4. třídy v závislosti na obsahu kamenité složky a ulehlosti, dle Přílohy D ČSN 73 61 33 je rozpojitelnost I. třídy. Šterky jsou převážně ulehle ($I_D = 0,7$). Dle katalogu 800-2 patří vrtatelností pilot do I. třídy. Pro tyto šterkovité zeminy uvádíme v tabulce č. 6 průkazné a normové geotechnické charakteristiky.

Tabulka č. 6 Geotechnické charakteristiky zemin GT 4B

| Parametr | veličina | jednotka | rozmezí | hodnota |
|----------------------------------------------|-------------|-----------------------|--------------------------------------------|----------------------------|
| Objemová tíha ^{*)} | γ_n | [kN.m ⁻³] | | 19,0 |
| Koeficient filtrace | k_f | [m.s ⁻¹] | 1,0×10 ⁻⁵ -9,6×10 ⁻³ | 1,2×10⁻³ |
| Efektivní soudržnost ^{*)} | c_{ef} | [kPa] | | 0 |
| Efektivní úhel vnitřního tření ^{*)} | ϕ_{ef} | [°] | | 35 |
| Deformační modul ^{*)} | E_{def} | [MPa] | | 95 |
| Relativní ulehlost ^{*)} | I_D | [1] | | 0,7 |
| Poissonovo číslo ^{*)} | ν | [1] | | 0,25 |

Vysvětlivky: ^{*)}směrná normová charakteristická hodnota

4.2.1 GT 5 - Zvětralé jílovce a eluvia

Nově realizovanými a archivními průzkumnými pracemi byly zvětralé jílovce ověřeny v mocnostech pohybujících se od 0,4 do 1,7 m. Jejich skutečné mocnosti zde ovšem dosahují stovek metrů v souvrstvích, v nichž se střídají jílovcové, prachovcové, a pískovcové polohy. Z litologického hlediska tyto vrtnými pracemi ověřené horniny charakterizujeme jako silně zvětralé až mírně zvětralé jílovce a pískovce, tmavě šedé, šedé a hnědošedé barvy a označujeme je jako geotechnický typ **GT 5**. Svrchní partie jsou zcela rozložené a mají charakter zeminy pevné konzistence. Podíl jemnozrnné frakce eluvií GT 5 je 40 %, z toho jílová složka je zastoupena z 13 % a prachová složka je zastoupena z 27 %, písčité frakce dosahuje 23 % a šterková frakce (ostrohranné úlomky jílovců a vápenců) je zastoupena z 37 %.

Povrch předkvartérního podloží koresponduje s bází šterků GT 4 a mapa izolinií povrchu jílovců GT 5 je znázorněna v příloze č. 6.3.

Na základě makroskopického popisu dle ČSN EN ISO 14688-2 klasifikujeme eluvia jílovců GT 5 jako písčito-šterkovito-prachový jíl (sagrsiCl) a dle ČSN 73 6133 zeminu klasifikujeme jako jíl šterkovitý (R6/F2 CG). Hlouběji mají jílovce charakter poloskalní horniny třídy R5. Z hlediska těžitelnosti dle ČSN 73 3050 spadají do 4. třídy. Dle TKP-4 potom náleží do I. třídy těžitelnosti a dle katalogu 800-2 patří vrtatelností pilot do I. až II. třídy. Pro zeminy GT5 uvádíme v tabulce č. 6 průkazné a normové geotechnické charakteristiky.

