

**Ústí nad Labem**

**Inženýrskogeologický a radonový průzkum  
pro stavbu CPTO**

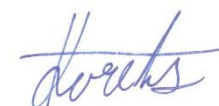
**Závěrečná zpráva**



**duben 2016**

**Praha**

<b>Lokalita</b>	Ústí nad Labem
<b>Název</b>	Inženýrskogeologický a Radonový průzkum CPTO Univerzity Jana Evangelisty Purkyně
<b>Číslo zakázky</b>	<b>424/2016</b>
<b>Objednatel</b>	Pelčák a partner, s.r.o. Náměstí 28. října 1104/17, 602 00, Brno IČ: 28270355 DIČ:CZ28270355 Ing. arch. David Vahala
<b>Zhotovitel</b>	K2H, s.r.o. Nedokončená 422/7, 102 00, Praha IČ: 28184777 DIČ: CZ28184777 kancelář: Broumarská 118/39, 198 00, Praha RNDr. Jan Koretz
<b>Charakteristika</b>	Inženýrskogeologický a Radonový průzkum
<b>Jména zpracovatelů</b>	Bc. Michal Koretz RNDr. Jan Koretz
<b>Odpovědný řešitel</b>	RNDr. Jan Koretz
<b>Oprávněná osoba dle OR</b>	RNDr. Jan Koretz
<b>Datum zpracování</b>	13.4.2016



## Obsah

1.	Úvod .....	4
1.1	Lokalizace a popis zájmového území .....	4
1.2	Projekt stavby .....	4
2.	Přírodní poměry .....	6
2.1	Geografické a klimatické poměry .....	6
2.2	Geologické poměry.....	6
	Kvartér.....	7
	Skalní podklad.....	7
2.3	Hydrogeologické poměry .....	7
3.	Archivní rešerše .....	8
	Podklady předané objednatelem.....	8
	Podklady opatřené zpracovatelem .....	8
4.	Cíl prací .....	9
5.	Rozsah prací.....	9
6.	Metodika prací .....	9
6.1	Inženýrskogeologický průzkum .....	9
6.2	Vrtné práce .....	10
6.3	Penetrační sondy .....	11
6.4	Geometrické zaměření sond .....	12
6.5	Laboratorní analýzy .....	13
6.6	Radonový průzkum.....	13
7.	Výsledky průzkumných prací .....	13
7.1	Archivní rešerše .....	13
7.2	Geologické poměry zájmového území .....	13
7.3	Hydrogeologické poměry zájmového území .....	14
7.4	Inženýrskogeologické poměry zájmového území.....	15
7.5	Fyzikálně mechanické vlastnosti zemin a hornin .....	16
7.6	Násypy a zásypy podle ČSN 73 6133 Klasifikace zemin pro dopravní stavby.....	16
7.7	Zatřídění těžitelnosti podle ČSN 73 3050 Zemní práce .....	17
7.8	Výsledky radonového průzkumu .....	18
7.9	Výsledky zkoušek statické penetrace .....	18
8.	Závěr.....	19
	Doporučení .....	20

Přílohy:

1. Situace zájmového území
2. Situace sond a řezů
3. Geologická mapa
4. Hydrogeologická mapa
5. Petrografický popis vrtaných sond
6. Petrografický popis archivních sond
7. Geologické řezy
8. Vrtná zpráva
9. Protokol penetračních zkoušek
10. Mapa radonového indexu
11. Zpráva o měření radonového indexu pozemku
12. Výsledky laboratorních zkoušek

## 1. Úvod

Na základě objednávky společnosti Pelčák a partner, s.r.o. zastoupené Ing. arch. Davidem Vahalou předkládá společnost K2H, s.r.o. zprávu o inženýrskogeologickém a radonovém průzkumu pro stavbu Centra Přírodovědných a Technických oborů (dále jen CPTO) Univerzity Jana Evangelisty Purkyně (dále jen UJEP). Cílem předkládané zprávy je zjištění inženýrskogeologických poměrů a radonového indexu zájmového území.

### 1.1 Lokalizace a popis zájmového území

Zájmové území se nachází v katastrálním území Ústí nad Labem [774871] v jihovýchodní části areálu kampusu UJEP, parcelní číslo 506/14. Výměra pozemku 506/14 činí dle českého úřadu zeměměřičského a katastrálního 34 199 m<sup>2</sup>. Zájmové území je částí zmiňovaného pozemku, který je ze severu vymezen stavbou Multifunkčního centra, z východu ulicí Pasteurovou a pozemky Zdravotního ústavu, z jihu Londýnskou a Klíšskou ulicí a ze západu vnitřní obslužnou komunikací - ulicí Mendělejevovou. Vlastní zájmové území je ze severozápadu ohraničeno budovou Fakulty sociálně ekonomické, z východu budovou Fakulty výrobních technologií a managementu a ze západu ulicí Mendělejevovou. Zájmové území je mírně zvlněné a sklání se mírně k jihojihovýchodu směrem k řece Labi.

