

## **OBSAH**

- 1. Úvod** - str. 2
- 2. Rozsah a metodika průzkumných prací** - str. 2
  - 2.1 Archivní šetření - str. 2
  - 2.2 Měřické práce - str. 3
  - 2.3 Vrtné práce - str. 3
  - 2.4 Vzorkovací a laboratorní práce - str. 4
- 3. Charakteristika území** - str. 5
  - 3.1 Klimatické poměry - str. 5
  - 3.2 Geologické poměry - str. 5
  - 3.3 Hydrogeologické poměry - str. 7
- 4. Výsledky IG průzkumu** - str. 8
  - 4.1 Geotechnické vlastnosti základových půd - str. 8
  - 4.2 Zemní práce, těžitelnost a použitelnost zemin - str. 11
- 5. Závěr** - str. 12

### **Tabulky v textu:**

- 1. Seznam souřadnic a výšek realizovaných sond - str. 3
- 2. Souhrn provedených technických a laboratorních prací - str. 4
- 3. Přehled zjištěných hladin podzemní vody - str. 7
- 4. Geotechnické charakteristiky a očekávaná výpočtová únosnost  $R_{dt}$  - str. 9

### **Přílohy:**

- 1. Přehledná situace M 1 : 10 000
- 2. Situace realizovaných vrtů M 1 : 500
- 3. Geologická dokumentace realizovaných vrtů
  - 3.1 Dokumentace vrtu V1
  - 3.2 Dokumentace vrtu V2
  - 3.3 Dokumentace vrtu V3
- 4. Geologické řezy
  - 4.1 Geologický řez V3 - V2 M 1 : 250/100
  - 4.2 Geologický řez V2 - V1 M 1 : 200/100
  - 4.3 Vysvětlivky ke geologickým řezům a geologické dokumentaci vrtů
- 5. Protokoly laboratorních rozborů zemin a podzemní vody
- 6. Fotodokumentace vrtných prací

## **1. ÚVOD**

Předkládaný inženýrskogeologický průzkum je realizován jako podklad ke zpracování projektové dokumentace na výstavbu nové budovy BCA Kampusu Albertov, o rozměrech cca 100 x 190 m. Novostavba se třemi podzemními a šesti nadzemními patry bude umístěná na pozemky p.č. 1556/3, 1556/1, st. 1557, st. 1556/4 a st. 1556/2, místo stávajících nevyhovujících objektů (viz přehledná situace v příloze č. 1).

Cílem průzkumu je zjištění geologického složení základových půd, stanovení jejich geotechnických charakteristik (fyzikálně mechanické a přetvárné vlastnosti), určení tříd těžitelnosti a ověření hydrogeologických poměrů (výskyt a chemismus podzemní vody) v místě investičního záměru, pro účely komplexního vyhodnocení základových poměrů a výběr optimálních stavebních postupů.

Objednatel: JIKA CZ s.r.o., Dlouhá 101 - 103, 500 03 Hradec Králové

Zhotovitel: Global - Geo, s.r.o., Ak. Heyrovského 1178, 500 03 Hradec Králové

Kraj: Hlavní město Praha

Katastrální území: Nové Město - kód 727181

K realizaci a závěrečnému vyhodnocení průzkumu byly objednatelem poskytnuty následující podklady v elektronické podobě ve formátech pdf a dwg:

- architektonická studie a vizualizace
- koordinační situace pro DÚR se zákresem stávajících podzemních inženýrských sítí
- půdorysy pater a řezy
- geodetické zaměření budoucího staveniště (AGES Pardubice, s.r.o.)

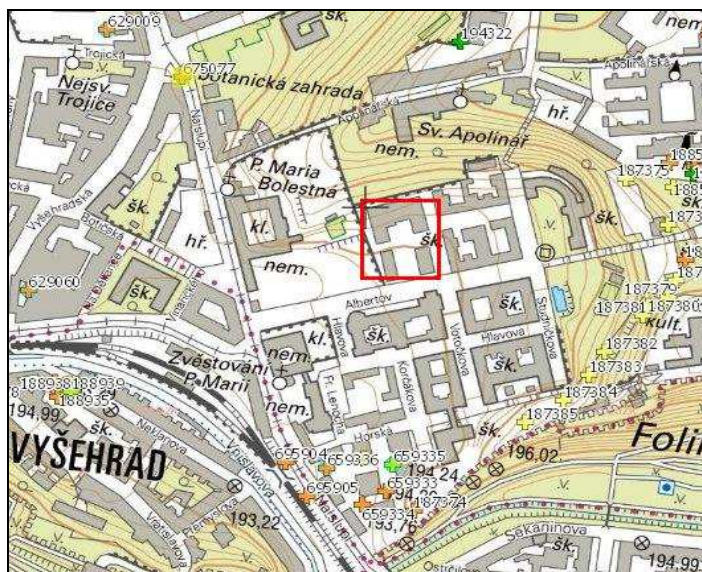
## **2. ROZSAH A METODIKA PRŮZKUMNÝCH PRACÍ**

Náplň i rozsah prací pro posouzení základových poměrů odpovídá požadavkům ČSN EN 1997 - 1 „Navrhování geotechnických konstrukcí - část 1“ (Eurokód 7) pro předběžný průzkum.

Zahrnuje realizaci tří jádrových vrtů do hloubky 12,5 - 14,0 m pod stávající povrch terénu, operativně upravené za účelem zastižení předkvartérního podloží. Vrty doplňuje odběr charakteristických vzorků zemin a podzemní vody. Sondy jsou situovány, s ohledem na částečně zastavěný prostor, do míst přístupných pro strojní techniku a mimo známá vedení podzemních inženýrských sítí.