Tabulka č. 7 Geotechnické charakteristiky zemin GT 5

| Parametr | veličina | jednotka | R6/F2 CG | R5 |
|----------------------------------------------|-------------|-----------------------|----------|------|
| Přirozená vlhkost | W_n | [%] | 13,5 | |
| Vlhkost na mezi tekutosti | W_L | [%] | 42,6 | |
| Vlhkost na mezi plasticity | W_P | [%] | 18,8 | |
| Index plasticity | I_P | [%] | 23,8 | |
| Stupeň konzistence | I_C | [1] | 1,22 | |
| Objemová tíha | γ_n | [kN.m ⁻³] | 19,5 | 24,0 |
| Efektivní soudržnost | c_{ef} | [kPa] | 19 | |
| Efektivní úhel vnitřního tření ^{*)} | ϕ_{ef} | [°] | 28 | |
| Totální soudržnost ^{*)} | c_u | [kPa] | 65 | |
| Totální úhel vnitřního tření | ϕ_u | [°] | 10 | |
| Deformační modul ^{*)} | E_{def} | [MPa] | 25 | 40 |
| Pevnost v prostém tlaku | σ_c | [MPa] | - | 5 |
| Poissonovo číslo ^{*)} | ν | [1] | 0,35 | 0,30 |

Vysvětlivky: ^{*)}místní charakteristická hodnota

4.3 Zemní práce

Zatřídění těžitelnosti a vrtatelnosti pro piloty

Zemní práce budou probíhat v zeminách třídy rozpojitelnosti I. dle TKP-4 (Příloha D ČSN 73 6133). Hodnocení těžitelnosti dle starší ČSN 73 3050 spadá většina zemin nad hladinou podzemní vody do 2.- 3. třídy, pouze ulehle štěrky a eluvia jílovců spadají až do 4. třídy.

Všechny zastižené zeminy podle klasifikace vrtatelnosti pro vrty pro piloty dle katalogu popisů a směrných cen stavebních prací 800-2 spadají do I. třídy. Pouze při vrtání pilot v předkvartérním podloží je možno od hloubky 6-7 m v jílovcích třídy R5 nutné počítat s II. třídou vrtatelnosti pro piloty.

Podrobně je těžitelnost a vrtatelnost shrnuta v tabulce č. 10.

Svahy násypů a zářezů

S ohledem na charakter stavby neočekáváme realizaci násypů a zářezů.

Sklon dočasných výkopů stavebních jam

S ohledem na charakter stavby budou výkopy realizovány zejména při provádění podzemních inženýrských sítí. Sklon svahů dočasných výkopů v navážkách GT1 doporučujeme v poměru 1 : 1, ale při zastižení jílovitých navážek (charakteru redeponovaných hlín) bude možné sklon svahu zvýšit až na 1 : 0,5. Při návrhu dočasných sklonů, např. ve stavební jámě, jsme vycházeli z doporučení již neplatné ČSN 73 3050.

Tabulka č. 8 Těžitelnost dle TKP-4, ČSN 73 3050 a vrtatelnost dle katalogu 800-2

| Geotechnický typ | Těžitelnost dle TKP-4 | Těžitelnost dle ČSN 73 3050 | Vrtatelnost pilot dle katalogu 800-2 |
|------------------|-----------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| GT 1 | I. třída | 2.-3. třída | I. třída |
| GT 2A | I. třída | 3. třída | I. třída |
| GT 2B | I. třída | 3. - 4. třída | I. třída |
| GT 3 | I. třída | 2. třída | I. třída |
| GT 4 | I. třída | 3. - 4. třída | I. třída |
| GT 5 | I. třída | 4. třída | I.-II. třída |

Nutné je ve východní části území počítat s možným přítokem vody z navážkové zvodně do výkopu, protože vrtem V-3B byla v navážkové zvodni naražena hladina v hloubce 1,1 m. Budou-li výkopy hlubší než cca 2,0 m, dojde k proražení stropního poloizolátoru kvartérní štěrkového kolektoru a přítokům podzemní vody do výkopu a bude nutné stavební jámu pažit.

4.4 Hydrogeologické poměry

Hydrogeologický kolektor na zájmové lokalitě tvoří průlinově propustné vrstvy kvartérních fluvialních písčitých štěrků. Freatická zvedně tohoto kolektoru má mírně napjatou hladinu. Propustnost štěrkového kolektoru, charakterizována koeficientem filtrace K_f , se pohybuje od $n \times 10^{-5}$ až $n \times 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$ (dle Jetelovy klasifikace, 1973, dosti silná až mírná propustnost). Mocnost kolektoru odpovídá mocnosti štěrkové akumulace (1,3 – 3,6 m).