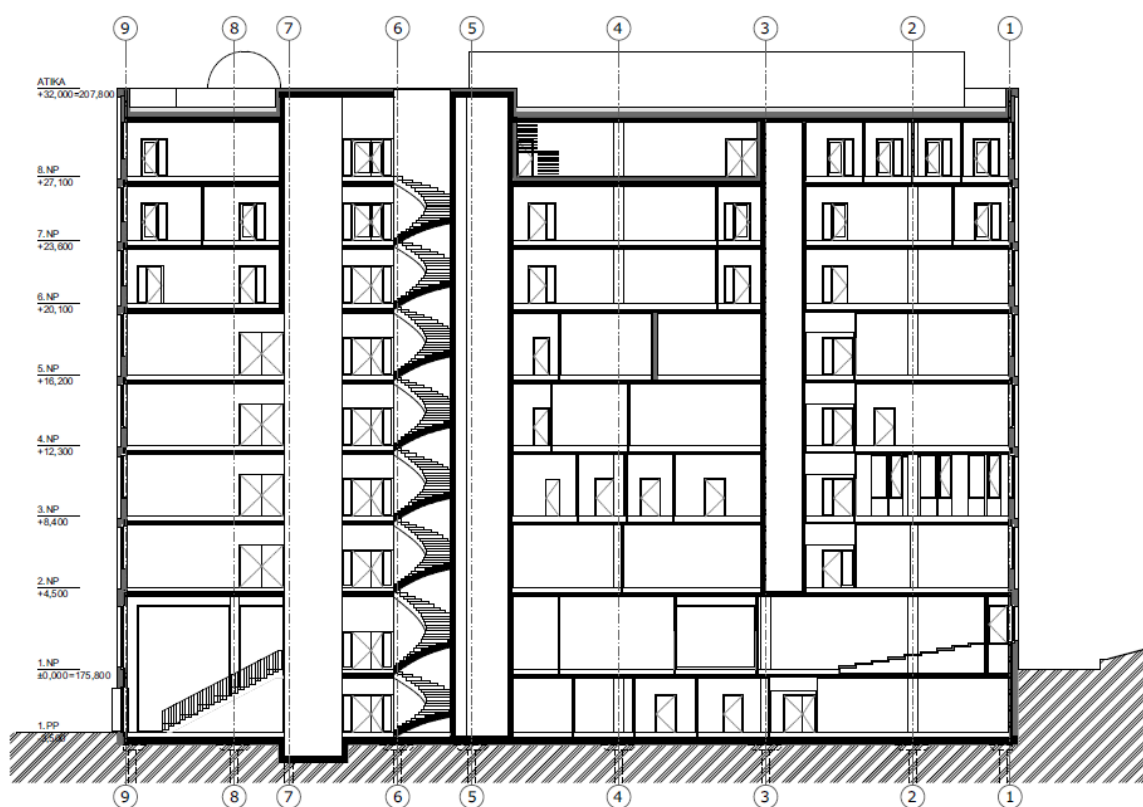


Obrázek 1: Situace zájmového území v areálu kampusu UJEP

### 1.2 Projekt stavby

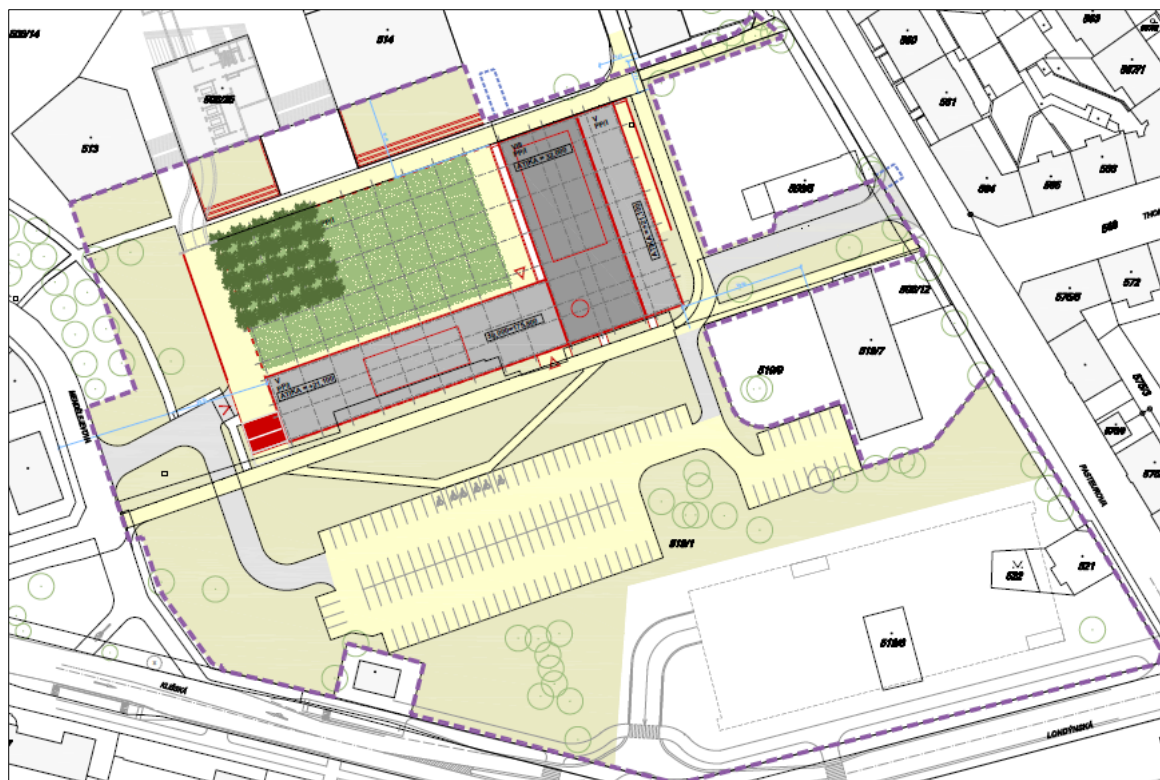
Plánovaná stavba se nachází v místě zbourané původní nemocniční budovy („Pavilon A“) a sousedících operačních sálů. V rámci bouracích prací byly ponechány základové konstrukce a části opěrných stěn pod úrovní terénu.