### **2.1 Archívní šetření**

Dle mapy vrtné prozkoumanosti, vedené Českou geologickou službou - Geofondem, nebyly v zájmovém prostoru v minulém období prováděny žádné geologické práce, využitelné pro vyhodnocení základových poměrů (viz obrázek na následující stránce).



## 2.2 Měřické práce

Místům skutečného provedení vrtů byly pomocí odměřených vzdáleností ke stávajícím objektům odečteny z poskytnutých podkladů polohové souřadnice a nadmořské výšky.

Získané souřadnice X a Y v systému JTSK a výšky v systému Balt po vyrovnání obsahuje následující tabulka.

*Tabulka č. 1 - Seznam souřadnic a výšek realizovaných sond*

Sonda číslo	Souřadnice		z (m n. m.)
	Y	X	
V 1	742 970,43	1 045 082,12	199,15
V 2	742 947,09	1 045 042,51	200,75
V 3	743 003,29	1 045 000,19	204,55

Rozmístění realizovaných vrtů zachycuje situace M 1 : 500, která tvoří přílohu č. 2 zprávy.

## 2.3 Vrtné práce

S ohledem na rozdílnou přístupnost jednotlivých míst a požadované co nejmenší poškození povrchu zatravněných pozemků, byly průzkumné sondy provedeny menší strojní technikou. Vrtané sondy zhotovila ve dnech 19. - 21. 4. a 23. 4. 2017 osádka vrtmistra Jiřího Černého z firmy DGB Technik, s.r.o., Hradec Králové (IČO 03250938). Celkem se na akci uskutečnilo 39,70 bm jádrových vrtů, tj. o 3,70 bm více než bylo původně projektováno.

Vrty byly vyhloubeny technologií rotačně jádrového vrtání bez výplachu, mobilní vrtnou soupravou FRASTE Multidrill ML, pomocí jednoduchých jádrovek  $\varnothing$  220 a 175 mm, opatřených TK korunkou, s technologickým provozním pažením ocelovými pažnicemi  $\varnothing$  192 mm v nesoudržných a zvodnělých písčitéch sedimentech. Průměry vrtného náradí, intervaly vrtání a pažení jsou součástí geologických dokumentací jednotlivých vrtů v přílohách č. 3.1 až 3.3.

Immediately after completion of the drilling yield, placed in wooden sample boxes, described the geologist, conducted the photodocumentation and sampling. Depth data of documented layers are related to the existing surface of the terrain.

The yield of the core in all intervals of the sondes was 100%. The sample of groundwater and its stable level were obtained from the loaded drillings in the course and after completion of the drilling.

At the end of the technical work on the locality, the drillings were liquidated by a reverse rotation from the disassembled drilling yield.

## **2.4 Vzorkovací a laboratorní práce**

On the order, the executor took samples for classification of the environment in total 3 samples of soil and 1 sample of groundwater (V).

Soil samples were successively placed in PE bags for preservation of natural moisture, water was taken from the sample by a PVC bottle of volume 1 l without additives.

From the point of view of quality of the samples, according to the norm ČSN EN ISO 22475-1 „Geotechnical testing and sampling - Sampling and measurement of groundwater - Part 1: Principles of execution“, the samples of soil belong to 3. class of category B (earlier called damaged samples).

The samples were processed and evaluated by the laboratory of soil mechanics and analysis of construction waters at Lahučká Blanka, Pardubice, by laboratory analyses in accordance with the specified procedures:

ČSN CEN ISO/TS 17892-1 Stanovení vlhkosti zemin

ČSN CEN ISO/TS 17892-4 Stanovení zrnitosti zemin

ČSN CEN ISO/TS 17892-12 Stanovení konzistenčních mezí

On the basis of the grain size analyses, the classification of the soil samples was carried out according to ČSN 73 6133 „Design and execution of the ground body of land communication“ and further from the grain size analysis the value of the filtration coefficient was determined by the Mallet-Pacquant method.

*Tabulka č. 2 - Souhrn provedených technických a laboratorních prací*

Číslo sondy	Hloubka sondy (m)	Odebraný druh vzorku (stav, hloubka)	Provedené rozbor	Číslo rozboru
V1	12,50	3B : 7,00 - 7,20	Iz	58
		V : 6,50	stavební účely	54
V 2	14,20	3B : 6,30 - 6,50	Iz	59
		3B : 8,50 - 8,70	Iz	60
V 3	13,00	-	-	-

Vysvětlivky: 3B - vzorek zeminy V - vzorek vody Iz - indexové zkoušky, zrnitost

### Rozbor podzemní vody pro stavební účely

The sample of groundwater was subjected to a shortened analysis for construction purposes and individual determinations answer internal methodologies of the laboratory. The analysis is limited to the basic indicators of the aggressiveness of the liquid environment: pH, hardness, aggressive CO<sub>2</sub>, content of Mg<sup>2+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> and the total content of dissolved substances.

Vzorek podzemní vody je zařazený ve znění aktuální ČSN EN 206-1 „Beton - část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda“ (klasifikace agresivity chemického prostředí stupni XA 1 - XA 3).

Křivky zrnitosti, klasifikace, hodnoty filtračního součinitele „ $k_f$ “ ( $\text{m.s}^{-1}$ ) a protokol rozboru podzemní vody obsahuje příloha č. 5.

### **3. CHARAKTERISTIKA ÚZEMÍ**

Zájmový prostor se nachází v intravilánu města, v prostoru vymezeném ulicemi Albertov a nemocnicí sv. Apolináře. Jedná se o mírně svažité území směrem k jihu až jihozápadu, s nadmořskou výškou v rozmezí 199 - 205 m n. m. Část pozemků je zastavěná, část zatravněná se zrekultivovaným a upraveným povrchem po lokální demolici budov.