Ustálená hladina podzemní vody v době provádění průzkumu byla ověřena v hloubce 0,83 – 1,45 m p.t., tj. na úrovni 271,48 až 272,48 m n.m. Podobnou úroveň hladiny ověřily rovněž nejbližší archivní vrty, jak dokládá mapa hydroizohyps v příloze č. 6.1. Přestože byly použity údaje o hladinách z různých let a ročních období, dokládá mapa, že ustálená hladina se nachází mělce pod terénem. Dále je zřejmý vliv navážkové zvodně ve východní části území, kde se hladina pohybuje v úrovni do 1,0 m pod terénem.

Vrstvy náplavových jílu a sprašoidních hlín v nadloží kolektoru tvoří přirozený stropní poloizolátor, a jejich koeficient filtrace se pohybuje dle laboratorních rozborů vzorků zemin z vrtů v rozmezí $n \times 10^{-9}$ až $n \times 10^{-7} \text{ m.s}^{-1}$ a dle Jetela (1973) se jedná o propustnost nepatrnou. Díky jejich nízké propustnosti vzniká lokálně v navážkách nesouvislá zavěšená antropogenní pseudozvedně.

Jelikož jsou vápnité jílovce v podloží kolektoru rovněž prakticky nepropustné, tvoří z hydrogeologického hlediska podloží izolátor. Propustnost vyjádřená koeficientem filtrace se pohybuje v rozmezí $n \times 10^{-10}$ až $n \times 10^{-9} \text{ m.s}^{-1}$.

4.5 Hydrogeochemické poměry

Výsledky ZCHR byly zpracovány pro vyhodnocení chemizmu podzemních vod a posouzení z hlediska významu pro stavební účely. Vzorky byly odebrány z vrtu V-1, a dále pro úplnost uvádíme archivní analýzy. Posouzení agresivity podzemní vody na základě chemických rozborů je shrnuto v tabulce č. 9.

Zhodnocením laboratorní analýzy vzorku podzemní vody kvartérní zvodně vyplývá následující:

- podzemní voda má slabě kyselé pH, je středně tvrdá až tvrdá. Zvýšené hodnoty měrné vodivosti, obsahu rozpuštěných látek a amonných iontů zejména u archivních vzorků svědčí o vyšší druhotné mineralizaci podzemní vody v důsledku antropogenní činnosti;
- dle ČSN 03 8375 vykazuje podzemní voda velmi vysokou agresivitu na ocel a ocelové konstrukce vlivem vodivosti a obsahu agresivního CO_2 ;
- pro zařazení dle normy ČSN EN 206-1, stanovující skupiny agresivity na vodostavební beton, podzemní voda nevykazuje žádný stupeň agresivního působení. Pouze archivní vzorky z roku 1989 stanovily nízkou agresivitu stupně XA-1 v důsledku síranů a agresivního CO_2 .
- Podrobné laboratorní výsledky analýzy podzemní vody jsou uvedeny v protokolu laboratorního rozboru v příloze č. 8.

