***OBSAH***

[1. úvod a vymezení cílů 2](#_Toc122628955)

[2. Popis zájmového území a přírodních poměrů 2](#_Toc122628956)

[2.1 Vymezení zájmového území 2](#_Toc122628957)

[2.2 Geomorfologické, klimatické a hydrologické poměry 3](#_Toc122628958)

[2.3 Geologické poměry širšího okolí 3](#_Toc122628959)

[2.4 Hydrogeologické poměry širšího okolí 4](#_Toc122628960)

[2.5 Dosavadní prozkoumanost 4](#_Toc122628961)

[2.6 Ostatní poměry se zřetelem na zvláštní ochranu 5](#_Toc122628962)

[3. Vyhodnocení Geologických poměrů území 6](#_Toc122628963)

[3.1 Inženýrsko-geologické poměry 6](#_Toc122628964)

[3.1.1 GT 1 antropogenní navážky 7](#_Toc122628965)

[3.1.2 GT 2 sprašové hlíny (eolické) 7](#_Toc122628966)

[3.1.3 GT 3 hlinité a jílovité zeminy (náplavové, lakustrinní, glaciální) 8](#_Toc122628967)

[3.1.4 GT 4 písčité zeminy (fluviální, lakustrinní, glaciální) 10](#_Toc122628968)

[3.1.5 GT 5 organické zeminy (slatinné) 10](#_Toc122628969)

[3.1.6 GT 6 štěrkovité zeminy (glacifluviální) 11](#_Toc122628970)

[3.1.7 GT 7 neogenní jíly (marinní) 12](#_Toc122628971)

[3.2 Hydrogeologické poměry 13](#_Toc122628972)

[3.2.1 Úroveň hladiny podzemní vody 13](#_Toc122628973)

[3.2.2 Přítoky podzemní vody do stavebních výkopů 14](#_Toc122628974)

[3.2.3 Agresivita podzemní vody na beton a ocel 15](#_Toc122628975)

[4. Syntéza dat, technické závěry a doporučení 16](#_Toc122628976)

[5. Použitá literatura a podkladové materiály 19](#_Toc122628977)

[5.1 Seznam norem 19](#_Toc122628978)

***Seznam příloh:***

1. Přehledná situace okolí zájmového území (M 1:25 000)
2. Podrobná situace lokality (M 1:1 800)
3. Geologické profily archivních vrtů
4. 4.1 Schématický geologický řez A-A´

4.2 Schématický geologický řez B-B´

1. Mapa hydroisohyps ustálené hladiny podzemní vody (m n. m.)

***Rozdělovník:***

Výtisk č. 1-4: KONEKO GROUP s.r.o.

Výtisk č. 5: Archiv zhotovitele (pouze v digitální formě)

# úvod a vymezení cílů

Na základě objednávky společnosti **KONEKO GROUP s.r.o.** (objednatel) bylo společností **GEOoffice, s.r.o.** (zhotovitel) provedeno rešeršní posouzení geologických poměrů lokality situované v katastrálním území Ráj (663981). Lokalita se nachází v areálu městské nemocnice, ve které má proběhnout rekonstrukce splaškové a dešťové kanalizace. Rešerše je vyhotovena pro potřebu zpracování projektové dokumentace stavby včetně vyvedení stokové sítě do areálu ČOV v SZ části řešeného území.

**Cílem geologických prací bylo:**

* Posouzení základových a hydrogeologických poměrů v trase projektované stokové sítě na základě existence archivní vrtné prozkoumanosti ČGS s ohledem potenciální výskyt podzemní vody pod základovou spárou stavby a tomu odpovídající stanovení množství čerpaných vod ze stavebního výkopu.

Geologické poměry byly hodnoceny pouze na základě výsledků archivních průzkumných prací (viz kapitola 2.5) a dostupných mapových podkladů ze souboru geologických map měřítka 1:50 000 (mapový list č. 15-42 Karviná). Hydrogeologický posudek byl zpracován osobou s odbornou způsobilostí v oboru hydrogeologie vydanou MŽP ČR (na základě Zákona č. 62/1998 Sb., o geologických pracích v platném znění).

Na realizaci zakázky spolupracovali:

Ing. Radim Ptáček, Ph.D. řešitel akce, vyhodnocení a závěry zprávy

Ing. Matěj Křístek vyhodnocovací práce a grafické přílohy

Ing. Jitka Morawetzová závěrečná revize a redakce zprávy

# Popis zájmového území a přírodních poměrů

## Vymezení zájmového území

Zájmové území se nachází v Moravskoslezském kraji, obci Karviná a katastrálním území Ráj (663981). Zájmová lokalita je představována areálem nemocnice, kde je projektována výstavba kanalizačního řádu. Okrajové části lokality (vyvedení stokové sítě) jsou představovány areálem ČOV a zalesněným územím vedoucím k vodoteči Mlýnka nacházející se pod svahem upadajícím do údolní nivy Olše.

Lokalita se nachází na glaciální plošině vedle svahu hlavní terasy řeky Olše, přičemž svah terasy strmě upadá od západního okraje nemocničního areálu k vodoteči Mlýnka. Zájmová lokalita (nemocniční areál) se vyskytuje v takřka rovinatém terénu s niveletou v rozmezí 239 až 241 m n. m. Západně od nemocničního areálu (v místech vyvedení stokové sítě) však terén velmi strmě upadá k vodoteči Mlýnka, a to na výškovou kótu 229 m n. m. Terén se dále velmi mírně uklání západním směrem k řece Olši (viz výškový profil dle obrázku č.1).

Zájmová lokalita se vyskytuje v intravilánu města v místní části Vydmuchov a je ohraničena z východu ulicí 17. listopadu a ze západu svahem nad tokem Mlýnky. Ze severu nemocnice navazuje na zástavbu rodinných domů a z jihu je ohraničena areál obchodního centra TESCO.

Znázornění zájmového území na situačním schématu širšího okolí je dokumentováno přílohou č. 1. Bližší situační schéma týkající se zájmové lokality, včetně znázornění situování archivních průzkumných děl, je uvedeno v příloze č. 2.

Obrázek 1 Výškový profil řešeného území



## Geomorfologické, klimatické a hydrologické poměry

Převážná část zájmového území (nemocniční areál nacházející se nad svahem terasy řeky Olše) je dle **geomorfologické rajonizace** ČR (Demek et al. 1987) řazena do systému Alpsko-himalájský, provincie Západní Karpaty, subprovincie Vněkarpatské sníženiny (VIII), oblasti Severní Vněkarpatské sníženiny (VIIIB), celku a podcelku Ostravská pánev (VIIIB-1) a okrsku Karvinská plošina (VIIIB-1-c). Západní okrajové části, vyskytující se na svahu terasy, jsou řazeny do okrsku Ostravská niva (VIIIB-1-b).

Zájmové území se podle **klimatologického členění** Quitta (1971) nachází v mírně teplé oblasti MT 10, jež je charakterizována dlouhým, teplým a mírně suchým létem, krátkým přechodným obdobím s mírně teplým jarem a mírně teplým podzimem a mírně teplou, velmi suchou a krátkou zimou s krátkým trváním sněhové pokrývky. Průměrná teplota v lednu činí -2 až -3 °C, v červenci dosahuje průměrná teplota hodnot 17 až 18 °C. Dlouhodobý průměrný srážkový úhrn ve vegetačním období se pohybuje okolo 400 až 450 mm a v zimním období klesá na 200 až 250 mm. Průměrný počet dnů se srážkami většími než 1 mm je v této klimatické oblasti 100 až 120 dnů.

V rámci členění na **hydrologická povodí** je zájmová lokality řazena do hydrologického povodí 4. řádu s číslem 2-03-03-0660-0-00, s názvem toku Olšinský náhon (alternativní název Mlýnka v Karviné) o ploše povodí 7.583 km2. Vodoteč Mlýnka protéká v západním sousedství lokality, a to na patě terasového svahu řeky Olše. Vodoteč Mlýnka sleduje jihovýchodní směr odtoku. Ve vzdálenosti cca 2 km jihovýchodně od lokality se vlévá do řeky Olše.

## Geologické poměry širšího okolí

Z pohledu regionální geologie je území řazeno do jednotky Vnější Západní Karpaty, a to konkrétně do Karpatské předhlubně. Vyvinuty jsou pánevní sedimenty, přičemž takto se jedná o vápnité jílovce, které jsou ve svrchních partiích rozloženy (resp. diageneticky nezpevněny) na vysoce plastické jílovité hlíny. Jíly a jílovce jsou prostupovány písčitými laminami. Stratigraficky jsou tyto pánevní sedimenty řazeny do neogénu (miocén). Geneticky se jedná o marinní sedimenty, vázané na bádenskou transgresi. Povrch tohoto předkvartérního podloží se vyskytuje v hloubce 9.5-11.7 m (údaj z archivních vrtů).