Projektovaný objekt CPTO má půdorysný tvar písmene L s delším podélným křídlem umístěným východozápadní osou po vrstevnici. V tomto křídle jsou umístěny pracovny pedagogů, kdežto v kratším, příčném provozy používané studenty – tzn. učebny a laboratoře. Podélné křídlo je dispozičně tvořeno třítraktem, příčně pětitraktem. V místě průniku obou je umístěno hlavní vertikální jádro tvořící jejich spojující článek, rozšířený v každém podlaží o prostor respiria, otevřený k jižní fasádě s výhledem na město a do údolí Labe. Baterie výtahů je umístěna v prosklené (požárně bezpečné) šachtě, která slouží jako vertikální světlovod a současně nebrání vizuálnímu propojení hlavního schodiště s respiriem a dálkovými výhledy. Konstrukcí stavby je železobetonový skelet tvořený prefabrikovanými pilíři nosné fasády a monolitickými sloupy uvnitř dispozice i stropy. Základní konstrukční modul je 8,10 x 7,50 m, konstrukční výška suterénu je 3,50 m, přízemí 4,50 m, laboratorních podlaží 3,90 m a tři nejvyšších podlaží 3,50m. Fasádní prefabrikáty jsou obloženy keramickými cihelnými pásky. Budova nemá podhledy s výjimkou chodeb a některých prostor technického a provozního zázemí. Dělicí příčky jsou sádkartonové, rámy oken hliníkové, okna s trojitým zasklením se stínící venkovní roletou. Vegetační střechy zlepšují klimatickou stabilitu interiérů. Všechna podlaží mají zdvojené podlahy pro vedení rozvodů.



Obrázek 2: Příčný řez plánovanou budovou CPTO





Obrázek 3: půdorys plánované budovy CPTO

## 2. Přírodní poměry

### 2.1 Geografické a klimatické poměry

Z geomorfologického hlediska se zájmové území nachází v jednotce Česká vysočina, soustavě Krušnohorské, podsoustavě Mostecká pánev, oblasti Chomutovsko - teplická pánev a celku Chabařovická pánev. Z hlediska klimatické rajonizace (Quitt 1971) se zájmové území nachází v klimatické oblasti mírně teplé MT9 s charakteristikami: dlouhé léto, teplé, suché až mírně suché. Přechodné období krátké s mírným až mírně teplým jarem a mírně teplým podzimem. Krátká zima, mírná, suchá, s krátkým trváním sněhové pokrývky. Průměrné roční teploty v oblasti jsou 9 – 10°C, roční úhrn srážek 500 – 600 mm.

### 2.2 Geologické poměry

Z regionálně geologického hlediska náleží území k teplické části severočeské pánve, která je budována terciárními a křídovými sedimenty. Na geologické stavbě zájmového území se výrazně podílejí terciární vulkanity Českého středohoří, terciární pánevní sedimenty a svrchnokřídové sedimenty české křídové pánve. V zájmové lokalitě je podloží kvartérních sedimentů tvořeno horninami terciárního a svrchnokřídového stáří. Svrchnokřídové sedimenty jsou součástí české křídové pánve ve vývoji odpovídajícím oharsko-středohorské faciální oblasti. V zájmovém území je jejich mocnost dle strukturního vrtu bývalého ÚÚG (Předlice) cca 370 m. Svrchní část křídové komplexu je