Tabulka č. 9 Posouzení agresivity podzemní vody

| Vzorek | | V-1 | J-1 | V-3 | J-3 | SP-3 | S-26 | S-28 |
|-----------------------------------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Datum odběru: | | 24.2.2016 | 26.4.2011 | 2.12.2008 | 21.9.2005 | 29.5.1995 | 18.9.1989 | 18.9.1989 |
| RL(105) | mg/l | 297 | | 378 | 655 | 730 | 400 | 818 |
| tvrdost | mmol/l | 2.05 | 3.35 | 2.63 | 4.20 | 3.92 | 2.40 | 5.90 |
| vodivost | mS/cm | 437 | 870 | 586 | 937 | 850 | | |
| pH | - | 6.84 | 7.10 | 6.80 | 7.10 | 8.00 | 6.52 | 6.88 |
| Cl | mg/l | - | 40.8 | 12.4 | 44.3 | 62 | 24.81 | 24.81 |
| SO ₃ + Cl | mg/l | - | 213.8 | 81.4 | 167.3 | 201 | 140.85 | 291.46 |
| CO ₂ agresivní na Fe | mg/l | 20.3 | 0 | 0 | 0 | 18.7 | 86 | 0 |
| CO ₂ agres. dle Heyera | mg/l | 7.81 | 0 | 4.4 | 0 | 14.3 | 37.62 | 0 |
| Mg ²⁺ | mg/l | 10.4 | 13.98 | 15.42 | 21.89 | 27 | 4.86 | 17.01 |
| NH ₄ ⁺ | mg/l | 0.654 | 1.66 | 0.58 | 2.08 | 3.6 | 1.21 | 0.3 |
| SO ₄ ²⁻ | mg/l | 68.4 | 173 | 69 | 123 | 139 | 116.04 | 266.65 |
| ČSN 03 8375 | | | | | | | | |
| Vodivost | | IV | IV | IV | IV | IV | I | I |
| pH | | I | I | I | I | I | I | I |
| SO ₃ + Cl | | - | III | I | II | III | II | III |
| CO ₂ agresivní na Fe | | IV | I | I | I | IV | IV | I |
| ČSN EN 206-1 | | | | | | | | |
| pH | | - | - | - | - | - | - | - |
| CO ₂ agres. dle Heyera | | - | - | - | - | - | XA1 | - |
| Mg ²⁺ | | - | - | - | - | - | - | - |
| NH ₄ ⁺ | | - | - | - | - | - | - | - |
| SO ₄ ²⁻ | | - | - | - | - | - | - | XA1 |

4.6 Zatřídění staveniště z hlediska seismicity a poddolování

Staveniště bylo posouzeno a zatříděno podle požadavků Eurokódu 8 - Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení, ČSN EN 1998-1 (73 0036). Podle EC-8 odstavce 3.1 rozsah průzkumu a zatřídění odpovídal požadavků uvedeným v odstavci 4.2 EN 1998-5.

Dle zatřídění lokality do seizmických oblastí leží lokalita v oblasti s referenčním zrychlením $a_{gR} = 0,07$ g. Do výpočtů je nutné uvažovat se spektry vodorovné a svislé pružné odezvy typu 1.

Pevnější předkvartérní podloží se na lokalitě vyskytují od hloubek cca 3,6-4,8 m. Rychlost šíření smykových (příčných) S-vln předkvartérních hornin je > 800 m/s. Kvartérní sedimenty hodnotami odpovídajícími typu C dosahují mocnosti do 5 m. Pro tato staveniště stanovujeme podle tabulky 3.1 EC-8 **typ základové půdy – A**. Typ spektra vodorovné pružné odezvy podloží: Typ 1, podle tabulky NA.1 uvádíme veličiny:

$$S = 1,0 \quad T_B = 0,15 [s] \quad T_C = 0,4 [s] \quad T_D = 2,0 [s]$$

5. DOPORUČENÍ PRO VÝSTAVBU

Podrobný inženýrsko-geologický průzkum byl proveden pro projektovou přípravu nové sportovní haly na ulici Svojsíkova v Českém Těšíně. Stavba bude provedena na volném prostranství mezi stávajícími halami a prodejnou potravin BILLA.

Základová půda je v místě samotné ocelárny do hloubky až cca 1,4 m a tvořena navážkami GT1, které obsahují stavební suť, strusku, škváru a redeponované jíly a pro zakládání jsou zcela nevhodné.

Pod navážkami se nachází do hloubky 1,2 až 1,8 m zeminy GT 2A, tvořené středně plastickými jíly tuhé konzistence. Tento horizont je vhodný pro založené méně náročných staveb s požadavkem na menší zatížení základové spáry, únosnost této vrstvy dosahuje $R_{dt} = 100 - 150$ kPa.