Výše uvedený neogenní podklad je překryt kvartérními pokryvnými útvary. Směrem od báze kvartérního souvrství se vyskytují glacifluviální štěrkovité zeminy. Nad nimi jsou hlinité a jílovité zeminy náplavové a lakustrinní geneze, jsou spjaty s táním ledovce a vytvořením mohutných vodních ploch. Uvnitř těchto jemnozrnných zemin jsou vyvinuty organické zeminy, reprezentovány především rašelinou, dokládající přítomnost slatinišť. U povrchu pak jsou uvedené vrstvy překryty eolickými sprašovými hlínami. Tím, že je lokalita poznamenána četnými antropogenními zásahy, se u povrchu vyskytují deponace navážek.

V místě s ČOV zasahuje řešené území do okraje terasy, kde jsou při povrchu jemnozrnné pokryvné útvary v menších mocnostech, než ostatních částech nemocnice (viz obrázek č.2). V místech svahu terasy (západní okraj lokality, tj. vyvedení stokové sítě) se od báze kvartérního souvrství vyskytují fluviální štěrky, které jsou podobné litologie jako ty glacifluviální geneze (snad jen s menším podílem valounů, a naopak větším podílem jemnozrnné frakce). Nad nimi spočívají náplavové hlíny, které u povrchu mohou být překryty sprašovými hlínami.

**Obrázek 2** Situování lokality v základní odkryté geologické mapě kvartéru



## Hydrogeologické poměry širšího okolí

Dle **hydrogeologické rajonizace** náleží podzemní vody zájmové lokality do rajónu základní vrstvy s ID 2262 a názvem Ostravská pánev – karvinská část.

Dle hydrogeologické mapy 1:50 000 je lokalita (nemocniční areál nacházející se nad svahem terasy Olše) zanesena v hydrogeologické struktuře s výskytem průlinového kolektoru fluviálních písčitých a štěrkovitých sedimentů vyšších teras (pleistocén). Kolektor je v místech lokality tvořen štěrky a písky, k nimž je přiřazen koeficient transmisivity   
T = 2.7·10-4 až 1.3·10-3 m2·s-1. Části nacházející se v západním sousedství nemocničního areálu (tj. okrajové části lokality – vyvedení stokové sítě) jsou řazeny do struktury průlinového kolektoru fluviálních písčitohlinitých a štěrkovitých sedimentů (holocén), tvořeného sedimenty nižšího nivního stupně středního toku Olše mezi Loukami nad Olší a Karvinou. Kolektoru je přiřazen koeficient transmisivity T = 3.9·10-4 až 1·10-2 m2·s-1.

Lokalita náleží k **útvaru podzemních vod** v základní vrstvě s ID 22620 a názvem Ostravská pánev – karvinská část s dobrým kvantitativním stavem vodního útvaru, ale s nevyhovujícím stavem chemickým. Látky způsobující nedosažení dobrého chemického stavu vodního útvaru jsou organického původu (převážně cyklické aromatické uhlovodíky) a v menší míře anorganické látky zahrnující vybrané soli a těžké kovy.

## Dosavadní prozkoumanost

Z archivu Geofondu byly vybrány části archivních posudků, zaměřených na interpretaci geologických poměrů v místě nemocničního areálu a nejbližšího okolí. Originální dokumentace archivních vrtů tvoří přílohu č. 3. Pozici těchto vrtů lze odečíst z přílohy č. 2. Níže je uvedena citace archivních posudků, které slouží jako podklad pro vypracování předkládaného rešeršního posouzení. Protože názvy některých vrtů jsou v posudcích často shodné, je v situační příloze č.2 k vrtů přiřazen i letopočet provádění průzkumu.

* **Bartůšek, M., 1982:** Zpráva o IG průzkumu, akce Karviná – Ráj, stavba náhradního zdroje el. proudu v nemocnici. Stavoprojekt, Ostrava. Posudek je evidován v databázi ČGS signaturou GF P038873.
* **Kokotková, 1984:** Inženýrskogeologický průzkum OÚNZ Karviná – nadstavba polikliniky. Hutní projekt, Ostrava. Posudek je evidován v databázi ČGS signaturou GF P042606.
* **Kokotková, 1984:** OÚNZ Karviná – nadstavba ředitelství, inženýrskogeologický průzkum. Hutní projekt, Ostrava. Posudek je evidován v databázi ČGS signaturou GF P043116.
* **Bartůšek, M., 1990:** Inženýrskogeologický průzkum – Karviná – Ráj NSP. Stavoprojekt, Ostrava. Posudek je evidován v databázi ČGS signaturou GF P069010.
* **Plasgura, V., 2002:** Karviná – přístavba nemocnice s poliklinikou. Průzkum přírodních podmínek z hlediska stavební geologie. ELGEO, Frýdlant nad Ostravicí. Posudek je evidován v databázi ČGS signaturou GF P101901.
* **Krobot, P., Zoglobossou, H., 2002:** Karviná – Ráj, obchodní centrum. GHE, a.s., Ostrava. Posudek je evidován v databázi ČGS signaturou GF P101901.
* **Ryška, J., 1990:** Jednoetapový inženýrskogeologický průzkum – Karviná ČOV. Unigeo Ostrava, závod Ostrava. Posudek je evidován v databázi ČGS signaturou GF P033574.
* **Musil, V., 1976:** Stavebně – geologický průzkum základových půd pro zástavbu Karviná – Centrum. Stavoprojekt, Ostrava. Posudek je evidován v databázi ČGS signaturou GF V074538.
* **Ondra, K., 1997:** Technická zpráva o výsledcích předběžného stavebněgeologického průzkumu pro občanskou vybavenost v Karviné Ráj. GEOSTA Ostrava s.r.o., Ostrava. Posudek je evidován v databázi ČGS signaturou GF P090590.

## Ostatní poměry se zřetelem na zvláštní ochranu

Lokalita se nachází **v ochranném pásmu přírodních léčivých zdrojů** stanovených dle zákona č. 164/2001 Sb., a to konkrétně ochranném pásmu II. stupně přírodních léčivých zdrojů minerálních vod Karviná. Cca 90 m jihovýchodně od okraje lokality (stoky S-1) se nachází ochranné pásmo I. stupně, a sice zdroj Valentýna (NP-694).

Velkoplošně či maloplošně chráněná území se na lokalitě nevyskytují. Lokalita rovněž neleží v chráněné oblasti přirozené akumulace vod či v ochranných pásmech vodních zdrojů.

Lokalita se nachází v chráněném ložiskovém území Čs. část Hornoslezské pánve (ID 14400000) a v ploše výhradního ložiska Fryštát (ID 3072100). Na mapovém portálu Moravskoslezského kraje je lokalita zanesena v pásmu N – Plocha bez podmínek zajištění stavby proti účinkům poddolování. Poznámkou je zmiňováno, že „generální závazné stanovisko krajského úřadu k dané ploše je uloženo na stavebním úřadě. Povinnost žadatele doložit závazné stanovisko je tímto předem splněna.“

Lokalita se nachází mimo svahové nestability registrované Českou geologickou službou. Nejbližší svahové nestability jsou registrovány cca 720 severozápadním směrem. Záplavová území na lokalitu nezasahují.

Systémem evidence kontaminovaných míst (SEKM) nejsou na lokalitě evidována místa zatížená kontaminací. Nejblíže evidované místo se nachází cca 320 m jihovýchodním směrem, kde se jedná o místo označené názvem Benzina s.r.o. ČS PHM Karviná.

# Vyhodnocení Geologických poměrů území

Předkládané posouzení je rešeršní, přičemž nejhlubší z použitých archivních vrtů realizovaný do hloubky 17.1 m zastihl předkvartérní neogenní podloží na niveletě okolo 229 až 230 m n.m. V geologickém prostředí byly vyčleněny následující geotechnické typy (GT typy):

* GT 1 - antropogenní navážky,
* GT 2 - sprašové hlíny (eolické),
* GT 3 - hlinité a jílovité zeminy (náplavové, lakustrinní, glaciální),
* GT 4 - písčité zeminy (fluviální, lakustrinní, glaciální),
* GT 5 - organické zeminy (slatinné),
* GT 6 - štěrkovité zeminy (glacifluviální),
* GT 7 - neogenní jíly (marinní).