#### **3.1 Klimatické poměry**

Dle Atlasu podnebí (ČHMÚ 2007) se jedná o teplou klimatickou oblast okrsku W 2, ve znění Quittovy klasifikace, s průměrnou roční teplotou vzduchu  $9,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , vyznačující se suchým létem a krátkou, mírně teplou a suchou zimou, s krátkým trváním sněhové pokrývky.

Roční průměrný úhrn srážek činí 500 - 550 mm. Průměr sezónních maxim výšky sněhové pokrývky dosahuje 15 - 20 cm. Z hlediska ČSN EN 1991-1-3/Z1, která určuje normové zatížení stavby sněhem, se lokalita nachází ve sněhové oblasti I. Průměrný počet mrazových dní v roce je 105, ledových dní 35. Orientační hloubka promrzání, stanovená pro výškové pásmo do 200 m n. m., na základě návrhové hodnoty indexu mrazu ( $\text{Im}_d = 332\text{ }^{\circ}\text{C.den}$ ), vychází na 0,91 - 1,11 m. K výpočtu bylo použito vztahů kap. 4.3.2.2 TP 170/2004 „Navrhování vozovek pozemních komunikací“ a přílohy B ČSN 73 6114 „Vozovky pozemních komunikací“.

Potřebné přesnější hodnoty výše uvedených charakteristik je nutné si vyžádat na příslušném regionálním pracovišti ČHMÚ.

#### **3.2 Geologické poměry**

Ze širšího geomorfologického pohledu zkoumaný prostor je součástí celku Pražská plošina. V ní se nachází na rozhraní okrsků Pražská kotlina (kód VA-2A-d) a Úvalská plošina (kód VA-2A-c).

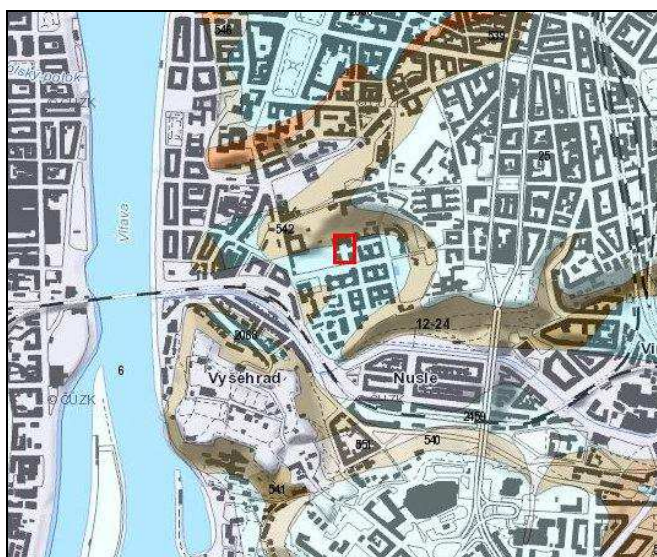
##### **Předkvartérní podloží**

Posuzovaná lokalita přísluší z regionálně - geologického hlediska k severovýchodnímu okraji Barrandienu, do jeho dílčí části - pražské pánve, vyplněné synklinálně uloženými zpevněnými sedimenty staršího paleozoika.

Předkvartérní podloží je budováno letenským souvrstvím svrchně ordovického stáří. Litologicky se jedná o střídání drob, pískovců, prachovců a jílovitých břidlic. Ve výřezu geomapy jsou uvedené horniny vyznačené hnědými pruhy s kódovým označením č. 542.

Strop černošedých, jemně slídnatých prachovců byl vrtnými pracemi ověřený v hloubce 11,70 - 13,70 m pod stávajícím terénem, tj. v úrovni 187,05 - 192,35 m n. m. V prostoru mezi vrtů V1 a V2 je subhorizontální, směrem k severu dochází k jeho výstupu

a přibližování k povrchu terénu. Prachovce jsou pod kvartérními sedimenty v tl. 0,20 - 0,45 m zcela zvětralé na hlinitý až jílovitý štěrk, s polozaoblenými až poloostrohrannými zrny mateční horniny o velikosti 1 - 5 cm. S hloubkou se rychle zvětšuje velikost štěrkových zrn a současně klesá stupeň jejich zaoblení. Pod nimi již bez dalších mezivrstev ostře nastupují mírně zvětralé prachovce s deskovitou odlučností, místy rozpukané na polyedrické úlomky do 7 cm. V nich byly všechny tři vrty následně ukončeny. Dále lze v rychlém sledu očekávat přítomnost navětralé až zdravé horniny s výrazně vyšší pevností, efektivně vrtatelnou jen za pomoci jiné technologie s použitím vodního výplachu.



Výřez z geologické mapy M 1 : 50 000 (Mapový server ČGS)

### Kvartérní pokryv

Ordovické horniny překrývá mohutná akumulace kvartérních sedimentů fluvialního původu, náležejících k nízké terase Botiče, vyvinuté v blízkosti soutoku s Vltavou a datované do období středního pleistocénu (stupeň riss svrchní). Ve zkoumaném prostoru budoucího staveniště dosahuje sumární mocnosti 8,50 - 11,20 m. Ve výřezu geomapy na předcházejícím obrázku je zakreslená světle modrým, podkovovitě zahnutým pruhem s č. 2068.