Níže se nachází až do hloubky 1,7 až 2,8 m náplavové jíly GT 2B, jež jsou měkké konzistence, dosahují až vysoké plasticity a obsahují podíl organické hmoty do 6 %. Tyto zeminy hodnotíme pro zakládání jako zcela nevhodné z důvodu vysoké stlačitelnosti a nízké konzistence.

Od hloubky 1,2 až 3,1 m p. t. je základová půda v rozsahu stavby tvořena vrstvou fluvialních štěrků GT 4, jejichž uložení je téměř horizontální a dosahují mocnosti 1,3 až 3,6 m. Štěrků jsou ulehle a tvoří dobrou a dostatečně únosnou základovou půdu.

Níže v podloží, od hloubky 3,6 až 4,8 m se vyskytují dostatečně únosné a pevné zvětralé jílovce GT 5 jejichž mocnost přesahuje desítky metrů.

Hladina podzemní vody v době průzkumu byla naražena v hloubce 1,1 – 2,2 m pod terénem a ustálila se v úrovni 271,48 – 272,48 m p.t. Ve východní části území se vyskytuje zavěšená antropogenní zvědeň, která významně ovlivňuje hladinu podzemní vody.

5.1 Založení sportovní haly

Dosud nejsou známy žádné informace o návrhu založení sportovní haly. S ohledem na malou únosnost navážek a jemnozrnných jílovitých zemin je možné základovou spáru umístit do vrstvy únosných, ale zvodněných štěrkopísků. Vzhledem k dosti silné propustnosti štěrků GT 4 lze očekávat poměrně velké přítoky do stavební jámy, nebo provést pažení až do nepropustného podloží GT 5 tak, aby plnilo rovněž těsnicí funkci.

Jednodušší a účelnější bude nosnou konstrukci haly založit na vrtaných pilotách mělce vetknutých do zvětralých jílovců. Doporučujeme tedy upřednostnit hlubinný způsob založení před plošným zakládáním.

Pro založení podlahových konstrukcí je nezbytné provést sanaci zemní pláň a odstranit všechny nevyhovující navážky v aktivní zóně podlah a nahradit je vhodnými zeminami.

Pro definitivní výpočet založení odkazujeme na kapitolu 4.2 Inženýrsko-geologické a geotechnické poměry staveniště. Výpočet je nutno provést podle mezního stavu únosnosti a mezního stavu přetvoření základových půd pro předpokládané zatížení na základě smykových a přetvárných parametrů.

Přestože podzemní voda nevykazuje agresivní působení na beton, v návaznosti na archivní výsledky hydrochemického hodnocení doporučujeme betonové konstrukce pod hladinou podzemní vody projektovat na odolnost vůči nízké agresivitě podzemní vody stupně XA-1.

6. ZÁVĚR

Tato závěrečná zpráva obsahuje výsledky podrobného inženýrsko-geologického průzkumu pro stavbu nové sportovní haly. Realizovanými průzkumnými pracemi byly geologické poměry lokality ověřeny do hloubky 5,0 m pod terénem, blízké archivní vrtly byly provedeny do hloubky až 8,0 m p.t.

Z inženýrsko-geologického hlediska byly na základě litologie a geomechanických vlastností (uvedených v kapitole č. 4.2) vyčleněny následující typy zemin:

- *Antropogenní navážky* **GT 1**
- *Sprašoidní hlíny* **GT 2A**
- *Náplavové jíly* **GT 2B**
- *Fluviální písky* **GT 3**
- *Fluviální štěrky* **GT 4**
- *Zvětral jílovce a eluvia* **GT 5**

Výsledky geologického průzkumu jsou detailně graficky znázorněny v přílohách č. 3 až č. 4, jež dokumentují nově provedené i archivní odkryvné práce – průzkumné vrtly. Geotechnické řezy jsou zpracovány v příloze č. 5. V příloze č. 6 jsou zobrazeny mapy hydroizohyps (izolinie ustálené úrovně hladiny podzemní vody), povrch vrstvy štěrku gt 4 a povrchu předkvartérního podloží GT 5. Veškeré závěry, návrhy a doporučení pro výstavbu jsou uvedeny v příslušných kapitolách výše.