Převážná část řešeného území leží na glaciální plošině nad terasou řeky Olše, která byla vytvořena v období tání ledovce a představuje jezerní sedimenty s hrubými glacifluviálními štěrky GT 6 při bázi a převážně jemnozrnnými sedimenty GT 3 a GT 4 při povrchu. Nad štěrky se vyskytují okolo jednoho metru mocné slatinní uloženiny (rašelinná hmota) GT 5. Glaciální sedimenty jsou pak překryty mladšími eolickými sedimenty GT 2 z období svrchního pleistocénu. Podzemní voda je zde zaklesnuta poměrně hluboko, v hloubkách okolo 7 m pod terénem.

Severovýchodní část lokality upadající ze svahu do nivy Olše (v okolí ČOV) je tvořena vyšším nivním stupněm říční terasy vytvořené v období holocénu, a proto štěrky GT 6 nemusí být hydraulický propojené se štěrky GT 6 na zbytku lokality vzniklými v pleistocénu. O nespojitosti podzemní vody v holocenních a pleistocenních štěrcích svědčí výšky hladiny podzemní vody v některých vrtech, ale z rešerše to jednoznačně průkazné není. Právě tato část lokality bude jediným místem, kde bude zapotřebí při stavbě stokové sítě snižovat hladinu podzemní vody. Ta zde byla zjištěna vrtem J-1 z roku 1990 v úrovni okolo 4.4 m pod terénem.

## Inženýrsko-geologické poměry

Charakterově a parametricky podobné geologické vrstvy jsou sdruženy v tzv. geotechnické typy – GT, tj. celky se stejnými geotechnickými parametry. Předkládané hodnoty geotechnických parametrů zemin představují tzv. charakteristickou hodnotu, tj. hodnotu, kterou bude nutné před statickým posouzením upravit na návrhovou („*výpočtovou*“) podle zvoleného návrhového přístupu. Schematizovaný geologický profil zájmové lokality s normovým zatříděním zemin a hornin je uveden v následující tabulce č. 1. V předkládané zprávě jsou zeminy klasifikovány podle následujících nomenklatur:

* ČSN 73 6133 – „Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“ a ČSN P 73 1005 Inženýrskogeologický průzkum,
* ČSN EN ISO 14 688-2 – „Geotechnický průzkum a zkoušení - Pojmenování a zatřiďování zemin-Část 2: Zásady pro zatřiďování“.

Na lokalitě budou realizovány výkopové práce související s výstavbou stokové sítě splaškové a dešťové kanalizace. Maximální hloubka výkopů bude činit 6.5 m. Sít splaškové kanalizace bude nejčastěji realizována do hloubek 4-6 m, síť dešťové kanalizace pak nejčastěji do hloubek 2-4 m.

Zatřídění vrstev do geotechnických typů je provedeno v následující tabulce č. 1.

Tabulka č. 1 Zatřídění geotechnických typů

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Stratigrafie** | **Litologický typ** | **Zatřídění dle  ČSN 73 6133 (*ČSN EN ISO 14688-2*)** | **Geotechnický typ (GT)** | **Ověřená mocnost  [m]** |
| kvartér | antropogenní navážky | Y | GT 1 | 0.2-3.5 |
| sprašové hlíny (eolické) | F6 CL (*siCl*) | GT 2 | 1.1-3.0 |
| hlinité a jílovité zeminy (náplavové, lakustrinní, glaciální) | F6 CL (*siCl*), F6 CI (*siCl, sasiCl*),  F6 CI/O (*orsiCl*),  F4 CS (*saCl*) | GT 3 | 0.2-4.2 |
| písčité zeminy (fluviální, lakustrinní, glaciální) | S5 SC (*clSa*),  S3 S-F (*Sa*) | GT 4 | 0.2-0.9 |
| organické zeminy (slatinné) | O (*Or*), F6 CI, F8 CH/O (*orCl, clOr*) | GT 5 | 0.2-1.9 |
| štěrkovité zeminy (glacifluviální) | G3 G-F, G2 GP (*saGr, sacoGr*) | GT 6 | 0.5->4.0 |
| terciér | neogenní jíly (marinní) | F8 CH (*Cl*) | GT 7 | - |

### GT 1 antropogenní navážky

Jejich charakter může být různorodý. Převážně se jedná o výkopové hlíny a nesoudržný materiál, tvořený kamenivem, škvárou, karbonskou hlušinou a stavební sutí. Z geomechanického hlediska se převážně jedná o poměrně únosné materiály (v potaz je bráno i očekávané zhutnění vrstev). Při výkopových pracích však bude nutno vzít v potaz často nesoudržný charakter navážek a přizpůsobit tomu svahování výkopů, potažmo jejich pažení.

Prakticky v celé ploše lokality budou výkopové práce nejprve směrem od terénu realizovány v navážkách. Archivními průzkumnými vrty byly zjištěny takové materiály, které nepředstavují zvláštní komplikaci pro prostup běžně užívaných stavebních mechanismů (vyjma svrchní asfaltobetonové vrstvy, popř. základových konstrukcí). V originální dokumentaci archivních vrtů je nejčastěji uvedena třída těžitelnosti 3 a 4 dle dnes již neplatné ČSN 73 3050 (platná ÚRS 800-1). Dle vrtatelnosti (ÚRS 800-2) polohy navážek patrně lze řadit do I. a II. třídy, dle těžitelnosti ČSN 73 6133 do I. třídy.

### GT 2 sprašové hlíny (eolické)

Zde jsou řazeny sprašové hlíny eolické geneze, které na některých místech se vyskytují jakožto nejsvrchnější člen přirozeného geologického prostředí. V dokumentaci některých archivních vrtů však patrně tyto hlíny nebyly zastiženy, a to buď z důvodu jejich historického odtěžení a nahrazení navážkami, nebo jejich nevyvinutí. Mnoha vrty byly u povrchu zastiženy hlíny písčité, přičemž sprašové hlíny by měly být prosty písčité složky, a tudíž tyto polohy nejsou v předkládaném posouzení řazeny mezi sprašové hlíny. Vyskytují se v podloží navážek a bází průměrně sahají do hloubky okolo 3 m (dle archivních vrtů je rozhraní báze v hloubce 1.5-4.5 m)

Dle litologického složení lze sprašové hlíny kategorizovat jako F6 CL (*siCl*). Dle dokumentace vrtů nabývají tuhou až pevnou konzistenci. Jedná se o zeminy s poměrně příznivými geomechanickými parametry (díky vysokému stupni konzistence), avšak při styku s vodou mají sklony k rozbřídání. Jedná se o jemnozrnné zeminy, náchylné na degradaci geomechanických parametrů při napojení vodou a také při následném vysychání.

Těžitelností spadají dle normy ČSN 73 6133 do I. třídy. Podle ČSN EN ISO 14688-2 lze sprašové hlíny (eolické) GT 2 nejčastěji klasifikovat následovně:

* siCl prachovitý jíl.

V rámci archivních průzkumných prací (Bartůšek, 1990) byly z vrtu S-2 (90) odebrány neporušené vzorky, a to z hloubky 2.4 m a 3.5 m, přičemž takto by se mělo jednat o sprašové hlíny. Výsledky jsou uvedeny níže v tabelární podobě.

**Tabulka č. 2** Popisné a přetvárné parametry zemin GT 2 převzaté z archivních průzkumů

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Označení vrtu | | | S-1 | S-2 |
| Hloubka odběru (m) | | | 2.40 | 3.50 |
| Typ vzorku | | | N | N |
| Objemová hmotnost | γn | kN∙m-3 | 19.3 | 20.3 |
| Objemová hmotnost suché zeminy | γd | kN∙m-3 | 15.8 | 16.7 |
| Měrná hmotnost | γs | kN∙m-3 | 26.6 | 26.5 |
| Přirozená vlhkost | W | % | 22.24 | 21.48 |
| Mez tekutosti | Wl | % | 30.7 | 30.7 |
| Mez plasticity | Wp | % | 21.4 | 20.0 |
| Číslo plasticity | Ip | % | 9.3 | 10.7 |
| Číslo pórovitosti | E |  | 0.68 | 0.59 |
| Stupeň konzistence | Ic |  | 0.91 | 0.86 |
| Stupeň nasycení | Sr |  | 0.87 | 0.97 |
| Efektivní soudržnost | cef | kPa | 6 | 4 |
| Efektivní úhel vnitřního tření | φef | ° | 29°30´ | 29°30´ |
| Oedometrický modul přetvárnosti | Eoed int. | MPa | 3.5 | 3.3 |
| kPa | 54-161 | 54-105 |
| Eoed int. | MPa | 7.0 | 4.8 |
| kPa | 161-215 | 105-158 |
| Eoed int. | MPa | 8.6 | 7.7 |
| kPa | 215-321 | 158-320 |

### GT 3 hlinité a jílovité zeminy (náplavové, lakustrinní, glaciální)

Zde jsou řazeny zeminy, jejichž sedimentační prostor vznikl po tání ledovce, čímž byly vytvořeny mohutné vodní plochy. V podmínkách lakustrinní a náplavové geneze sedimentovaly hlinité a jílovité zeminy, které jsou prostoupeny různým podílem písčité složky. Byly zastiženy od podloží navážek, resp. sprašových hlín. Bází mohou sahat až do hloubky 10.5 m, průměrně do hloubky 6.1 m. Ve své mocnosti však jsou prostoupeny organickými zeminami a písčitými zeminami (četné střídání svědčí o neklidném sedimentačním prostoru).