zde tvořena převážně pískovci merboltického souvrství a vápnitými jílovcí svrchní části březenského souvrství (coniak – santon). V březenském souvrství lze rozlišit dvě facie: pelitickou (tvořící spodní část souvrství) a tzv. „flyšoidní“ vyvinutou ve svrchní části souvrství. Pelitická facie je tvořena 173 až 238 m mocnou sekvencí homogenních slínovců a vápnitých jílovců. Ve vyšší části březenského souvrství se ve slínovcích a vápnitých jílovcích objevují 0,1 – 0,9 m mocné vložky vápnitých pískovců. Pískovce jsou arkózové až křemenné a běžně se v nich objevují klasty jílovců a na vrstevních plochách zuhelnatělá drť rostlinných zbytků. Mocnost flyšoidní facie v zájmovém území se pohybuje mezi 50 až 75 m.

### **Kvartér**

Kvartérní sedimenty jsou v zájmovém území podle archivních průzkumů zastoupeny především sprašovými jílovitými hlínami a deluviálními hlínami. Celková mocnost kvartérních sedimentů se pohybuje od 8 do 15 m. Současné geomorfologie zájmového území je produktem výstavby krajské Masarykovy nemocnice (1937) a její následné demolice provedené v roce 2013. Vzniklá vrstva antropogenních navážek je až 6 m mocná a je tvořena především kvartérními zeminami a stavebním odpadem.

### **Skalní podklad**

Předkvartérní horniny v zájmovém území jsou podle archivních materiálů zastoupeny terciérními jílovitými sedimenty s obsahem sideritu, občasnými uhelnými proplásky a jílovitými písky a polohami slabě zpevněných pískovců.

## **2.3 Hydrogeologické poměry**

Hladina podzemní vody se v zájmovém území vyskytuje v hloubkách od 5 do 12 m pod terénem a je vázána na polohy jílovitých písků. Směr proudění podzemní vody je k jihovýchodu a koresponduje s generelním sklonem terénu zájmového území, které se sklání k řece Labi. Z hlediska hydrogeologické rajonizace se zájmové území nachází v rajonu 4612 - Křída Dolního Labe. Podzemní voda se váže na bazální kolektor s napjatou hladinou a svrchní kolektor s volnou hladinou, které jsou odděleny izolátorem. Propustnost bazálního kolektoru je převážně puklinová, transmisivita je nízká, dosahuje v průměru  $8,1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ . Propustnost svrchního kolektoru je převážně puklinová, transmisivita je velmi nízká, dosahuje v průměru jen  $1,3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ . K infiltraci podzemních vod dochází převážně na okrajích kolektoru. Podzemní voda proudí směrem k Bílině a k Labi.



### 3. Archivní rešerše

V rámci archivní rešerše vycházíme z podkladů předaných objednatelem a z vlastního archivního průzkumu v archivech české geologické služby - Geofond a archivu společnosti K2H, s.r.o.

V blízkosti zájmového území byly archivní rešerší nalezeny a posouzeny tyto archivní geologické posudky.

- Florík J.: Geologický průzkum pro přístavbu RTG – KÚNZ Ústí nad Labem, 1982
- Florík J.: Geologické práce pro ubytovny KÚNZ Ústí nad Labem, 1975
- Horváth P.: Inženýrsko-geologický průzkum v areálu Kampus UJEP v Ústí nad Labem UMC, Wastech Praha, pracoviště Ústí nad Labem, 2009
- Hamáček O.: Geologické práce pro rekonstrukci pavilonu B v areálu Krajské nemocnice Ústí nad Labem, 1988
- Horváth P.: Předběžný inženýrskogeologický průzkum objektu: „Centrum přírodovědných a technických oborů“ v areálu Kampusu UJEP v Ústí nad Labem, Ústí nad Labem, 2014
- Votruba J.: Inženýrskogeologický průzkum pro přístavbu RTG - KÚNZ Ústí nad Labem, 1982

#### Podklady předané objednatelem

- Centrum přírodovědných a technických oborů (CPTO), dokumentace k žádosti o vydání změny územního rozhodnutí o umístění stavby
  - Souhrnná technická zpráva
  - Celková situace
  - Výkresová dokumentace
- Situace sítí
- Horváth P.: Inženýrsko-geologický průzkum v areálu Kampus UJEP v Ústí nad Labem UMC, Wastech Praha, pracoviště Ústí nad Labem, 2009
- Horváth P.: Předběžný inženýrskogeologický průzkum objektu: „Centrum přírodovědných a technických oborů“ v areálu Kampusu UJEP v Ústí nad Labem, Ústí nad Labem, 2014
- Návrh umístění geologických sond

#### Podklady opatřené zpracovatelem

- Geologické posudky autorů Florík 1975, Horváth 2009 a 2014, Hamáček 1988, Votruba 1982
- Geologická mapa 1 : 50 000
- Hydrogeologická mapa 1 : 50 000

- Mapa radonového indexu 1 : 50 000
- Musil P.: Koncept ÚP města Ústí nad Labem, Velhartice, 2009

## 4. Cíl prací

Cílem realizovaných prací bylo nalézt, vytrdit a posoudit archivní inženýrsko-geologické posudky relevantní pro zájmové území a na základě jejich vyhodnocení doplnit inženýrsko-geologický průzkum pro ověření úložných a základových poměrů a provést radonový průzkum v místě stavby CPTO.