Geologické poměry na lokalitě určuje komplex kvartérních soudržných jemnozrnných sedimentů GT 2 a fluviálních sedimentů GT 4 s křídovými jílovci GT 5 v podloží.

Nad kvartérními zeminami se nachází vrstva antropogenních navážek GT 1 různorodého složení. Zastoupen je zejména stavební suť, struska, a také redeponované místní jíly. Mocnost navážek dosahuje až do 1,4 m.

Vrstva únosných fluviálních štěrku dosahuje mocnosti 1,3 – 3,6 m a její povrch je v hloubce 1,2 až 3,1 m pod stávající úrovní terénu.

Předkvartérní podloží fluviálním štěrku na zájmové lokalitě tvoří mezozoické vápnité jílovce (slínovce), jejichž mocnost je v zájmovém území nejméně několik desítek metrů.

Na zájmovém území je vyvinuta freatická zvědeň s volnou hladinou podzemní vody, vázaná na průlinový kolektor reprezentovaný fluviálními písky GT 4. Propustnost kolektoru vyjádřená součinitelem filtrace je $\varnothing k_f = n \times 10^{-5} - n \times 10^{-3}$ m/s. Hladina podzemní vody je napjatá a její ustálená úroveň se nacházela v době průzkumu na kótě 271,48 – 272,48 m n.m.

Úroveň ustálené hladiny a výskyt jemnozrnných soudržných zemin do hloubky 1,8 až 2,7 m zcela vylučují možnost zasakování dešťových srážek ze střechy sportovní haly. Dešťové srážky je nutné odvádět do dešťové kanalizace.

Podzemní vody freatické kvartérní zvědně nevykazují dle normy ČSN EN 206-1 agresivní působení na beton.

Zpracovatelé geologického průzkumu si vyhrazují právo na neprodlené kontaktování řešitelské organizace v případě zjištění odlišností od popisovaných předpokladů a výsledků dosavadních průzkumných prací s důsledkem možných změn v interpretacích geotechnických, inženýrsko-geologických, nebo hydrogeologických poměrů.

V Ostravě, dne 22. března 2016

7. POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Demek J. (editor), 1987: Zeměpisný lexikon ČSR. Hory a nížiny. Československá akademie věd Praha.
- [2] Hydroekologický informační systém VÚV TGM [on-line]. URL: <http://heis.vuv.cz/>
- [3] Jetel, J., 1973: Logický systém pojmů - základní podmínka formalizace a matematizace v hydrogeologii, Geol. průzk., 15, 1, str. 13-17, Praha.
- [4] Macoun et al., 1965: Kvartér Ostravska a Moravské brány, ÚÚG v NČAV, Praha
- [5] Quitt, E., 1971: Klimatické oblasti Československa, Studia Geographica 16, Praha.

7.1 Seznam norem a předpisů

ČSN 72 1002 - Klasifikace zemin pro dopravní stavby

ČSN 73 1001 - Základová půda pod plošnými základy

ČSN 73 1002 - Pilotové základy

ČSN 73 3050 - Zemné práce

ČSN 73 6133 - Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací

ČSN 03 8375 - Ochrana kovových potrubí uložených v půdě nebo ve vodě proti korozi

ČSN EN 206-1 Beton - Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda

ČSN EN ISO 14688 (ČSN EN ISO 14688-1 (72 1003)) Geotechnický průzkum a zkoušení -
Pojmenování
a zařídování zemin - Část 1: Pojmenování a popis

ČSN EN ISO 14688 (ČSN EN ISO 14688-1 (72 1003)) Geotechnický průzkum a zkoušení -
Pojmenování
a zařídování zemin - Část 2: Zásady pro zařídování

TKP 4 Technické a kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací, Kapitola 4,
Zemní práce.