Jsou zde řazeny rovněž náplavové hlíny, které se vyskytují na terasovém svahu, v místech vyvedení stokové sítě z areálu nemocnice. Zde byly zachyceny vrtem J-1 (90) v hloubce 2.9-4.6 m (v hloubce 3.5-4.0 m byl písek), a to v tuhé konzistenci, ve svrchních částech s organogenní příměsi.

Dle litologického složení lze zeminy zde řazené kategorizovat jako F6 CL a CI (*siCl, sasiCl*), F6 CI/O (*orsiCl*), F4 CS (*saCl*), někdy až jako F8 CH (*siCl*). Jejich konzistence se mění a variuje mezi pevnou až měkkou, a to zejména v závislosti na hydrogeologických podmínkách daných přítomností písčité, potažmo i složky (na ně se váže zvýšená vlhkost, která devalvuje stupeň konzistence). Konzistence a do jisté míry i plasticita se může místy až skokově v ploše měnit.

Z důvodu variability geomechanických parametrů lze zeminy GT 3 považovat za poměrně příznivé až nepříznivé z pohledu únosnosti. Zeminy GT 3 budou většinou tvořit dno výkopů, a tedy na nich bude uloženo kanalizační potrubí. **Je nutno zdůraznit, že místy bude základová spára situována na měkkých hlínách a bude proto vyžadovat úpravu.**

Těžitelností spadají dle normy ČSN 73 6133 do I. třídy, podle již neplatné ČSN 73 3050 (katalog ÚRS 800-1) spadají do třídy těžitelnosti 2 a 3 (plastické polohy až do 4). Dle katalogu 800-2 „*klasifikace hornin podle vrtatelnosti pro vrty pro piloty a pro rýhy pro podzemní stěny“* lze kategorizovat zeminy GT 3 do I. třídy. Podle ČSN EN ISO 14688-2 lze hlinité a jílovité zeminy (náplavové, lakustrinní, glaciální) GT 3 nejčastěji klasifikovat následovně:

* siCl prachovitý jíl,
* sasiCl písčitoprachovitý jíl,
* orsiCl prachovitý jíl s organickou příměsí,
* saCl písčitý jíl.

V rámci archivních průzkumných prací (Kokotková, 1984) byly z vrtů S-1 (90) a S-3 (90) odebrány neporušené vzorky, a to z hloubky 3.0 m (S-1), 3.5 m a 4.1 m (S-3), přičemž by se mělo jednat o zeminy zde řazené k typu GT 3. Modul přetvárnosti Edef těchto zemin se podle jejich konzistence pohyboval v rozpětí přibližně 5 až 10 MPa. Výsledky jsou uvedeny níže v tabelární podobě.

**Tabulka č. 3** Popisné a přetvárné parametry zemin GT 3 převzaté z archivních průzkumů

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Označení vrtu | | | S-1 | S-3 | S-3 |
| Hloubka odběru (m) | | | 3.00 | 4.00 | 5.10 |
| Typ vzorku | | | N | N | N |
| Objemová hmotnost | γn | kg∙m-3 | 2050 | 2060 | 1840 |
| Objemová hmotnost suché zeminy | γd | kg∙m-3 | 1700 | 1800 | 1345 |
| Měrná hmotnost | γs | kg∙m-3 |  | 2670 | 2695 |
| Přirozená vlhkost | W | % | 20.3 | 14.1 | 30.8 |
| Mez tekutosti | Wl | % | 27.0 | 34.0 | 70.5 |
| Mez plasticity | Wp | % | 20.0 | 18.8 | 32.2 |
| Index plasticity | Ip | % | 7.0 | 15.2 | 38.5 |
| Pórovitost | E | % |  | 33 | 50 |
| Stupeň konzistence | Ic |  | 0.96 | 1.30 | 0.87 |
| Stupeň nasycení | Sr |  |  | 76 | 100 |
| Totální soudržnost | cu | MPa | 0.025 | 0.046 | 11°51´ |
| Totální úhel vnitřního tření | Φu | ° | 18°16´ | 23°45´ | 0.023 |
| Oedometrický modul přetvárnosti | Eoed int. | MPa | 5.71 | 3.61 | 4.45 |
| MPa | 0.05-0.10 | 0.10-0.20 | 0.08-0.15 |
| Eoed int. | MPa | 10.39 | 4.90 | 9.02 |
| MPa | 0.10-0.20 | 0.20-0.30 | 0.15-0.25 |
| Eoed int. | MPa | 13.19 | 5.71 | 11.06 |
| MPa | 0.20-0.30 | 0.30-0.40 | 0.25-0.35 |

V rámci archivních průzkumných prací (Krobot a Zoglobossou, 2002) byl z vrtu V-3 (04/02) odebrán neporušený vzorek z hloubky 8.6-8.8 m, přičemž výsledky geomechanických parametrů jsou srovnatelné s těmi z devadesátých let. Uvedeny jsou v tabulce č.4 níže.

**Tabulka č. 4** Popisné a přetvárné parametry zemin GT 3 převzaté z archivních průzkumů

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Označení vrtu | | | V-3 |
| Hloubka odběru (m) | | | 8.6-8.8 |
| Typ vzorku | | | N |
| Efektivní soudržnost | cef |  | 0.017 |
| Efektivní úhel vnitřního tření | Φef |  | 28.80 |
| Totální soudržnost | cu | MPa | 0.078 |
| Totální úhel vnitřního tření | Φu | ° | 5.43 |
| Oedometrický modul přetvárnosti | Eoed | MPa | 10.96 |
| Rekonsolidace přitížení |  | MPa | 0.170 |

### GT 4 písčité zeminy (fluviální, lakustrinní, glaciální)

Uvnitř zemin GT 3 jsou lokálně vyvinuty vrstvy tvořené dominantně písčitými zeminami. Geneticky a stratigraficky (přelom pleistocénu a holocénu) se takto může jednat o podobné sedimenty jako v případě GT 3. Litologicky lze písčité zeminy kategorizovat jako S3 S-F (*Sa*) až S5 SC (*clSa*). Jsou středně ulehlé.

Z geomechanického hlediska se jedná o vrstvu s poměrně příznivými parametry, místy však až nepříznivými parametry (to zejména v případě písků jílovitých, jejichž matrix je rozbřídavá). Při výkopových pracích bude nutno dbát na nesoudržný charakter zemin, související se svahováním, resp. pažením výkopů. Písky jsou průlinově propustné, umožňují oběh podzemní vody, avšak nositeli zvodnění spíše nejsou (to se váže až na podložní štěrky). Lokálně však nelze vyloučit nutnost odvádění vod z poloh písků (může se na ně vázat dílčí zvodnění, potažmo zvýšená vlhkost vzlínající do výkopů), přičemž je zde nutno zmínit, že v případě pulzního či jinak intenzivního čerpání je zde riziko vyplavení písků.

Těžitelností spadají dle normy ČSN 73 6133 do I. třídy, dle katalogu 800-2 „*klasifikace hornin podle vrtatelnosti pro vrty pro piloty a pro rýhy pro podzemní stěny“* lze kategorizovat zeminy GT 4 do I. třídy. Podle ČSN EN ISO 14688-2 lze písčité zeminy (fluviální, lakustrinní, glaciální) GT 4 nejčastěji klasifikovat následovně:

* clSa jílovitý písek,
* Sa písek.

Jejich základní popisné a přetvárné charakteristiky jsou uvedeny v tabulce č.5.