## 5. Rozsah prací

- Archivní rešerše zájmového území,
- terénní rekognoskace zájmového území,
- vytyčení vrtaných sond a sond statické penetrace,
- provedení 3 vrtaných sond o celkové metráži 29 bm,
- provedení 5 sond statické penetrace o celkové metráži 58 bm,
- geologický popis vrtaných sond,
- odběr vzorků zemin a podzemní vody k laboratorním analýzám,
- stanovení geomechanických vlastností zastižených typů zemin dle ČSN 73 1001,
- stanovení těžitelnosti, použitelnosti zemin do násypů a zásypů dle ČSN 73 3050,
- provedení radonového průzkumu v rozsahu pro stavební povolení,
- zpracování závěrečné zprávy.

## 6. Metodika prací

Při zpracování závěrečné zprávy bylo využito poznatků získaných rekognoskací terénu, studiím archivních průzkumů realizovaných v zájmovém území, výsledků provedeného vrtného průzkumu a sond statické penetrace, výsledků popisu vrtného jádra, laboratorních analýz odebraných vzorků a výsledků radonového průzkumu. Vytyčení průzkumných sond bylo provedeno na základě návrhu umístění poskytnutého objednatelem a modifikováno v průběhu terénní rekognoskace se zástupci UJEP Ing. Bauštejnem a Ing. Poslední s ohledem na přístupnost z hlediska majetkoprávních vztahů, výskytu podzemních inženýrských sítí a přístupnosti pro mechanizaci.

### 6.1 Inženýrskogeologický průzkum

K ověření inženýrskogeologických poměrů v zájmovém území byly v této etapě prací vyhloubeny 3 nevystrojené inženýrsko-geologické sondy s označením N1, N2, N3 a 5 sond statické penetrace s označením SP2, SP3, SP4, SP5 a SP6. Hloubka sond byla určena na základě výsledků archivních vrtných a sondážních prací. Hloubkový dosah jednotlivých sond je uveden v následující tabulce 1. na str. 10.

Pro potřeby inženýrskogeologického průzkumu bylo sestrojeno 5 geologických řezů, které tvoří přílohu č.7. Pro tvorbu řezů byly využity geologické popisy těchto archivních sond:

S1 a S2 z posudku číslo 5. Horváth P., 2014

S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11 a S12 z posudku číslo 4. Horváth P., 2009

a sondy V3 a V4 z posudku číslo 4. Horváth P., 2009

Tabulka 1: hloubkový dosah jednotlivých sond

Název	Hloubka
N1	15 m
N2	7 m
N3	7 m
SP2	10 m
SP3	10 m
SP4	16 m
SP5	10 m
SP6	12 m

## 6.2 Vrtné práce

Vrtné práce byly realizovány 7.3.2016 vrtnou soupravou ADBS/MB Atego rotačně jádrovým způsobem, nasucho, korunkou jejíž řezný průměr byl 195 mm. Výnos vrtného jádra byl ukládán do metrových dřevěných vzorkovnic a geologicky dokumentován. Ze tří provedených vrtů byla hladina podzemní vody naražena pouze v N1 (*Tabulka 1*). Vrtné jádro sond bylo po provedení dokumentačních a vzorkovacích prací skartováno. Nevystrojené inženýrsko-geologické sondy byly zlikvidovány zásypem. Geologická dokumentace a fotodokumentace průzkumných vrtů je uvedena v příloze č. 5. Základní inženýrsko-geologické parametry základových půd byly stanoveny dle ČSN 73 1001 – Základová půda pod plošnými základy, ČSN 73 3050 – Zemní práce.



Obrázek 4: Provádění vrtané sondy N3

### 6.3 Penetrační sondy

Statické penetrační zkoušky byly provedeny podle ČSN EN ISO 22476-12, Geotechnický průzkum a zkoušení – Terénní zkoušky – Část 12: Statická penetrační zkouška (CPTM), těžkou statickou penetrační soupravou typu GOUDA Holland s tlačnou kapacitou 200 kN. Souprava je usazena na podvozku nákladního vozidla TATRA T 815, který je konstrukčně upraven tak, aby současně tvořil potřebnou protizátěž pro vlastní provedení sond CPTM. Před provedením sondy CPTM je celé vozidlo vyzdviženo na hydraulických podpěrách a ustaveno do horizontální polohy. Vlastní CPTM je provedeno mechanickým hrotem typu BEGEMANN typ M2 od výrobce GEOMIL EQUIPMENT B.V. (Nizozemí) s měřenými parametry.  $Q_t$  (celková penetrační síla uvedená v kN),  $q_c$  (měrný penetrační odpor uvedený v MPa),  $f_s$  (měrné plášťové tření uvedený v MPa) a vypočteným parametrem  $R_f$  (třecí poměr uvedený v %). Měření CPTM je prováděno diskontinuálně v hloubkových intervalech 0,2 m, konstantní rychlostí 2 cm/s. Stanovení konzistence zemin podle SP vychází z hodnot měrného statického odporu.



