

O B S A H

Zpráva o výsledcích inženýrsko-geologického průzkumu

1. Úvod
2. Přírodní poměry
3. Inženýrsko-geologické vyhodnocení
4. Zemní práce
5. Závěr

Přílohy

1. Dokumentace sond
2. Situace sond

Zpráva o výsledcích inženýrsko-geologického průzkumu

1. Úvod

Inženýrsko-geologický průzkum (IGP) pro přístavbu pavilonu onkologie v areálu Krajské nemocnice v Liberci objednal zástupce projektanta akce, kterým je Design 4 Turnov.

Předmětem díla v rámci IGP je zhodnocení inženýrsko-geologických poměrů resp. prověření parametrů základové půdy.

Výchozím podkladem pro zpracování IGP byla informace objednatele o charakteru stavby, citovaná objednávka, výškopis a polohopis současného stavu se zákresem podzemních sítí, povolení vstupů na pozemky. Zástupce nemocnice zajistil s ohledem na existenci podzemních sítí předkopy v místech jádrových vrtů tak, aby nedošlo ke kolizi se sítěmi.

Při hodnocení základové půdy byla v rámci geotechnické klasifikace použita v současnosti platná norma ČSN 73 6133, která v této souvislosti nahrazuje klasifikační systém od počátku měsíce dubna roku 2010 již neplatné ČSN 73 1001 (Základová půda pod plošnými základy), přičemž její klasifikaci bezesbytku přebírá ...

Klasifikační systémy nových norem pro tzv. geotechnický průzkum, který dle právních předpisů neexistuje, tedy ČSN EN ISO 14688-1 a ČSN EN 14688-2 jsou v praxi z mnoha důvodů nepoužitelné. Vznikly nesmyslným kompromisem při mnohaletých jednáních zástupců evropských zemí a dle mého názoru je otázkou času, kdy budou zrušeny nebo k nim přibudou národní přílohy, které je usměrní, což se stalo například na Slovensku, kde původní ČSN 73 1001 pojali jako základ národní přílohy včetně směrných normových charakteristik a Rdt, čemuž jedna generace našich geotechniků, která má bohužel určité rozhodovací pravomoci, brání. V současné době je situace na tomto poli poněkud nepřehledná, nicméně prakticky všichni inženýři geologové zastoupení Českou asociací inženýrských geologů vycházejí z původní normy a používají směrné normové charakteristiky i hodnoty tabulkové výpočtové únosnosti (Rdt). Činím tak i já a zároveň v souladu s novou normou ČSN EN 1997-2 (Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí, Část 2: průzkum a zkoušení základové půdy – 73100 - používám ve zdejší horninové prostředí ke zkoušení základové půdy jednu ze základních geotechnických metod, a to dynamickou penetraci. Dynamické penetrační sondování se tak stalo spolu s vyhodnocením profilu vrtaných sond základem pro stanovení parametrů základové půdy.

*Nejen v české legislativě platí, že zákony jsou nadřazeny normám a vyhláškám. Proto i Geologický zákon č. 62/1988 Sb. ve znění pozdějších předpisů je nadřazen českým i evropským předpisům této, tedy nižší kategorie. Dle Geologického zákona, který je jediným předpisem řešícím průzkumné práce spojené se zásahem do horninového prostředí, se v souvislosti s posuzováním charakteru základové půdy používá pouze a jedině termín **inženýrsko-geologický průzkum - IGP**. Jinými slovy, kdo v českém prostředí použije v uvedených souvislostech termín geotechnický průzkum, nejedná v souladu se zákonem. Zcela něco jiného je, když se používají termíny jako např.: geotechnické vlastnosti, geotechnické parametry, geotechnická vrstva, geotechnický dozor ...*

Lokalizace budoucího staveniště přístavby je patrná z výseku fotomapy Liberecké krajské nemocnice:



2. Přírodní poměry

Geomorfologie

Dle orografického členění Demka (2006) se zájmové území nachází v jihovýchodní části rozsáhlého geomorfologického celku IVA-4 Žitavská pánev. Tato partie je vyčleněna jakožto podcelek a nese název Liberecká kotlina (IVA-4A). Při dalším přiblížení je možno území ještě zařadit do nejmenší geomorfologické jednotky, kterou je okrsek Vratislavická kotlina (IVA-4A-1), která je mezihorskou tektonickou sníženinou sudetského směru mezi Jizerskou hornatinou a Ještědským hřbetem.