V terase mírně převažují nesoudržné písky s jemnozrnnou příměsí a s proměnlivým obsahem štěrkové frakce (0 - 30%) nad soudržnými zeminami - jílovitými písky a písčito-prachovitými jíly, které se vyskytují ve svrchních a středních partiích terasy mezi vrty V1 a V2. Písky, zřejmě vzniklé redepozicí rozložených pískovců, jsou nad hladinou podzemní vody vesměs stejnozrnné a prachovité, s velmi nízkým obsahem štěrků, pod HPV hrubo- a nestejnozrnné a více štěrkovité. Písčité štěrky tvoří charakteristickou souvislou vrstvu na bázi souvrství. Byly zjištěny jen vrtem V2 v mocnosti 0,70 m.

Štěrkovou frakci ve svrchních partiích souvrství představují středně až dobře zaoblené ploché destičkovité valounky břidlice, převážně o velikosti do 2 cm. Štěrkovité písky obsahují valouny křemene, droby, břidlice a hornin krystalinika s nižším stupněm zaoblení, o velikosti nejčastěji do 5 cm, ojediněle až 10 cm.

Díky intenzivnímu využívání území je terén do dnešní podoby dotvořený hlinitopísčitými navážkami s příměsí stavební suti, hlavně v podobě různě velkých úlomků cihel, méně betonu či pískovce. Jsou zde deponované v souvislé vrstvě o mocnosti 1,70 - 3,20 m a mají proměnlivou ulehlost.



Seismická území

Ve znění ČSN EN 1998-1 „Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení - část 1“ (Eurokód 8) předmětné území náleží do zóny s přiřazenou hodnotou referenčního zrychlení základové půdy  $a_{gR} \dots 0,000 - 0,020$  g. Dle čl. 3.1.2 citované normy lze podloží přiřadit typu základových půd E.

**3.3 Hydrogeologické poměry**

Podle mapy hydrogeologického členění ČR patří území do rajónu 6250 - Proterozoikum a paleozoikum v povodí přítoků Vltavy.

Horninové prostředí rajónu charakterizuje značná nesourodost, s velmi proměnlivou propustností. Zvodnění se vyskytuje převážně jen v přípovrchové zóně, vázané na horninový strop, rozpukaný s rozdílnou hustotou do hloubky až prvních desítek metrů. Tato prakticky nespojitá zvodeň má volnou nebo mírně napjatou HPV, ustálenou v různých hloubkových úrovních. Vrtné práce do provedených hloubek nezastihly vodu hlubšího oběhu. Její výskyt je možné očekávat v puklinovém systému až v úrovni erozní báze, představované tokem Vltavy.

Pro posouzení hydrogeologických poměrů lokality byla v rámci průzkumu provedena jen dokumentace naražené a ustálené HPV v realizovaných vrtech.

Tabulka č. 3 - Přehled zjištěných hladin podzemní vody

Sonda číslo	Hladina podzemní vody				Poznámka
	naražená (m)	m n. m.	ustálená (m)	m n. m.	
V1	8,50	190,65	6,30*	192,85*	Q - písek se štěrky
V2	9,00	191,75	(9,90**)	(190,85**)	Q - písek se štěrky
V3	-	-	-	-	nezjištěna - suchý vrt

Poznámka: \* po 24 hod. v technologické pažnici, \*\* po ukončení vrtání

Z tabulky č. 3 vyplývá, že průzkumnými pracemi bylo zjištěno zvodnění vázané na kvartérní písky ± se štěrky nízké terasy Botiče. Zvodeň má souvislou hladinu, ustálenou v prostoru mezi vrty V1 a V2 v hloubce 6,30 - 9,90 m pod terénem, tj. v úrovni 190,85 - 192,85 m n. m. Ve vrtu V2, v němž podzemní voda byla zjišťována hned po ukončení vrtání před odpažením, nedošlo vlivem málo propustného nadloží k dostoupání a vyrovnání hladin. Za aktuální úroveň ustálené hladiny podzemní vody je tak považována kóta 192,85 m n. m. Ve vrtu V3, díky zvedajícímu se podloží severním směrem, podzemní voda zastižena již nebyla.

Agresivita podzemní vody

Podle výsledků zkráceného chemického rozboru (příloha č. 5) podzemní voda z kvartérní zvodně nevytváří ve znění ČSN EN 206-1 agresivní prostředí.

Území náleží do dílčího povodí Botiče, č. hydrologického pořadí 1-12-01-0200-2-00, protékajícího v upraveném korytě cca 300 m jižně.

## **4. VÝSLEDKY IG PRŮZKUMU**

Celkový charakter prostředí dokumentují geologické řezy v příloze č. 4 a psané profily sond v příloze č. 3. Umělé konstrukce/navážky, zeminy a podložní horniny jsou zaříděny jednak v souladu s klasifikačním systémem již zrušené, avšak hluboce zažité ČSN 73 1001 „Základová půda pod plošnými základy“, resp. dle přílohy A ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“, která vychází ze stejné klasifikace. Současně je uvedeno i zařídění ve znění ČSN EN ISO 14688-2 „Geotechnický průzkum a zkoušení“. Doplnkovým písmenem „Y“, resp. „Mg“ jsou od rostlého terénu odlišeny konstrukční vrstvy a navážky. Obě základní klasifikace v řezech i následujícím textu odděluje lomítko.

Geotechnické charakteristiky a očekávanou výpočtovou únosnost  $R_{dt}$ , převzaté ze zrušené a Eurokódem 7 nahrazené ČSN 73 1001, obsahuje tabulka č. 4 na str. 9.