Obrázek 5: Provádění statické penetrační sondy SP2

## 6.4 Geometrické zaměření sond

Dne 7.3.2016 byly průzkumné vrty zaměřeny přenosným, zařízením GPS Garmin. Polohové zaměření bylo následně přepočteno do souřadnicového systému S - JTSK. Souřadnice geologických sond a výšky terénu v systému Balt po vyrovnání jsou shrnuty v následující tabulce.

Tabulka 2: označení sond a jejich souřadnice v souřadnicovém systému S-JTSK a B.p.v.

Název sondy	X	Y	Nadmořská výška
N1	-761795,93	-975553,55	172,25
N2	-761739,51	-975551,82	168,44
N3	-761844,81	-975516,85	177,13
SP2	-761789,66	-975502,21	175,86
SP3	-761775,78	-975519,18	174,94
SP4	-761739,62	-975485,23	175,73
SP5	-761736,23	-975507,37	174,71
SP6	-761738,73	-975552,69	168,42



## 6.5 Laboratorní analýzy

Laboratorní analýzy odebraných vzorků zemin byly prováděny podle ČSN EN ISO 17892, TP č.003 - ČSN 72 1014, ČSN EN ISO 14688-2, ČSN 73 6133, ČSN 75 2410. Protokoly laboratorních analýz jsou součástí přílohy č. 12.

## 6.6 Radonový průzkum

Základním úkolem radonového průzkumu je přímé stanovení objemové aktivity radonu v půdním vzduchu pomocí odběru půdního vzduchu v dané síti. Odběr vzorků vzduchu se provádí z hloubky 0,8 m pomocí odběrové soupravy – tenkých trubek s volným hrotem. Prostřednictvím velkoobjemové injekční stříkačky (janette) se půdní vzduch převádí do evakuovaných scintilačních komor Lucasova typu (objem 0,5 a 0,1) K měření a vyhodnocení aktivity radonu v komorách slouží laboratorní souprava firmy Tesla – Three Cannel Spectrometer NV3201.

Naměřené hodnoty objemové aktivity radonu  $C$  ( $\text{kBq/m}^3$ ) tvoří statistický soubor, ze kterého je třeba stanovit hodnotu třetího kvartilu  $C_s$ , která se používá pro další hodnocení.

# 7. Výsledky průzkumných prací

## 7.1 Archivní rešerše

V zájmovém území a jeho širším okolí bylo nalezeno 6 archivních posudků, jejichž výsledky byly zhodnoceny jako relevantní pro zpracování Inženýrskogeologického a radonového průzkumu v zájmovém území. Autoři Florík, Hamáček, Horváth a Votruba se s mírnými odchylkami shodují na výskytu navážek do mocnosti 3 m, s výjimkou oblastí zasypaných podzemních podlaží demolované bývalé krajské nemocnice, kde je mocnost navážek vyšší, po nichž následuje v geologickém profilu okrově zbarvená sprašová hlína tuhé konzistence s cicváry a vápnitými žilkami a posléze šedě zbarvené terciérní jíly pevné konzistence. Nejvyšší úroveň hladiny podzemní vody se podle archivních průzkumů pohybuje přibližně 8 m pod terénem.

## 7.2 Geologické poměry zájmového území

### Předkvartérní podloží

Předkvartérní podloží je v zájmovém území tvořeno terciérními písčitými jíly převážně pevné místy i tuhé konzistence. Polohy šedých jíllů se vyskytují v hloubce od 6,5 m pod terénem, to je na kótě 164 m n.m., ale směrem k jihu a k jihozápadu zaklesává (viz příloha č. 7 Geologické řezy). V sondě N1 byly terciérní jíly zastíženy v hloubce 7 m pod terénem. Sondy N2 a N3 terciérní jíly do hloubky 7 m pod terénem neprokázaly. V archivních sondách se poloha terciérních jíllů vyskytuje od 6,4 m v sondě V4, od 13,2 m v sondě S2 a od 11,2 m v sondě S1, ostatní sondy polohu terciérních jíllů nezastihly.