Staveniště projektovaného objektu se ve své západní části nachází na upraveném terénu (navážky) a v části (východ) na původním terénu v nadmořské výšce mezi 399 – 401,5 m s tím, že bezprostředně západně od opěrné zdi, která tvoří západní hranici přístavby je terén o cca 4 m níže.

Klima, půdní poměry a hydrografie - Liberec a jeho širší okolí je dle Atlasu podnebí ČR součástí mírně teplé klimatické oblasti a jejího okrsku B10.

Průměrné měsíční teploty a úhrny srážek lokality lze zjistit ze zdejší klimatické a srážkoměrné stanice. Pro orientaci uvádím pouze průměrné roční teploty, které v období let 1931-1960 dosahovaly 7,3°C. V období let např. 1976-85 se příliš nelišily a jejich průměr dosáhl 7,38°C. Současné průměrné roční teploty se od již popsaných také neliší. Průměrné měsíční teploty vzduchu se pohybují od minimálních lednových teplot (-2,9°C) k maximálním červencovým (17,2°C). Průměrná roční teplota tak dosahuje 7,3°C.

Průměrné roční úhrny srážek se v období 1931-1960 pohybovaly kolem úrovně 929 mm, zatímco v období 1976-1985 byly podstatně nižší a dosáhly jen 808 mm s minimy v letech 1976 (567 mm) a 1981 (552 mm). Průměrné měsíční úhrny srážek dosahují maxima v letním období roku, kdy převyšují 100 mm. Naopak minimální měsíční úhrny jsou zaznamenány v březnu a dubnu (od 50 do 60 mm). V posledních letech jsou statistiky pravidelně nabourávány extrémy.

Dle schématu plošného rozdělení půdních typů (Atlas půd ČR) je lokalita součástí území s výskytem podzolů.

Z obdobného schématu plošného rozdělení půdních druhů se nacházíme na hranici oblasti hlinitých a jílovito-hlinitých půd s podílem frakce I. kategorie (do 0,002 mm) 45-30% resp. 60-45%.

Údaje o půdě jsou však na staveništi totálně setřeny antropogenními zásahy v minulosti (výstavba, navážky, zásypy ...).

Erozní bázi lokality je Lužická Nisa.

Geologie - Zájmové území se nachází jižně resp. jv. od tektonického kontaktu sz. výběžku rozsáhlého variského, krkonošsko-jizerského žulového masívu s epizonálně metamorfovanými svrchnoproterozoickými a staro až středně paleozoickými formacemi ještědského krystalinika.

Krkonošsko-jizerský žulový masív zde reprezentuje jeden z několika základních horninových typů: porfyrická, biotitická žula s hrubozrnnou základní hmotou (tzv. liberecká žula). Tento typ žuly je spolu s výrazně porfyrickou, středně zrnitou, biotitickou žulou dominantním typem celého žulového masívu. Růžové vyrostlice draselného živce dosahují průměrné velikosti kolem 3 cm, často mají bělavé plagioklasové lemy.

Žulové skalní podloží resp. jeho zvětralinový plášť se nachází na staveništi v různých hloubkách a je překryt mladšími sedimentárními formacemi. Zastoupeny jsou kvartérní, deluviální písčito-hlinité sedimenty, které jsou na západě objektu přístavby překryty nehomogenními a pouze částečně konsolidovanými navážkami.

Hydrogeologie - Zdejší žuly, stejně jako srovnatelné vyvřeliny pukají ostře s rovnými stěnami puklin, jejichž systémy jsou rovnoběžné, přímočaré a nepříliš hustá síť puklin je pravidelná. Pukliny jsou otevřené na větší vzdálenosti i do hloubky a mají propustnější primární výplň. Obecně však platí, že s rostoucí hloubkou propustnost klesá.

Připovrchová zóna žulového masívu má větší hloubkový dosah než v sousedním krystaliniku a její koeficient průtočnosti se pohybuje v intervalu $2 \cdot 10^{-5}$ - $3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ se střední hodnotou $3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, která odpovídá III. třídě průtočnosti podle Krásného (New concept of syntetic hydrogeological maps, Věstník ÚÚG, 55,1, 53-62. Praha, 1980). Slabé přítoky podzemní vody – přinejmenším epizodicky - lze očekávat v prostředí svrchních partií zvětralé a rozpukané žuly.