### **4.1 Geotechnické vlastnosti základových půd**

V ověřovaném prostoru jsou realizovaným inženýrskogeologickým průzkumem vymezeny následující hlavní druhy základových půd:

- navážky
- písek jílovitý
- jíl s nízkou plasticitou
- písek s příměsí jemnozrnné zeminy, ± se šterky
- prachovec zcela zvětralý
- prachovec mírně zvětralý

Humózní vrstva v zájmovém prostoru není vyvinutá v obvyklé formě, ale díky zástavbě a využívání pozemků se vyskytuje jen v podobě drnu s písčitou hlínou v tl. 10 - 15 cm. V uvedené mocnosti bude představovat samostatnou skrývku. Pro následné rekultivace po dokončení stavby se kvůli převaze drnu nejedná o použitelnou zeminu.

#### Navážky

V souvislosti s historickým vývojem a využíváním lokality se nacházejí prakticky na celých plochách pozemků. Nejmenší mocnost 1,70 m mají ve vrtu V3, maximum 3,20 m dokumentuje vrt V1. Představují hlavně zásypy/násypy a terénní vyrovnávky. Dále sem patří též konstrukční vrstvy zpevněných ploch okolo stávajících budov, které nebyly předmětem ověřování.

Mají charakter hlinitých písků proměnlivé soudržnosti a písčitých hlín pevné konzistence, s příměsí různě velkých úlomků stavebního odpadu v podobě malty, cihel, pískovce a betonu o velikosti od jednotek cm až do 15 cm, ojediněle i 20 cm. Místa obsahují valounový šterk i popel. Navážky, klasifikované třídami **S4+Cb Y / sisaMg+Co a F3+Cb Y / sasiMg+Co**, se vyznačují variabilní konsolidací. V okolí vrtů V2 a V3 jsou vizuálně hodnocené jako středně ulehlé, s relativní hutností v celém normovém rozmezí  $I_D = 0.35 - 0.65$  (35 - 65%). Naproti tomu ve vrtu V1, kde proběhly nedávné demoliční práce, jsou vesměs neulehlé, s  $I_D \leq 0.35$ . Popisované zeminové sypaniny patří k namrzavým až nebezpečně namrzavým, málo propustným ( $s_{kf} = 10^{-6} - 10^{-7} \text{ m.s}^{-1}$ ), do zpětných zásypů k podmíněčně vhodným. Při hloubení stavební jámy budou zcela odtěženy.



Písek jílovitý

Pod navážkami buduje svrchní partie terasy, sahající až do hloubky 7,0 m pod stávající povrch terénu. Mezi vrty V1 a V2 vytváří prakticky souvislou vrstvu o mocnosti 3,80 - 4,50 m, která směrem k vrtu V3 vyklišuje. Vcelku homogenní složení jílovitého písku tř. **S5 SC / cISa** dokumentuje laboratorní vzorek č. 59. Dle zrnitostní analýzy obsahuje 12% jílu, 21% prachovitých částic, 65% převážně středního písku a 2% drobné štěrkové frakce do 5 mm. Mezizrnná výplň má převážně pevnou až tvrdou konzistenci, s  $I_c = 1.00 - 1.49$ .

Jedná se o zeminu s proměnlivou soudržností, nebezpečně namrzavou, málo propustnou ( $k_f = 1 \cdot 10^{-7} \text{ m.s}^{-1}$ ), pomalu konsolidující, se součinitelem konsolidace  $c_v < 1.10^{-6} \text{ m}^2\text{s}^{-1}$ , s kapilární vztlakovostí  $h_s = 1,25 \text{ m}$ . Při styku s vodou snadno degraduje a rozbíjí.

Pro násyp/zpětný zásyp i pro podloží komunikací a zpevněných ploch je podmíněčně vhodný. Jeho vlastnosti se dají dobře upravovat směsným pojivem na bázi Geosolu C.

Jíl s nízkou plasticitou

Vyskytuje se ve středních partiích terasy, v hloubkovém intervalu 7,0 - 9,1 m p. t. Je zaznamenaný pouze vrtem V2. Prachovitý jíl, tř. **F6 CL / siCl**, dle laboratorního vzorku č. 60 obsahuje 10% jílu, 60% prachovitých částic a 30% jemného písku. V celém ověřeném objemu má pevnou konzistenci, s  $I_c = 1.02$ . Jíl s nízkou plasticitou je poměrně málo soudržný.

Řadí se k zeminám nepříznivých geotechnických vlastností - nebezpečně namrzavým, nepropustným ( $k_f = 1 \cdot 10^{-8} \text{ m.s}^{-1}$ ), pomalu konsolidujícím, se součinitelem konsolidace  $c_v < 1.10^{-6} \text{ m}^2\text{s}^{-1}$ , s kapilární vztlakovostí  $h_s = 2,00 \text{ m}$ . Při styku s vodou snadno degraduje a rozbíjí.

Z hlediska vhodnosti pro podloží komunikací je v přirozeném stavu bez úpravy/výměny nevhodný, pro násyp/zpětný zásyp podmíněčně vhodný. Jeho vlastnosti se dají dobře upravovat vápnem.

Tabulka č. 4 - Geotechnické charakteristiky a očekávaná výpočtová únosnost  $R_{dt}$

PARAMETR \ DRUH	Navážky <b>S4-F3 +Cb Y</b>	Písek jílovitý <b>S5 SC</b> pevný	Jíl <b>F6 CL</b> pevný	Písek <b>S3 S-F</b> ulehlý	Písek se štěrkem <b>S3 S-F</b> ulehlý	Prachovec	
						eluvium <b>R6/G4GM</b> pevný	mírně zvětralý <b>R4 - R3</b>
Poissonovo číslo $\nu$ (1)	0,30-0,35	0,35	0,40	0,30	0,30	0,30	0,20
Převodní součinitel $\beta$ (1)	0,62-0,74	0,62	0,47	0,74	0,74	0,74	0,90
Objemová tíha $\gamma$ (kN.m <sup>-3</sup> )	16,5-18,0	18,50	20,00	17,50	18,50	19,00	22,00
Modul přetvárnosti $E_{def}$ (MPa)	4 - 10	12	8	18	30	45	150
Úhel vnitřního tření zeminy							
efektivní $\phi_{ef}$ (°)	26 - 28	28	20	30	33	30	
totální $\phi_u$ (°)	0 - 10	-	8	-	-	-	
Soudržnost zeminy							
efektivní $c_{ef}$ (kPa)	0 - 15	5 - 12	12	0	0	8	
totální $c_u$ (kPa)	0 - 60	-	80	-	-	-	
Oček. výpočtová únosnost $R_{dt}$ (kPa)	-	175**	200*	275**	300**	300**	400-500