**Tabulka č. 5** Popisné a přetvárné charakteristiky písků s různým stupněm hlinité příměsi

|  | ***Char. hodnota (S5)*** | ***Char. hodnota (S3)*** |
| --- | --- | --- |
| Poissonovo číslo ν | 0.35 | 0.30 |
| Objemová tíha n [kN.m-3] | 18.5 | 17.5 |
| Modul přetvárnosti Edef [Mpa] | 8.0 | 20.0 |
| Koeficient  | 0.62 | 0.74 |
| Ef. úhel vnitřního tření ef [°] | 27.0 | 31.0 |
| Ef. soudržnost cef [kPa] | 6.0 | 0.0 |

### GT 5 organické zeminy (slatinné)

Uvnitř zemin GT 3 a GT 4 jsou vyvinuty organické zeminy, reprezentované především rašelinou, dále humózními hlínami, dokládající přítomnost slatinišť vzniklých po tání ledovce. Zeminy lze kategorizovat jako O (*Or*), potažmo jako F6 CI až F8 CH/O (*orCl, clOr*).

Z geomechanického hlediska se jedná o nevhodnou vrstvu k zakládání, představovanou objemově nestálými zeminami. Čistá rašelina tvoří **kypré vrstvy, silně stlačitelné**. V případě, kdy se rašelina vyskytuje jakožto silná příměs v jílovitých zeminách, pak je konzistence jílů tuhá a měkká. Přítomnost rašeliny dále ovlivňuje konzistenci nadložních a podložních zemin (zejména hlín a jílů), u nichž většinou archivních vrtů byla zjištěna měkká konzistence. **Tam, kde bude tato vrstva zasahovat do základové spáry, bude vhodné ji vyměnit za únosnou vrstvu z únosnějšího materiálu.**

Těžitelností spadají dle normy ČSN 73 6133 do I. třídy, dle katalogu 800-2 „*klasifikace hornin podle vrtatelnosti pro vrty pro piloty a pro rýhy pro podzemní stěny“* lze kategorizovat zeminy GT 5 do I. třídy. Podle ČSN EN ISO 14688-2 lze organické zeminy (slatinné) GT 4 nejčastěji klasifikovat následovně:

* Or organická zemina,
* orCl jíl s příměsí organické zeminy,
* clOr organická zemina s příměsí jílu.

V rámci archivních průzkumných prací (Kokotková, 1984) byly z vrtů S-1 (90) a S-3 (90) odebrány neporušené vzorky, a to z hloubky 4.00 m (S-1), 3.5 m a 4.1 m (S-3), přičemž takto by se mělo jednat o zeminy zde řazené do GT 3. Výsledky jsou uvedeny v tabulce č.6 níže.

**Tabulka č. 6** Popisné a přetvárné parametry organických zemin GT 5 převzaté z archivních průzkumů

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Označení vrtu | | | S-1 | S-2 | S-3 |
| Hloubka odběru (m) | | | 4.00 | 5.10 | 5.50 |
| Typ vzorku | | | N | N | N |
| Objemová hmotnost | γn | kg∙m-3 | 1955 | 1975 | 1115 |
| Objemová hmotnost suché zeminy | γd | kg∙m-3 | 1535 | 1570 | 515 |
| Měrná hmotnost | γs | kg∙m-3 |  |  | 2250 |
| Přirozená vlhkost | W | % | 27.3 | 23.6 | 116.4 |
| Mez tekutosti | Wl | % | 33.5 | 37.5 | 85.0 |
| Mez plasticity | Wp | % | 23.2 | 22.2 |  |
| Index plasticity | Ip | % | 10.3 | 15.3 |  |
| Pórovitost | E | % |  |  | 79.8 |
| Stupeň konzistence | Ic |  | 0.60 | 0.77 |  |
| Stupeň nasycení | Sr |  |  |  | 81.0 |
| Totální soudržnost | cu | MPa | 0.023 | 0.018 | 0.020 |
| Totální úhel vnitřního tření | Φu | ° | 19°17´ | 10°12´ | 24°15´ |
| Oedometrický modul přetvárnosti | Eoed int. | MPa | 4.45 | 4.76 | 1.61 |
| MPa | 0.08-0.15 | 0.10-0.20 | 0.10-0.20 |
| Eoed int. | MPa | 7.14 | 6.23 | 1.90 |
| MPa | 0.15-0.25 | 0.20-0.30 | 0.20-0.30 |
| Eoed int. | MPa | 8.51 |  | 2.63 |
| MPa | 0.25-0.35 |  | 0.30-0.40 |

### GT 6 štěrkovité zeminy (glacifluviální)

Štěrkovité zeminy uzavírají kvartérní vrstevní sled. Jedná se zeminy glacifluviální geneze, tvořící vůdčí pleistocenní horizont. Vyskytují se v podloží zemin GT 3 až GT 5, a to od hloubky 4.6-11.7 m (průměrně v 6.3 m), a bází sahají do hloubky od 8.9 m a více (průměrně okolo 10 m), tj. na strop neogenních jílů. Dle litologického složení je lze kategorizovat jako G3 G-F a G2 GP (*saGr, sacoGr*). Jsou středně ulehlé a ulehlé, většinou propustné se schopností vázat podzemní vodu ohraničenou ze spodu neogenními jíly.

V okolí ČOV štěrkovité zeminy budující svah terasy Olše, přičemž se jedná o štěrky fluviální geneze. Ty nabývají obdobného charakteru jako glacifluviální štěrky, snad jen jsou drobnější a lépe opracované, mají menší příměs valounů, a naopak větší podíl jemnozrnné složky.

Geomechanicky se jedná o **vrstvu s příznivými parametry pro zakládání staveb**. Výkopovými pracemi ale budou zastiženy je v hlouběji prováděných výkopech v SZ části stavby u kanalizační sítě v okolo ČOV.

Těžitelností spadají dle normy ČSN 73 6133 do I. třídy (polohy silně ulehlé a s příměsí balvanitých valounů pak až do II. třídy). Dle katalogu 800-2 „*klasifikace hornin podle vrtatelnosti pro vrty pro piloty a pro rýhy pro podzemní stěny“* lze kategorizovat zeminy GT 6 do I. až III. třídy. Podle ČSN EN ISO 14688-2 lze štěrkovité zeminy (glacifluviální) nejčastěji klasifikovat následovně:

* saGr písčitý štěrk,
* sacoGr písčitý štěrk s příměsí valounů.

Níže uvádíme orientační charakteristiky pro zeminy GT 6.

**Tabulka č. 7** Popisné a přetvárné charakteristiky štěrků GT 6

|  | ***Char. hodnota (G3)*** | ***Char. hodnota (G2)*** |
| --- | --- | --- |
| Poissonovo číslo ν | 0.25 | 0.20 |
| Objemová tíha n [kN.m-3] | 19.0 | 20.0 |
| Modul přetvárnosti Edef [Mpa] | 90.0 | 180.0 |
| Koeficient  | 0.83 | 0.90 |
| Ef. úhel vnitřního tření ef [°] | 34.0 | 37.0 |
| Ef. soudržnost cef [kPa] | 0.0 | 0.0 |

### GT 7 neogenní jíly (marinní)

Jedná se o svrchní partie předkvartérního podloží. Geneticky se jedná o marinní zeminy vázané na bádenskou transgresi. Petrograficky se jedná o diageneticky nezpevnění jílovce, tj. jílovité zeminy s vysokou plasticitou, které lze kategorizovat jako F8 CH (*Cl*). Jejich konzistence je na samotném kontaktu se štěrky (a zvodněním) tuhá, níže pevná, popř. až tvrdá. Strop byl nejmělčeji zdokumentován v hloubce 11.7 m, z čehož je zřejmé, že tato **vrstva nebude výkopovými pracemi dotčena**.

Těžitelností spadají dle normy ČSN 73 6133 do I. třídy. Dle katalogu 800-2 „*klasifikace hornin podle vrtatelnosti pro vrty pro piloty a pro rýhy pro podzemní stěny“* lze kategorizovat zeminy GT 7 do I. třídy. Podle ČSN EN ISO 14688-2 lze neogenní jíly (marinní) GT 7 nejčastěji klasifikovat následovně:

* Cl jíl.

Parametry neogenních jílů laboratorně stanovené archivním posudkem (Krobot a Zoglobossou, 2002) z vrtu V-3 (04/02) jsou uvedeny v následující tabulce č. 8.