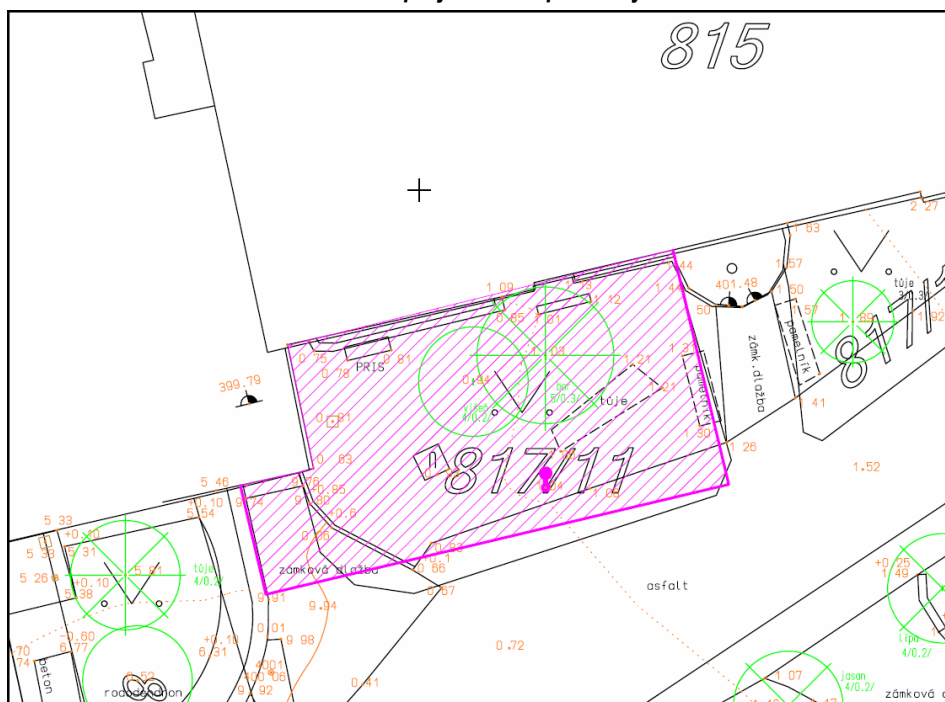
Průlinovou podzemní vodu mohou taktéž epizodicky obsahovat póry žulového eluvia, které má obvykle charakter štěrkovitých písků resp. písčitých štěrků, a sekundárně i výplně otevřených puklin svrchních partií variské žuly.

Klasická gravitační podzemní voda vázaná na průlinově propustné kvartérní uloženiny v původním uložení se zde nenachází. Lze ji však předpokládat v poloze navážek na západě staveniště před opěrnou stěnou, která tvoří nepropustnou hráz.

3. Inženýrsko-geologické vyhodnocení

Průzkumné práce

Na předmětném staveništi byly dle dohody s objednatelem provedeny 2 jádrové vrty s tím, že předkopy do hloubky 0,8 m s ohledem na podzemní síť zajistil zástupce nemocnice.

Situace projektované přístavby

Dokumentace vrtného jádra každé z průzkumných sond se ujal zpracovatel tohoto textu – viz příloha č. 1. Po skončení makroskopického popisu, odběrech vzorků zemin byly sondy zlikvidovány prostým záhozem a terén v místě sond byl uveden do původního stavu.

Laboratorní analýzy porušených vzorků zemin tvoří přílohu č. 2.

Umístění sond plyne z předané zastavovací situace – viz 3. příloha.

Generalizovaný geologický profil

Jak již bylo výše zmíněno, západní partie staveniště před dolním vchodem do pavilonu onkologie (reprezentuje ji sonda J1) – když pomínu zpevnění povrchových partií zámkovou dlažbou, je tvořena nehomogenními a nekonsolidovanými navážkami o mocnosti 2,7 m. Dominantním obsahem navážek jsou písky, méně pak úlomky cihel, svrchu i zbytky roxorů resp. kusy vyhozené armatury.

Pod navážkami se nachází tenká vrstvička rozložené žuly resp. eluvia o mocnosti do 0,1 m a již od hloubky 2,8 m byla zastížena slabě zvětralá biotitická porfyrická žula, která se při vtírání rozpadá na žulový štěrk s kameny.