## Kvartér

Převážnou část povrchu terénu tvoří různě mocné polohy antropogenních navážek. Navážky se v provedených sondách vyskytují v mocnostech do 3 m. V zájmovém území je ponecháno podzemní podlaží demolované bývalé krajské nemocnice a polohy navážek jsou tedy v půdorysu nemocnice významně vyšší. Složení navážek je různorodé, většinou se však skládají ze směsi hlíny a stavebního odpadu. Velká mocnost navážek se vyskytuje v archivní sondě S7, kde se pravděpodobně srovnával terén v okolí multifunkčního centra. Kvartérní uloženiny zájmového území jsou tvořeny vrstvou sprašových hlín tuhé konzistence s jílovitou příměsí. Poloha je se vyskytuje v mocnostech od 5 m v archivní sondě V4 do 11 m v archivní sondě S2. Výsledky průzkumu potvrzují mocnost sprašových hlín 5,2 m ve vrtané sondě N1.

### 7.3 Hydrogeologické poměry zájmového území

Hladina podzemní vody v zájmovém území je pravděpodobně vázána na bázi sprašových hlín, kde sprašové hlíny přecházejí do terciérních jílů. Transmisivita hydrogeologického prostředí se podle hydrogeologické mapy v zájmovém území pohybuje mezi  $2 \cdot 10^{-5}$  až  $1 \cdot 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s. Dle terénního průzkumu a laboratorních výsledků jsou oba zastižené typy zemin velmi málo propustné a je tedy nutné zamezit hromadění srážkové vody v základové spáře. Hladina podzemní vody je napjatá.

V následující tabulce je patrná zastižená hladina podzemní vody v archivních sondách a v sondách provedených při terénním průzkumu dne 7.3.2016.

Tabulka 3: Přehled naražených a ustálených hladin podzemní vody

sonda	Výška	Hloubka hladiny podzemní vody				zvodněný horizont
	m n. m.	naražená (m)	naražená (kóta)	ustálená (m)	ustálená (kóta)	
V1	172,30	8,40	163,90	3,35	168,95	sprašové hlíny
V2	172,25	10,50	161,75	2,90	169,35	sprašové hlíny
V3	170,25	10,00	160,25	5,00	165,25	sprašové hlíny
V4	170,20	6,00	164,20	4,95	165,25	sprašové hlíny
S1_09	183,50	-	-	-	-	-
S2_09	182,20			7,92	174,28	sprašové hlíny
S3_09	180,60	-	-	-	-	-
S4_09	178,40	-	-	-	-	-
S5_09	183,23	-	-	-	-	-
S6_09	180,95	-	-	-	-	-
S7_09	180,50	-	-	-	-	-
S8_09	175,75	-	-	-	-	-
S10_09	180,10	-	-	-	-	-
S11_09	179,30	-	-	-	-	-
S12_09	177,80	-	-	9,25	168,55	sprašové hlíny

S13_09	179,80	-	-	-	-	-
S14_09	182,50	-	-	-	-	-
S1	174,59	12,50	162,09	13,25	161,34	terciérní jíly
S2	172,16	12,80	159,36	8,85	163,31	sprašové hlíny
N1	172,20	11,00	161,20	11,00	161,20	sprašové hlíny
N2	168,40	-	-	-	-	-
N3	177,1	-	-	-	-	-

Z vyhodnocení chemického rozboru podzemní vody z vrtu N1 dle „ČSN EN 206-1-Beton - část 1“ vyplývá, že podzemní voda ve sledovaném vrtu spadá do stupně agresivity XA1 - slabě agresivní a to obsahem iontů  $\text{SO}_4^{2-}$ . Podle ČSN 73 1214, jsou veškeré sledované ukazatele pod úrovní odpovídající slabé agresivitě, zkoumaná podzemní voda spadá do stupně Ia – slabá agresivita na beton. Protokol laboratorních zkoušek je součástí přílohy č. 12.

Podzemní voda je podle hydrogeologických poměrů v zájmové území zadržována vrstvou terciérních jílu a je tedy vázána na bázi sprašových hlín. Ustálená hladina podzemní vody byla archivními vrti zastižena v hloubce cca 8 – 9 m p.t.

#### 7.4 Inženýrskogeologické poměry zájmového území

Souhrn všech provedených prací dal základní představu o geologickém profilu a inženýrsko-geologických vlastnostech základové půdy v zájmovém území. V zájmovém území byl ověřen následující inženýrskogeologický profil rozdělený do tří geotechnických typů zemin.

<b>GT Y</b>	navážka o mocnosti až 3m složená z jílovité hlíny a stavebního odpadu
<b>GT 1 F8/CH</b>	sprašová hlína tuhé konzistence s příměsí jílu, mocnost vrstvy 4 – 10 m
<b>GT 2 F8/CE</b>	terciérní jíly pevné konzistence, zastižené od 6 - 7 m pod terénem

## 7.5 Fyzikálně mechanické vlastnosti zemin a hornin

Zatřídění podle ČSN 73 1001 je v předkládané závěrečné zprávě provedeno na základě vizuálního popisu, odhadu kvalitativních znaků a laboratorních analýz v akreditované laboratoři mechaniky zemin ARCADIS. Fyzikálně-mechanické vlastnosti a směrné normové charakteristiky zemin jednotlivých geotechnických typů zastižených vrtnými pracemi jsou uvedeny v následující tabulce. Výsledky laboratorních analýz jsou součástí přílohy č.12.