**Tabulka č. 8** Popisné a přetvárné parametry neogenních jílů GT 7 převzaté z archivních průzkumů

| Označení vrtu | | | V-3 |
| --- | --- | --- | --- |
| Hloubka odběru (m) | | | 15.0-15.2 |
| Typ vzorku | | | N |
| Efektivní soudržnost | cef |  | 0.028 |
| Efektivní úhel vnitřního tření | Φef |  | 19.10 |
| Oedometrický modul přetvárnosti | Eoed | MPa | 9.09 |
| Rekonsolidace přitížení |  | MPa | 0.300 |

## Hydrogeologické poměry

V geologickém prostředí lokality se evidují propustné zeminy, přičemž se jedná o **průlinově propustné písky GT 4 a štěrky GT 6**. V píscích se zvodnění spíše neudržuje, neboť vody vykazují tendenci hlubšího odtoku do štěrků. Akumulace zvodnění nastává ve štěrcích, a to z důvodu přítomnosti podložního izolátoru (neogenní jíly GT 7), na kterém jsou vody nadržovány.

Donátorem zvodnění jsou převážně infiltrující srážkové vody. Infiltrace do štěrkového kolektoru je postupná a vzhledem k jemnozrnnému charakteru nadloží i zdlouhavá. Zvodnělý systém je ve štěrcích spojitý, ale **zřejmě vzájemně oddělený ve štěrcích fluviálních (holocén) a štěrcích glaciálních (pleistocén)**, jak vyplývá z geologického řezu A-A´ v příloze č. 4.1. Kolektor vykazuje volnou až mírně napjatou hladinu.

Podzemní vody proudí převážně po směru úklonu neogenního podkladu, a to jihovýchodním směrem do údolní nivy Olše. Podle mapy hydroisohyps v příloze č.5 se vyskytuje v okolí vrtů J-1 (u ČOV) a S-1 až S-3 z roku 1982 elevační kužel. Ten u vrtů S-1 až S-3 indikuje **možnost přetoku povrchové vody do kolektoru** glaciálních štěrků a u vrtu J-1 se domníváme, že elevační kužel odpovídá hladině vody odlišné (mělčeji zaklesnuté) ve fluviálních štěrcích nespojitých se štěrky glaciálními.

### Úroveň hladiny podzemní vody

To, v jakých hloubkách byla v rámci archivních průzkumných prací zdokumentována naražená a ustálená hladina, je uvedeno v následující tabulce č. 9.

**Tabulka č. 9** Přehled dokumentovaných úrovní hladiny podzemní vody

| Archivní vrt | Naražená hladina (m p. t.) | Naražená hladina (m n. m.) | Ustálená hladina (m p. t.) | Ustálená hladina (m n. m.) |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| S-1 (82) | 6,90 | 232,66 | 5,20 | 234,36 |
| S-2 (82) | 7,20 | 232,58 | 5,00 | 234,78 |
| S-3 (82) | 7,00 | 232,66 | 3,50 | 236,16 |
| S-1 (83) | 7,50 | 231,99 | 7,50 | 231,99 |
| S-2 (83) | 7,40 | 232,13 | 7,40 | 232,13 |
| S-3 (83) | 7,50 | 231,94 | 7,50 | 231,94 |
| S-4A (83) | >7,50 |  | >7,50 |  |
| S-5 (83) | >7,50 |  | >7,50 |  |
| S-6A (83) | >7,50 |  | >7,50 |  |
| S-7 (83) | 6,80 | 232,07 | 6,80 | 232,07 |
| S-8 (83) | >7,00 |  | >7,00 |  |
| S-9 (83) | >7,50 |  | >7,50 |  |
| S-10 (83) | 6,90 | 231,52 | 6,90 | 231,52 |
| S-11 (83) | >7,50 |  | >7,50 |  |
| S-1 (90) | >7,50 | 231,69 | >7,50 | 232,49 |
| S-2 (90) | >7,50 | 232,01 | >7,50 | 232,61 |
| S-3 (90) | 7,20 | 232,19 | 7,00 | 232,39 |
| S-4 (90) | 7,50 | 231,80 | 7,00 | 232,30 |
| V-1 (03/02) | 5,70 | 233,40 | 5,70 | 233,40 |
| V-2 (03/02) | 5,70 | 233,55 | 5,50 | 233,75 |
| V-3 (03/02) | 5,70 | 233,62 | 5,70 | 233,62 |
| V-1 (04/02) | 11,70 | 230,62 | 7,20 | 235,12 |
| V-3 (04/02) | 9,00 | 233,40 | 8,10 | 234,30 |
| J-1 (90) |  |  | 4,40 | 233,00 |
| 8 (76) |  |  | 6,30 | 233,00 |
| S-2 (97) | 9,00 | 231,35 |  |  |

**Ustálená hladina** podzemní vody tak byla zdokumentována v průměrné hloubce 6.3 m s proměnlivým režimem od gravitačního zvodnění po režim s mírně napjatou hladinou vody (tlakovou).

### Přítoky podzemní vody do stavebních výkopů

Dle hloubky navržených šachtic splaškové i dešťové kanalizace znázorněných v geologickém řezu A-A´a B-B´ v přílohách č. 4 vyplývá, že **ve většinové ploše projektované stavby nebude podzemní voda ve štěrkovém kolektoru GT 6 zastižena**. Základová spára se bude nacházet převážně v nadloží štěrků, nebo v jejich nezvodněné části.

Jediným místem, kde pravděpodobně k zastižení zvodněných štěrků GT 6 výkopovými pracemi dojde, je **prostor upadající k ČOV vyžadující v průběhu stavby odvodňování výkopu**. Zde, jak je patrné z řezu A-A´ v příloze č. 4.1, lze očekávat poměrně mělkou hladinu podzemní vody, odpovídající stropu štěrků, tj. hloubkám 4.5 až 5.0 m. Projektovaná hloubka pokládky kanalizace je zde okolo 6.0 až 6.5 m. Ve výpočtu přítoku do výkopu, orientačně určujícím intenzitu potřeby čerpání podzemní vody z kolektoru štěrků, je kalkulováno s následujícími předpoklady:

* Dno výkopu je 6.5 m pod terénem, naražená hladina v hloubce 4.5 m, z čehož vyvstává nutnost snižování hladiny o 2 m.
* **Koeficient filtrace fluviálních štěrků** odhadujeme na **K = 1·10-4 m·s-1**, mocnost zvodnění H je 6.0 m, mocnost dynamického zvodnění h je 3.5 m a mocnost kolektoru m je 5.5 m.
* Dosah hydraulické deprese je stanoven dle Sichardta pro napjatou hladinu a činí R = 60 m. Poloměr fiktivní studny pak činí r0 = 4.37 m2.

Výsledky odborného odhadu přítoku do výkopu při výše uvedených předpokladech dle empirického vztahu



jsou následující:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Objekt | Plošné rozměry (m) | Snížení hladiny (m) | Přítok do výkopu (l.s-1) | Přítok hodinový (m3.hod-1) |
| Stavební výkop  U ČOV | 30 x 2 | 2.0 | 2.8 | 10.3 |

Pokud by koeficient filtrace byl o jeden řád nižší, tedy K = 1·10-5 m·s-1, odpovídal by dosah hydraulické deprese R přibližně poloměru 19 m a přítoku Q do výkopu 0.51 l.s-1, respektive 1.85 m.hod-1. **Při kontinuálním čerpání stanovených přítoků do výkopu se tak může jednat za jeden den o množství přibližně 44 až 248 m3 čerpané vody dle skutečné propustnosti prostředí.** Do žádosti o povolení k nakládání s vodami a do rozpočtu projektové dokumentace doporučujeme vložit vyšší očekávané přítoky vycházející z koeficientu filtrace 1.10-4 m.s-1. Měsíční a roční hodnoty jímaného množství budou pro žádost o nakládání s vodami převzaty z předpokládaného harmonogramu výstavby jednotlivých úseků stavby.

Tím, že výkopové práce budou realizovány i v málo propustných jemnozrnných zeminách vyskytujících se v hloubkách do cca 5-6 m, **lze ve výkopech očekávat efekt „bezodtoké vany“** a s tím související hromadění povrchových srážkových vod nebo přetok statických zásob vody hromaděné v propustných navážkách. V tomto případě se nejedná o podzemní vodu vyžadující povolení k nakládání s vodami, ale rozpočet s nasazením čerpací techniky a odvodňováním výkopů musí kalkulovat.

### Agresivita podzemní vody na beton a ocel

S ohledem na výskyt minerálních vod v blízkém okolí je očekávána spíše zvýšená agresivita v důsledku většího množství rozpuštěných solí ve vodě. V rámci archivních průzkumných prací (Kokotková, 1984; Plasgura, 2002) byly provedeny odběry vzorků podzemní vody a následný laboratorní rozbor míry její agresivity. Výsledky historických rozborů jsou uvedeny v následující tabulce č. 10.