Je nepochybné, že směrem k východu se bude mocnost navážek rychle snižovat, neboť ve východní sondě (J2), která byla provedena v prostoru mezi zámkovou dlažbou u příchodu k hornímu vchodu a tújemi, navážky zcela chybí a v sondě byly ověřeny malé mocnosti prokořenělé humózní hlíny, písčité hlíny a hlinitého písku a již v hloubce 0,8 m bylo zastíženo žulové eluvium. Jeho mocnost zde dosáhla pouhých 0,2 m a v hloubce 1,1 m pod terénem bylo zastíženo skalní podloží ve formě silně zvětralé, biotitické a porfyrické žuly, která se směrem do hloubky stala odolnější a od úrovně cca 1,8 m má parametry navětralé resp. slabě zvětralé skalní horniny.

Údaje o podzemní vodě

V prostředí navážek se objevily přítoky podzemní vody díky tomu, že opěrná zeď má funkci hráze, před kterou se v pórech propustných navážek zdržuje infiltrovaná srážková voda.

V eluvii ani v povrchových partiích rozpukané žuly nebyly žádné známky o výskytu podzemní vody zaznamenány.

S ohledem na očekávaný způsob a hloubku založení přístavby neočekávám vliv podzemní vody na základovou konstrukci s tím, že odvodnění srážkové vody mimo půdorys objektu je základním předpokladem úspěšného řešení.

Klasifikace základové půdy

Tato klasifikace vychází ze stále používaného klasifikačního systému sice již neplatné ČSN 73 1001 (Základová půda pod plošnými základy), nicméně její klasifikaci beze zbytku převzala platná ČSN 73 6133, takže pokud by někomu vadilo, že se odvolávám na neplatnou normu, má možnost akceptovat druhou uvedenou. Klasifikaci dle nových evropských norem nepovažuji v českém prostředí za relevantní. Zdejší geologický profil dělím na následující geotechnické horizonty:

- I. - **navážka** – nehomogenní směs písku, úlomků cihel, drátů ..., částečně konsolidovaná
(S+G)Y, částečně konsolidovaná
- **hlína** humozní – **F50**
- II. - **hlína** písčité - **F3(MS)**, **pevná** konzistence
- **písek** hlinitý s pevnou výplní jemnozrné frakce, ulehý - **S4(SM)**, **pevná** výplň
- III. - **písek** eluviální, hrubozrný, šterkovitý, s příměsí jemnozrné frakce - resp. žula rozložená
S3(S-F), **ulehlý** - **R6**
- IV. - **žula** silně zvětřalá, s nízkou pevností v prostém tlaku, s malou hustotou diskontinuit
R4, $\sigma_c = 10$, $r = 8$, $p = 1,0$
- V. - **žula** mírně zvětřalá resp. navětřalá, se střední pevností v prostém tlaku, s malou hustotou diskontinuit
R3 – R2, $\sigma_c = 50$, $r = 15$, $p = 1,0$

Vysvětlivky k symbolům označujícím parametry geotechnických vrstev resp. horizontů

Před uvedením tabulek předkládám vysvětlení symbolů výše i níže uvedených:

σ_c	-	výpočtová pevnost horniny v prostém tlaku (MPa)		
r	-	součinitel kvality skalní horniny, p - součinitel hustoty diskontinuit		
R_{dt}	-	tabulková výpočtová únosnost		
ν	-	Poissonovo číslo, β - převodní součinitel, γ - objemová tíha		
E_{def}	-	modul přetvárnosti		
c_u	-	soudržnost zeminy (totální hodnota)	c_{ef}	- soudržnost zeminy (efektivní hodnota)
ϕ_u	-	úhel vnitřního tření (totální hodnota)	ϕ_{ef}	- úhel vnitřního tření (efektivní hodnota)

Hodnocení základových poměrů staveniště, zakládání a parametry geotechnických horizontů

Z hlediska plošného zakládání předmětného objektu ze základové poměry hodnotit jako **složitě** díky tomu, že základová půda je na západě tvořena neulehlými navážkami a ve větší části objektu ji tvoří navětřalá skalní hornina.

Při návrhu **plošných** základů **nenáročného** objektu ve **složitých** základových poměrech se obvykle postupuje dle zásad **2.** geotechnické kategorie s použitím *směrných normových charakteristik základové půdy* – viz tabulka č. 1.