\* platí pro šířku základu  $b \leq 3 \text{ m}$  a hloubku založení  $h = 0,8 - 1,5 \text{ m}$

\*\* platí pro šířku základu  $b = 1 \text{ m}$  a hloubku založení  $h = 1 \text{ m}$

Upozornění: Hodnoty  $R_{dt}$  nejsou upraveny na hloubku založení a vliv podzemní vody

### Písek s příměsí jemnozrnné zeminy, ± se štěrky

Představuje v terase Botiče mírně převládající nesoudržný sediment fluvialní geneze. Je vymezený vrty V1 - V3 v proměnlivé mocnosti od 3,90 m do 9,60 m. Vyskytuje se jednak v partiích pod ustálenou HPV a zejména pak při severním okraji terasy. Lokálně (viz vrt V2) vytváří v soudržném jílovém písku ploše čočkovité polohy o mocnosti do 1 m. Jeho složení dokumentuje laboratorní vzorek č. 58. Dle granulometrické analýzy obsahuje 10% prachovitých částic a jílu, 81% převážně středního písku a 9% drobné štěrkové frakce vel. do 15 mm.

Z petrografických popisů vrtů vyplývá, že je na lokalitě zastoupený ve dvou zrnitostně odlišných podobách a to jako střednězrnný, stejnozrnný, prachovitý, bez či s minimem štěrků, tř. **S3 S-F / Sa** a dále jako středně až hrubozrnný, nestejnozrnný s cca do 30% štěrkové frakce, tř. **S3 S-F / grSa**. První forma se vyskytuje po úroveň ustálené HPV, druhá pak v hlubších partiích kvartérního souvrství pod ní. Ve štěrkové frakci jsou svrchu zastoupeny dobře zaoblené destičkovité valounky břidlice, převážně o velikosti do 2 cm. Ve variantě se štěrky jsou zastoupeny břidlice, křemen a blíže nespecifikované horniny krystalinika, jako dobře zaoblená, polozaoblená i poloostrohranná zrna proměnlivé velikosti od 1 cm až do 7 cm. Výskyt větších valounů (10 - 15 cm) je v souvrství ojedinělý.

Podle odporu při vrtání jsou oba písky v celých ověřených intervalech hodnoceny jako ulehle, s relativní hutností  $I_D \geq 0.65$ .

Písek tř. S3 se jako celek řadí k zeminám mírně namrzavým a propustným, s  $k_f = 4,0 \cdot 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$  odvozeným ze zrnitosti, s nepatrnou výškou kapilární vztlávanosti  $h_s$ . Z hlediska vhodnosti pro podloží komunikací a zpevněných ploch i pro násyp/zpětný zásyp je podmíněčně vhodný.

### Prachovec zcela zvětralý

Reprezentuje strop ordovických prachovců letenského souvrství, vrtnými pracemi ověřený v hloubce 11,70 - 13,70 m pod stávajícím terénem, který z úrovně 187,05 - 187,45 m n.m. směrem k severu vystupuje na kótu 192,35 m n. m. Prachovec při rozhraní s kvartérními sedimenty je zcela zvětralý a vytváří souvislou vrstvu o mocnosti 0,20 - 0,45 m.

V dokumentaci sond a v řezech je označený převážně třídou **R6-G4GM / sasiGr**. Má charakter štěrkovité zeminy, s polozaoblenými až téměř ostrohrannými zrny 1 - 5 cm velkými, kterých s hloubkou co do četnosti a velikosti přibývá, za současného poklesu stupně zaoblení. Mezizrnná výplň vykazovala vesměs pevnou konzistenci, s  $I_c > 1.00$ .

Geotechnické parametry má stanoveny jako pro zeminu. Jedná se o materiál, který bude případně získáván z nejhlubších partií výkopů stavební jámy a prakticky jen v omezeném množství. Představuje podmíněčně vhodný zásypový a násypový materiál.

### Prachovec mírně zvětralý

Podle popisů realizovaných je vymezený od hloubky 12,15 - 13,95 m pod stávající úrovní terénu a všechny sondy v něm byly ukončeny.

V prostoru budoucího staveniště ho charakterizuje rychlý nástup pod tenkým štěrkovitým eluviem, bez jakékoli další mezivrstvy s nižším stupněm zvětrání. Podle vrtného výnosu tence deskovitě odlučný, jemně slídnatý, černošedý prachovec je svrchu rozpukaný na polyedrické úlomky do 7 cm a deskovité bloky do 10 x 5 cm, s tenkými rezavými povlaky na plochách diskontinuit, které se dají jen obtížněji rýpat nožem a lehce rozbít kladívkem. V dokumentacích je klasifikovaný rozmezím tříd **R4 - R3**. Dle tabulky 5 ČSN EN ISO

14689-1 se prachovec uvedených tříd řadí mezi měkké až středně pevné horniny, s orientační pevností v prostém tlaku  $\sigma_c = 10 - 30$  MPa. Směrem do hloubky lze předpokládat přítomnost navětralé až zdravé horniny s deskovitou až lavicovitou odlučností a další růst pevnosti k horní hranici normového rozpětí pro tř. R3, která činí  $\sigma_c = 50$  MPa.