Tabulka č. 10 Posouzení agresivity podzemní vody

| *AGRESIVITA dle ČSN 03 8375 - Ochrana kovových potrubí uložených v půdě nebo ve vodě proti korozi* | | | | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Parametr** | **Hodnota** | | **Hodnota** | | **Hodnota** | | **Hodnota** | **Hodnocení agresivity** | |
| **S-2** | | **S-3** | | **S-7** | | **V-2** |
| vodivost [mS/m] |  | |  | |  | | 52.6 | velmi vysoká | |
| pH [-] | 6.32 | | 6.02 | | 6.10 | | 6.28 | zvýšená | |
| SO32- + Cl- [mg/l] | >40.41 | | >36.86 | | >43.60 | | >35.8 | velmi nízká\* | |
| CO2 agresivní [mg/l] | 145.44 | | 160.64 | | 168.68 | | 128.2 | velmi vysoká | |
| *AGRESIVITA dle ČSN EN 206-1-Beton-část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda* | | | | | | | | | |
| pH [mg/l] | 6.32 | 6.02 | | 6.10 | | 6.28 | | | XA1 |
| CO2 agresivní [mg/l] | 46.64 | 74.80 | | 82.72 | | 75.3 | | | XA2 |
| Mg2+ [mg/l] |  |  | |  | | 8.02 | | | - |
| NH4+ [mg/l] | 2.08 | 2.00 | | 2.00 | | 1.80 | | | - |
| SO42- [mg/l] | 82.30 | 55.96 | | 48.55 | | 123.9 | | | - |

*Pozn.: -: hodnota pod limitem XA1,*

*\*: udávána je pouze hodnota Cl-.*

Z tabulky je patrné, že podzemní voda působí na ocel dle ČSN 03 8375 velmi vysokou agresivitou ukazateli vodivost a CO2 agresivní, zvýšenou agresivitou pak ukazatelem pH. Dle ČSN EN 206-1 je podzemní voda ve vztahu k betonovým konstrukcím agresivní stupněm XA2 ukazatelem CO2 a stupněm XA1 ukazatel pH.

# Syntéza dat, technické závěry a doporučení

Na základě objednávky společnosti **KONEKO GROUP s.r.o.** bylo společností **GEOoffice, s.r.o.** provedeno rešeršní posouzení geologických poměrů lokality situované v katastrálním území Ráj (663981). Lokalita se nachází v areálu městské nemocnice, ve které má proběhnout rekonstrukce splaškové a dešťové kanalizace. Rešerše je vyhotovena pro potřebu zpracování projektové dokumentace stavby včetně vyvedení stokové sítě do areálu ČOV v SZ části řešeného území.

**Cílem geologických prací bylo:**

* Posouzení základových a hydrogeologických poměrů v trase projektované stokové sítě na základě existence archivní vrtné prozkoumanosti ČGS s ohledem potenciální výskyt podzemní vody pod základovou spárou stavby a tomu odpovídající stanovení množství čerpaných vod ze stavebního výkopu.

Na základě provedené rešerše je možno konstatovat následující **závěry a doporučení**:

* **Geologické profil lokality** je směrem od povrchu do podloží zastoupen následujícími geotechnickými typy zemin:
* GT 1 - antropogenní navážky,
* GT 2 - sprašové hlíny (eolické),
* GT 3 - hlinité a jílovité zeminy (náplavové, lakustrinní, glaciální),
* GT 4 - písčité zeminy (fluviální, lakustrinní, glaciální),
* GT 5 - organické zeminy (slatinné),
* GT 6 - štěrkovité zeminy (glacifluviální),
* GT 7 - neogenní jíly (marinní).

Převážná část řešeného území leží na glaciální plošině nad terasou řeky Olše, která byla vytvořena v období tání ledovce a představuje jezerní sedimenty s hrubými glacifluviálními štěrky GT 6 při bázi kvartéru a převážně jemnozrnnými sedimenty GT 3 a GT 4 při jeho povrchu. **Štěrky GT 6** se vyskytují převážně v hloubkovém intervalu 6 až 10 m pod terénem, takže výkopové práce je postihnou pouze v nepatrném rozsahu. Jsou únosné s moduly přetvárnosti Edef přesahující 100 MPa, poměrně dobře propustné, ale v převažující mocnosti zvodnělé. Pokud v nich bude umístěna základová spára, bude zřejmě nutno řešit odvodňování výkopu. Obvykle bezprostředně nad štěrky GT 6 se vyskytují okolo jednoho metru mocné **slatinné uloženiny (rašelinná hmota) GT 5**, které jsou kypré a vysoce stlačitelné. Pro umístění základové spáry jsou nevhodné, proto bude muset být v takovém případě zemní pláň upravena (nejsnadnější způsob bude její výměna za zhutnitelné kamenivo). Nad nimi je v hloubkách od cca 4-5 do 1-2 m pod terénem glaciální komplex zakončen **náplavovými jílovitými hlínami GT 3 až písčitými hlínami GT 4** s proměnlivým poměrem pelitické a psamitické frakce. Jsou převážně tuhé konzistence s modulem přetvárnosti Edef okolo 8 až 15 MPa, ale při styku s vlhkostí rozbřídají. Glaciální sedimenty jsou pak překryty mladšími **eolickými sedimenty GT 2** z období svrchního pleistocénu, které vykazují obdobné geomechanické parametry jako jílovité hlíny GT 3, jen obsahují nižší podíl písčité příměsi. Hlinité zeminy GT 2 až GT 4 jsou pro plošné zakládání jednoduchých staveb podmíněn vhodné, vyžadují opatření omezující kontakt s vodou (odvodnění dna výkopu jeho svahováním a průběžným odvodňováním) a kontrolu dosažení předepsaných deformačních parametrů zemní pláně před budováním podsypových vrstev kanalizace zatěžovacími zkouškami, např. kruhovou deskou ve smyslu ČSN 72 1006 Kontrola zhutnění zemin a sypanin. Geologický profil je zde zakončen **navážkami GT 1,** které jsou většinou nesoudržného a hrubozrnného charakteru. Podzemní voda je v této části lokality zaklesnuta poměrně hluboko, v hloubkách okolo 7 m pod terénem ve štěrcích GT 6, ale v podobě zavěšené zvodně se může voda vyskytovat i v navážkách GT 1 ohraničených ze spodu nepatrně propustnými hlínami GT 2 a GT 3.

Severovýchodní část lokality upadající ze svahu do nivy Olše (v okolí ČOV) je tvořena vyšším nivním stupněm říční terasy vytvořené v období holocénu, a proto fluviální štěrky GT 6 nemusí být hydraulický propojené s glaciálními štěrky GT 6 na zbytku lokality vzniklými v pleistocénu. O nespojitosti podzemní vody v holocenních a pleistocenních štěrcích svědčí výšky hladiny podzemní vody v některých vrtech, ale z rešerše to jednoznačně průkazné není. Právě tato část lokality bude zřejmě jediným místem, kde bude zapotřebí při stavbě stokové sítě snižovat hladinu podzemní vody. Ta zde byla zjištěna vrtem J-1 z roku 1990 v úrovni okolo 4.4 m pod terénem. Ve výkopu se zde **předpokládá potřeba snížení hladiny podzemní vody asi o 2 m, přičemž na délku výkopu přibližně 30 m se očekává přítok 0.51 až 2.88 l.s-1** podle skutečné propustnosti prostředí. Geologický profil i geomechanické parametry GT typů jsou zde obdobné jako v prostoru pleistocenní glaciální terasy, pouze zde pravděpodobně chybí rašelinné polohy GT 5.

Předkvarterní podklad v obou částech lokality je tvořen **neogenními vápnitými jíly GT 7**, které se vyskytují v hloubkách od přibližně 10 m pod povrchem terénu. Stavebními pracemi nebudou zastiženy.

* **Zatřídění zemin z hlediska jejich těžitelnosti a vrtatelnosti** je uvedeno v následující tabulce č. 11. Za nejobtížněji rozpojitelné vrstvy lze považovat ulehlé glacifluviální štěrky s příměsí valounů, které dle ČSN 73 6133 mohou místy spadat až do II. třídy těžitelnosti, pokud budou obsahovat balvanité valouny přesahující 20 cm. Takové vrstvy však zastiženy výkopovými pracemi prakticky nebudou, protože jejich hloubkový dosah do štěrkových poloh je očekáván pouze v SZ cípu lokality při vyústění stokové sítě do ČOV.