Pro orientaci lze využít hodnoty *tabulkové výpočtové únosnosti* R_{dt} , přičemž tyto hodnoty je třeba upravit na základě skutečné hloubky založení. Neupravené hodnoty R_{dt} pro zdejší geotechnické horizonty uvádím v tabulce č. 2.

tabulka č. 1 – Směrné normové charakteristiky

geotechnický horizont	ν (1)	β (1)	γ (kN.m ⁻³)	E_{def} (MPa)	c_u (kPa)	c_{ef} (kPa)	ϕ_u (°)	ϕ_{ef} (°)
I – nehomogenní navážky	nevhodná základová půda							
II – F3, pevná k. S4, pevná výplň	0,35	0,62	18,0	15	60	35	14	27
III – S3, ulehý	0,30	0,74	17,5	25	-	0	-	33
IV – R4	0,25	-	-	1000	-	-	-	-
V – R3 – R2	0,20	-	-	3200	-	-	-	-

tabulka č. 2 – Hodnoty tabulkové výpočtové únosnosti

geotechnický horizont	hloubka založení (m)	šířka základu (m)	R_{dt} (kPa)
I - nehomogenní navážky	nevhodná základová půda		
II – F3, pevná k. S4, pevná výplň	0,8 – 1,5	≤ 3,0	275
III – S3, ulehý	1,0	0,5	225
		1,0	275
		3,0	400
		6,0	325
IV – R4	-	-	800
V – R3 – R2	-	-	1600

Zakládání

Projektant předpokládá, že úroveň základové spáry na východě staveniště se bude pohybovat v úrovni cca 2,5 – 3,0 m pod terénem (cca 398,5 m n.m.), tedy v prostředí navětralé resp. mírně zvětralé skalní horniny. Směrem k východu bude nutné základovou spáru odstupňovat tak, aby byly zajištěny srovnatelné parametry. Připomínám, že na západě jsou přítomny navážky až do hloubky cca 2,7 m pod terénem tedy do úrovně cca 397,0 m n.m.

Z výše uvedeného textu plyne, že přístavba bude založena plošně v prostředí IV. – V. geotechnického horizontu.

Hlubinné založení zde nemá opodstatnění.

Podzemní voda založení neovlivní, nicméně odvedení srážkové vody – viz údaje o podzemní vodě – je nezbytné.

4. Zemní práce

Třídy těžitelnosti dle sice opět neplatné, nicméně stále používané ČSN 73 3050 lze pro jednotlivé horizonty souhrnně popsat takto:

I. horizont	-	nehomogenní navážky	-	1.-3. třída rozpojitelosti
II. – III. horizont	-	hlíny, hlinité a eluviální písky	-	2.-4. třída rozpojitelosti
IV. horizont	-	žula silně zvětralá	-	5.-6. třída rozpojitelosti
V. horizont	-	žula silně a mírně zvětralá	-	6.-7. třída rozpojitelosti

Novela ČSN 73 6133 je v současné době jedinou platnou normou týkající se zemních prací včetně rozpojitelosti zemin a skalních hornin, kde jsou rozlišeny pouze tři třídy těžitelnosti – I. třída (dtto 1-3), II. třída (dtto 4-5) a III. třída (6 – 7).

Zajištění stability stěny stavební jámy lze na západě objektu - v prostředí navážek řešit vhodným pažením, v ostatních částech staveniště, kde vystupuje skalní hornina mělce pod terénem, je možné stěny provést ve svislém sklonu. V prostředí nadložních kvartérních zemin s pevnou konzistencí - do hloubky cca 1 m (východ) - lze dočasný výkop svahovat ve sklonu cca 75°, s tím, že nebude přítěžována hrana svahu stavební jámy.

Jemnozrnné zemin F3 jsou nestabilní, namrzavé, při napojení vodou rychle klesá jejich pevnost až na 50% pevnosti za optimálního stavu, poskytují málo vhodné podloží. Z hlediska vhodnosti do násypů jsou bez úprav stabilizací nevhodné.

Žulové písky a šterky poskytují vhodné podloží a do násypu je lze použít nejlépe při sedvičování s hrubozrnným kamenivem.

5. Závěr

Staveniště přístavby pavilonu onkologie liberecké krajské nemocnice si dovoluji hodnotit jako *podmínečně vhodné*. Podmínky plynou z uvedeného textu, přičemž základní podmínkou je vhodné zajištění stability části základové jámy a odstupňování základové spáry.