#### **4.2 Zemní práce, těžitelnost a použitelnost zemin**

Podle již neplatné, avšak nadále používané ČSN 73 3050 „Zemné práce“ a aktuální ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“ se navážky, zeminy a horniny z hlediska těžitelnosti a rozpojitelosti řadí do následujících tříd:

<b>Vrstva</b>	<b>Těžitelnost</b>	<b>ČSN 73 3050</b>	<b>ČSN 73 6133</b>
- humózní vrstva		tř. 2	I
- navážky proměnlivé ulehlosti		tř. 2 - 3	I
- písek jílovitý, pevný		tř. 3	I
- písek jílovitý, tvrdý		tř. 4	I
- jíl s nízkou plasticitou a jíl písčitý, pevný		tř. 3	I
- písek prachovitý, ulehlý		tř. 3	I
- písek se šterky pod HPV, ulehlý		tř. 3	I
- šterk písčitý, ulehlý		tř. 3	I
- prachovec zcela zvětralý		tř. 4	I
- prachovec, mírně zvětralý		tř. 5 - 6	II - III

Zemní práce a výkopy na staveništi budou prováděny v navážkách, v soudržných a nesoudržných zeminách zařazených do tříd 2 - 4 / I (převážně 3 / I). Dále zasáhnou do konstrukčních vrstev stávajících zpevněných ploch, které však nebyly předmětem ověřování v rámci IGP.

V severní části objektu výkopy pro nejspodnější podzemní patro již zastihnou horninový masív s těžitelností tř. 5 - 6 / II - III. Jeho rozpojování bude vyžadovat nasazení hydraulických kladiv.

Procentuální zastoupení jednotlivých tříd lze podle potřeby a s ohledem na hloubku navržených výkopů přesněji odvodit z geologických řezů v příloze č. 4.

#### **Použitelnost zemin**

Na stavbě budou z výkopů stavební jámy získány čtyři hlavní druhy zeminových sypanin, lišících se svým zrnitostním složením - navážky charakteru hlinitého písku s příměsí stavebního odpadu, jílovitý písek, jíl s nízkou plasticitou a písek s příměsí jemnozrnné zeminy  $\pm$  se šterky.

Jako celek se prakticky jedná o materiály do násypu/zpětného zásypu podmíněčně vhodné. Je nutné u nich sledovat, vedle zrnitostního složení, zejména jejich aktuální přirozenou vlhkost, tj. faktory které ovlivňují zhutnitelnost a výslednou únosnost. Zeminy s vlhkostí větší než 3% od vlhkosti optimální (tj. zeminy převlhčené, kam patří zeminy a sypaniny s tuhou konzistencí a zeminy zpod ustálené HPV) není možné zhutnit na požadované parametry a nelze na nich dosáhnout ani minimální míru zhutnění  $D = 95\%$  PS.

Suchý stejnozrnný písek bez šterků bude obtížněji zhutnitelný a až po dovlhčení, písčité zemina získaná zpod HPV použitelná až po částečném odvodnění. U soudržných zemin - jílovitý písek, písčito-prachovitý jíl, které mají v současné podobě pevnou i tvrdou

konzistenci a zčásti i u prachovitého písku lze očekávat snadné sycení srážkovými vodami, spojené s následnými výraznými změnami geotechnických vlastností. Dají se podle potřeby vhodně upravovat přídatky pojiva.

Jako relativně nejvhodnější zásypový materiál se jeví písek se šterky po částečném osušení, za předpokladu jeho oddělení získávání a deponování.

Naproti tomu navážky (směsi většinou nevhodného zrnitostního složení) se doporučuje v první fázi výkopu vytěžit separovaně od rostlých zemin.

Zásypy výkopů pro inženýrské sítě, obsypy a násypy mimo aktivní zónu se ve znění ČSN 72 1006 „Kontrola zhutnění zemin a sypanin“ musí hutnit min. na 95% PS, v aktivní zóně komunikací, zpevněných ploch a betonových podlah na 100% PS, respektive na  $I_D = 0.80$  a  $0.90$ . Ze zásypů výkopů v komunikacích a zpevněných plochách se doporučuje vyloučit směsné hlinité navážky a soudržné zeminy a nahradit je materiálem vhodných geotechnických vlastností, dobře hutnitelným a únosným. Cílem je eliminovat možné prosednutí zásypu, s následným zvlněním či destrukcí živiceho krytu či jiného povrchu.

#### Pažení a zajišťování výkopů

Výkopy pro inženýrské sítě, s ohledem na vlastnosti a charakter zjištěných navážek a místních zemin, bude nutné v celém rozsahu zajišťovat přílohným pažením.

Aktuálně uvažovaný objekt se třemi podzemními a šesti nadzemními podlažími prokazatelně zasáhne do zvodněných nesoudržných sedimentů a současně i v severní části do předkvartérního skalního podloží. Hloubka stavební jámy, přítomnost souvislého zvodnění kvartérních sedimentů a blízká okolní zástavba budou vyžadovat důkladné zajištění stavební jámy. Do úvahy přichází buď kotvené záporové pažení, spojené s odčerpáváním přítoků podzemní vody, nebo lépe obvodová pilotová stěna. Konkrétní způsob zajištění bude vycházet ze statického posudku, s ohledem na definitivní dispozice stavby.