Tabulka č. 11 Zatřídění vrstev geotechnických typů zemin

| **Stratigrafie** | **Litologický typ** | **Zatřídění dle ČSN 73 6133 (*ČSN EN ISO 14688-2*)** | **Geot. typ (GT)** | **Těžitelnost 800-1** | **Těžitelnost ČSN 73 6133** | **Vrtatelnost 800-2** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| kvartér | antropogenní navážky | Y | GT 1 | 3, 4 | I | I, II, (III) |
| sprašové hlíny (eolické) | F6 CL (*siCl*) | GT 2 | 2, 3 | I | I |
| hlinité a jílovité zeminy (náplavové, lakustrinní, glaciální) | F6 CL (*siCl*), F6 CI (*siCl, sasiCl*),  F6 CI/O (*orsiCl*),  F4 CS (*saCl*) | GT 3 | 2, 3 (4) | I | I |
| písčité zeminy (fluviální, lakustrinní, glaciální) | S5 SC (*clSa*),  S3 S-F (*Sa*) | GT 4 | 2, 3 | I | I |
| organické zeminy (slatinné) | O (*Or*), F6 CI, F8 CH/O (*orCl, clOr*) | GT 5 | 2, 3 | I | I |
| štěrkovité zeminy (glacifluviální) | G3 G-F, G2 GP (*saGr, sacoGr*) | GT 6 | 3, 4 (5) | I, (II) | I, II, (III) |
| terciér | neogenní jíly (marinní) | F8 CH (*Cl*) | GT 7 | 3, 4 | I | I |

**Sklony svahů** v nesoudržných navážkách GT 1 budou vyžadovat používání roztažného pažení, protože svahování výkopů v poměru 1:1 by představovalo velký zábor pozemků. V hlinitých zeminách GT 2 a GT 3 by v mělkých výkopech bylo možno provádět svahy i v větším poměru (1:0.5), ale písky GT 4 a štěrky GT 6 v jejich podloží by i v nezvodněné formě měly tendence k borcení svahů.

Inženýrsko-geologické posouzení řešeného území a jednotlivých vrstev očekávaných geotechnických typů je podrobněji popsáno v kapitole 3.1.

* **Výskyt podzemní vody** lze při stavebních pracích očekávat pouze v úseku zaústění stokové sítě do objektu ČOV (SZ cíp řešeného území) v hloubce okolo 6 až 6.5 m pod terénem, kde je podzemní voda ve štěrcích GT 6 očekávána v úrovni okolo 4.4 m. Odhad přítoků do stavebního výkopu je pro tuto část lokality popsán v kapitole 3.2.1. V ostatních částech lokality je zvodnění ve štěrcích předpokládáno hlouběji v úrovni okolo 7 m pod terénem, v niveletě 232 až 233 m n.m. Lokálně je možno očekávat i přetoky zavěšeného zvodnění z navážek GT 1 do štěrkového kolektoru GT 6 nebo i do bezodtokých výkopů v nepropustných hlínách GT 2 či GT 3, a to zejména tam, kde byly v minulosti prováděny hlubší zemní práce. **Čerpání podzemní vody** za účelem snížení její hladiny ve výkopu očekáváme v okolí ČOV v rozmezí přibližně 0.5 až 2.8 l.s-1. V dosahu stanovené hydraulické deprese o poloměru 19 až 60 m se nevyskytují žádné stavební objekty ani jiné střety zájmů, které by vyžadovaly speciální ochranu. Vodní zdroje hromadného zásobování vodou ani domovní studny dle centrálního registru vodoprávní evidence se ve vyšších stovkách metrů od areálu nemocnice nevyskytují. Zohlednit bude zapotřebí vypouštění čerpaných vod, a to **z hlediska výskytu lokality ve II. ochranném pásmu minerálních vod** a podmínek stanovených tímto ochranným pásmem. Předpokládáme, že při vypouštění čerpaných vod bude zapotřebí nutno sledovat chemické složení vody dle požadavků správce vodního toku či správce kanalizace.

Negativní vlivy na kvalitu podzemních a povrchových vod, na odtokové poměry, na stavební objekty a domovní studny, na vodní a na vodu vázané ekosystémy můžeme při dodržení uvedených požadavků vyloučit.

**Svým chemismem je podzemní voda** **agresivní** vůči ocelovým i betonovým konstrukcím, proto tam, kde bude pokládka potrubí prováděna v zóně vlivu podzemní vody, je nutno kalkulovat s adekvátní protikorozní ochranou.

Hydrogeologické poměry jsou podrobně popsány v kapitole 3.2.

* Vzhledem k možné přítomnosti měkkých jílovitých a kyprých organických zemin v hloubkách základové spáry a k pravděpodobnému výskytu podzemní vody v SZ části řešeného území vyžadující odvodňování výkopu, hodnotíme geologické poměry jako složité. Stavební objekty (stokovou síť) hodnotíme jako stavby s jednoduchou konstrukcí. Ve smyslu ČSN P 73 1005 – „Inženýrskogeologický průzkum“ **řadíme stavbu do 2. geotechnické kategorie.**

Vytýčené cíle geologického úkolu tímto považujeme za naplněné. Rešeršní posouzení geologických poměrů má poměrně vysokou vypovídací hodnotu, protože značná část řešeného území je pokryta archivními vrty předchozích průzkumů. Určitou nejistotou je propustnost saturované zóny, která má za důsledek robustní odhad přítoků do stavebního výkopu v rozptylu jednoho řádu koeficientu filtrace. Pokud nebude v dalším stupni projektové dokumentace proveden doplňující průzkum, je nezbytné při provádění stavby kalkulovat s vyššími hodnotami přítoků.

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 geologických, hydrogeologických nebo ekologických poměrů.

V Ostravě, dne 22. prosince 2022.

# Použitá literatura a podkladové materiály

1. Bartůšek, M., 1982: Zpráva o IG průzkumu, akce Karviná – Ráj, stavba náhradního zdroje el. proudu v nemocnici. Stavoprojekt, Ostrava.
2. Bartůšek, M., 1990: Inženýrskogeologický průzkum – Karviná – Ráj NSP. Stavoprojekt, Ostrava.
3. Demek, J. et al, 1987.: Zeměpisný lexikon ČSR – Hory a nížiny, Academia Praha
4. Jetel, J., 1973: Logický systém pojmů – základní podmínka formalizace a matematizace v hydrogeologii, Geol. Průzk., 15, 1, str. 13-17, Praha
5. Kokotková, 1984: Inženýrskogeologický průzkum OÚNZ Karviná – nadstavba polikliniky. Hutní projekt, Ostrava.
6. Kokotková, 1984: OÚNZ Karviná – nadstavba ředitelství, inženýrskogeologický průzkum. Hutní projekt, Ostrava.
7. Krobot, P., Zoglobossou, H., 2002: Karviná – Ráj, obchodní centrum. GHE, a.s., Ostrava.
8. Macoun et al., 1965: Kvartér Ostravska a Moravské brány, ÚÚG v NČAV, Praha
9. Mísař, Z., a kol.: Geologie ČSSR I., Státní pedagogické nakladatelství, Praha1983.
10. Musil, V., 1976: Stavebně – geologický průzkum základových půd pro zástavbu Karviná – Centrum. Stavoprojekt, Ostrava.
11. Ondra, K., 1997: Technická zpráva o výsledcích předběžného stavebněgeologického průzkumu pro občanskou vybavenost v Karviné Ráj. GEOSTA Ostrava s.r.o., Ostrava.
12. Plasgura, V., 2002: Karviná – přístavba nemocnice s poliklinikou. Průzkum přírodních podmínek z hlediska stavební geologie. ELGEO, Frýdlant nad Ostravicí.
13. Quitt, E., 1971: Klimatické oblasti Československa, Studia Geographica 16, Praha
14. Ryška, J., 1990: Jednoetapový inženýrskogeologický průzkum – Karviná ČOV. Unigeo Ostrava, závod Ostrava.
15. Turček, P., Hulla, J., et al., 2005: Zakládání staveb, Jaga group, s.r.o., Bratislava.
16. Základní geologická a hydrogeologická mapa ČR, list 15-42 Karviná, měřítko   
    1:50 000

## Seznam norem

ČSN 73 6133 – Návrh a provádění tělesa pozemních komunikací

ČSN P 73 1005 – Inženýrskogeologický průzkum

ČSN 75 9010 – Vsakovací zařízení srážkových vod

ČSN EN ISO 14688 Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zatřiďování zemin – Část 1: Pojmenování a popis

ČSN EN ISO 14688 Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zatřiďování zemin – Část 2: Zásady pro zatřiďování