S ohledem na přítomnost odolné a obtížně rozpojitelné skalní horniny ve značném rozsahu přístavby je vhodné ještě jednou – před finálním verdiktem - promyslet nutnost hloubení výkopů do předpokládaných úrovní – viz výše, neboť rozpojování trhavinami zde nepřipadá v úvahu, stejně tak rozpojování těžkým kladivem. Pak lze uvažovat pouze o variantě chemického rozpojování cevamitem – po předchozím navrtání horniny, nebo šetrně – s ohledem na provoz nemocnice - kompresorem s dolamováním skalní horniny. Svrchní partie geologického profilu bude možné těžit strojně – klasickým traktorovým bagrem. V každém případě bude těžitelnost významnou položkou zemních prací.

Zakládat lze plošně, a to bez úprav základové půdy – s výjimkou odstupňování základové spáry. Silně zvětralá až navětralá žula (IV. – V. geohorizont) poskytuje dostatečně únosné podloží v celém rozsahu deformační zóny.

Odebrané vzorky zemin z nadloží žuly nakonec nebyly s ohledem na zakládání v prostředí skalních hornin analyzovány.

I když se staveniště se nachází na skloněném terénu, není nutno zabývat se svahovými deformacemi. Jinou věcí je zajištění stability stěny západní části základové jámy – viz výše.

Zájmové území nevyznačuje významné seismické účinky na stavební konstrukce (oblast pouze do 6° stupnice M.C.S.).

Při zemních pracích a při hloubení výkopů pro základové konstrukce se uplatňuje *geologický, nikoli pouze klasický stavební dozor*, který investorovi zajistí jejich hladký průběh.

Eventuální nejasnosti vyplývající z této zprávy konzultujte se zpracovatelem IGP.

příloha č. 1

Dokumentace sond

srpen 2013

Pro rychlejší orientaci uvádím dokumentaci sond s pomocí níže uvedeného přehledu zastoupených vrstev označených římskými číslicemi.

*geotechnický
horizont*

geologický popis s geotechnickými údaji

- I. - **navážka** – nehomogenní směs písku, úlomků cihel, drátů ..., částečně konsolidovaná **(S+G)Y**, částečně konsolidovaná
- **hlína** humózní, vyschlá, tvrdá konzistence – **F50**
- II. - **hlína** písčitá - **F3(MS)**, **pevná** konzistence
- **písek** hlinitý s pevnou výplní jemnozrnné frakce, ulehlý - **S4(SM)**, **pevná** výplň
- III. - **písek** eluviální, hrubozrnný, šterkovitý, s příměsí jemnozrnné frakce - resp. žula rozložená **S3(S-F)**, ulehlý - **R6**
- IV. - **žula** silně zvětralá, s nízkou pevností v prostém tlaku, s malou hustotou diskontinuit **R4**, $\sigma_c = 10$, $r = 8$, $p = 1,0$
- V. - **žula** mírně zvětralá resp. navětralá, se střední pevností v prostém tlaku, s malou hustotou diskontinuit **R3 – R2**, $\sigma_c = 50$, $r = 15$, $p = 1,0$

Pohled do předkopaného jádrového vrtu J1



Jádrový vrt J 1

výšky odsunuty z podkladu od projektanta akce: Z: 400,00 m n.m.

0,00 – 0,06 m zámková dlažba

0,06 – 0,15 m podsyp

0,15 – 2,70 m navážka neulehlá
I. **(S+G)Y**

2,70 – 2,80 m eluvium žuly – žula rozložená
III. **R6 – S3**

2,80 – 4,00 m žula mírně zvětralá
V. **R3 – R2**

hladina podzemní vody: přítoky infiltrované srážkové vody v tělese navážek – hloubka cca 2,0 m pod terénem
odběr vzorků zemin: --

Vrtné jádro sondy J 1

Jádrový vrt J 2

výšky odsunuty z podkladu od projektanta akce: Z: 401,3 m n.m.

0,00 – 0,20 m	prokořenělá humozní hlína I. F5(MI)O
0,20 – 0,60	hlína písčitá, vyschlá, s kořeny tují, pevná až tvrdá konzistence II. F3(MS)
0,60 – 0,80 m	písek střednězrný, hlinitý s pevnou až tvrdou výplní II. S4(SM)
0,80 – 1,10 m	eluvium žuly – žula rozložená III. R6 – S3
1,10 – 1,80 m	žula silně zvětralá IV. R4
1,80 – 3,00 m	žula mírně zvětralá V. R3 – R2

hladina podzemní vody: nezastižena

odběr vzorků zemin: 0,5m, 0,7 m

vrtné jádro sondy J2

příloha č. 2

Situace sond