Z hlediska vrtatelnosti pro piloty stěny náležejí navážky a kvartérní zeminy ve znění ceníku stavebních prací pro zvláštní zakládání objektů 800/2, příl. 2/1 - 2/3, do I. a II. třídy (v poměru cca 1 : 1), s nutností hloubení pod ochranou ocelovými pažnicemi v nesoudržných a zvodnělých kvartérních zeminách, ordovické horniny do III. a IV. třídy.

## **5. ZÁVĚR**

Předkládaná zpráva shrnuje výsledky inženýrskogeologického průzkumu pro projekt výstavby nové budovy BCA Kampusu Albertov.

Ve zprávě jsou podrobně popsány geologické a hydrogeologické poměry zájmového území (kap. 3.2 a 3.3), detailně vyhodnoceny geotechnické vlastnosti zemin a hornin (kap. 4.1), jejich těžitelnost a další využitelnost (kap. 4.2). Klasifikace zemin a hornin vychází z platných norem. Nedílnou součástí zprávy jsou všechny její přílohy.

Průzkum ověřil mohutnou akumulaci kvartérních sedimentů fluvialního původu, náležejících k nízké terase Botiče, která v prostoru budoucího staveniště dosahuje sumární mocnosti 8,50 - 11,20 m. V terase mírně převažují uhlé nesoudržné písky s jemnozrnnou příměsí a s proměnlivým obsahem šterkové frakce tř. S3 S-F, nad soudržnými zeminami -

jílovitými písky tř. S5 SC a písčito-prachovitými jíly s pevnou konzistencí tř. F6 CL, které se vyskytují především ve svrchních a středních partiích terasy.

Díky intenzivnímu využívání území je terén do dnešní podoby dotvořený hlinitopísčitými navážkami s příměsí stavební suti, hlavně v podobě různě velkých úlomků cihel i kamenů, klasifikované rozmezím tříd S4+Cb Y - F3+Cb Y, které se vyznačují variabilní konsolidací. Jsou zde deponované v souvislé vrstvě o mocnosti 1,70 - 3,20 m a mají proměnlivou ulehlost.

Strop černošedých, jemně slídnatých prachovců letenského souvrství, ordovického stáří, byl vrtnými pracemi ověřený v hloubce 11,70 - 13,70 m pod stávajícím terénem, tj. v úrovni 187,05 - 192,35 m n. m. V prostoru mezi vrty V1 a V2 je subhorizontální, směrem k severu dochází k jeho výstupu a přibližování k povrchu terénu. Prachovce jsou pod kvartérními sedimenty v tenké vrstvě tl. 0,20 - 0,45 m zcela zvětralé na hlinitý štěrk, s polozaoblenými až poloostrohrannými zrny mateční horniny o velikosti 1 - 5 cm, tř. R6 / G4 GM. Pod nimi již bez dalších mezivrstev ostře nastupují mírně zvětralé prachovce s deskovitou odlučností, místy rozpukané na polyedrické úlomky až deskovité bloky do 10 x 5 cm, třídy R4 - R3. Dále lze v rychlém sledu očekávat přítomnost navětralé až zdravé horniny s vyšší pevností a únosností tř. R3, případně až R2.

Podzemní voda je vázaná na průlinově propustné písky se štěrky. Zvodeň má souvislou hladinu, ustálenou v prostoru mezi vrty V1 a V2 v hloubce 6,30 - 9,90 m pod terénem, tj. v úrovni 192,85 m n. m. Ve vrtu V3, díky zvedajícímu se podloží severním směrem, podzemní voda zastižena již nebyla.

Podle výsledků zkráceného chemického rozboru (příloha č. 5) podzemní voda z kvartérní zvodně nevytváří ve znění ČSN EN 206-1 agresivní prostředí.

Na základě výše uvedených poznatků je nutné základové poměry hodnotit jako složitě. Aktuálně uvažovaný objekt se třemi podzemními a šesti nadzemními podlažími bude prokazatelně zasahovat do zvodněných nesoudržných sedimentů a současně i v severní části do předkvartérního skalního podloží. Základovou spáru tak budou podle dosavadních poznatků tvořit písky se štěrky, hlinito-štěrkovité eluvium prachovců a mírně zvětralý prachovec.

Hloubka stavební jámy, přítomnost souvislého zvodnění kvartérních sedimentů a blízká okolní zástavba budou vyžadovat důkladné zajištění stavební jámy. Do úvahy přichází buď kotvené záporové pažení, spojené s odčerpáváním přítoků podzemní vody, nebo lépe obvodová pilotová stěna. Konkrétní způsob zajištění bude vycházet ze statického posudku, s ohledem na definitivní dispozice stavby, které jsou dosud ještě ve vývoji.

Odvozené hodnoty geotechnických parametrů platí v přirozeném stavu, v průběhu výstavby je třeba základové půdy chránit proti mechanickému porušení, klimatickým vlivům a zaplavení. Rozbředlé a mechanicky rozrušené zeminy je ze ZS nutné odstranit.

Pro zásypy výkopů v komunikacích a zpevněných plochách se doporučuje výměna směsných hlinitých navážek a soudržných zemin za materiál vhodných geotechnických vlastností, dobře hutnitelný a únosný (kap. 4.2, str. 12).

Likvidace srážkových vod vsakem na lokalitě není uvažována pro zástavbu celého území. Předpokládá se jejich odkanalizování.

S ohledem na rozdílný průběh podložních hornin se v další etapě projekčních prací doporučuje upřesnit jeho strop buď pomocí dynamických penetračních zkoušek (v případě dosud stojících budov) nebo vrtů (po jejich demolici).

Odpovědný řešitel: Ing. Luboš Med  
odborná způsobilost v IG 1570/2002

Hradec Králové, 12. 05. 2017

Ing. Pavel Žaba  
ředitel společnosti