Tabulka 4: směrné normové charakteristiky zastižených typů zemin

typ	název	Zatřídění ČSN 731001	$\nu$	$\beta$	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$E_{def}$ (Mpa)	$c_u$ (kPa)	$c_{ef}$ (kPa)	$\phi_{ef}$ (°)	$R_{dt}$ (kPa)
GT1	hlína jílovitá, sprašová tuhá	F8/CH	0,42	0,37	20,5	2	30	5	13 - 17	60
GT2	jíl pevný	F8/CE	0,42	0,37	20,5	5	40	8	13 - 17	80

### Vysvětlivky k tabulce:

$\nu$  Poissonovo číslo [1]  
 $\beta$  součinitel pro převod mezi modulem přetvárnosti a oedometrickým modulem [1]  
 $\gamma$  objemová tíha zeminy [kN/m<sup>3</sup>]  
 $\sigma_c$  pevnost v prostém tlaku [MPa]  
 $E_{def}$  modul přetvárnosti základové půdy [MPa]  
 $c_u$  totální soudržnost zeminy [kPa]  
 $c_{ef}$  efektivní soudržnost zeminy [kPa]  
 $\phi_{ef}$  efektivní úhel vnitřního tření zeminy [°]  
 $R_{dt}$  tabulková výpočtová únosnost [kPa] zemin a hornin při šířce základu 6m a včetně vlivu hladiny podzemní vody pro střední hustotu diskontinuit střední až velkou

## 7.6 Násypy a zásypy podle ČSN 73 6133 Klasifikace zemin pro dopravní stavby

Z hlediska vhodnosti zemin pro použití do násypů a pro podloží je hodnocení jednotlivých typů zemin uvedeno v následující tabulce. Hodnocení vhodnosti vychází z provedených laboratorních zkoušek dle ČSN 73 6133.

Tabulka 5: Klasifikace zemin podle ČSN 73 6133 Klasifikace zemin pro dopravní stavby

Typ	Zatřídění	Zemina	použití do násypů	vhodnost pro podloží
GT Y	-	navážka	podmínečně vhodná	podmínečně vhodná
GT 1	F8/CH	hlína jílovitá, sprašová tuhá	podmínečně vhodná	podmínečně vhodná
GT 2	F8/CE	jíl pevný	podmínečně vhodná	podmínečně vhodná

Navážky složené ze stavebního odpadu mohou být po vytřídění na převážně betonový recyklát vhodné pro použití do násypů a zásypů. Betonový recyklát je nezbytné dohutnit ve vrstvách max. 30 cm mocných. Pro zeminy, jílovitého charakteru je možné zvolit ze dvou základních variant úpravy:

- sanace výměnou aktivní zóny za vhodnou, dostatečně zhutnitelnou zeminu,
- zlepšení zeminy pojivy (vzdušné CaO, Dorosol, Doroport a t.p.) na místě technologií ROAD MIX.

Úprava aktivní zóny na místě stmelením pojivy:

Podle TP MD č. 94, ČSN EN 14227-11 a ČSN EN 14227-13. V případě vylepšování zeminy, (mísení) na plnou hloubku aktivní zóny, tj. cca 500 mm, jsou předpokladatelné dva jezydy zemní frézy (zabezpečení dokonalého promísení zeminy s pojivem, minimalizace hrudkovitosti).

Hodnocení zastižených typů zemin z hlediska namrzavosti určuje následující tabulka:

Tabulka 6: hodnocení z hlediska namrzavosti zemin

Typ	Zatřídění	Zemina	Namrzavost
GT1	F8/CH	hlína jílovitá, sprašová tuhá	namrzavá až nebezpečně namrzavá
GT2	F8/CE	jíl pevný	namrzavá až nebezpečně namrzavá

U namrzavých a nebezpečně namrzavých zemin se nedoporučuje přezimování základové spáry.

## 7.7 Zatřídění těžitelnosti podle ČSN 73 3050 Zemní práce

Základové poměry jsou ve smyslu ČSN 731001 hodnoceny, vzhledem k jednoduchým úložným poměrům, jako jednoduché. Stavba je považována za náročnou konstrukci a je tedy nutné postupovat podle 2. geotechnické kategorie. Zastižené zeminy jsou rozbídné. Přibližné sklony šikmých svahů v dočasných a trvalých výkopech a hodnocení jednotlivých typů zemin z hlediska těžitelnosti je uvedeno v následující tabulce.

Tabulka 7: Klasifikace zemin podle ČSN 73 3050 Zemní práce

Geotechnický typ	Zemina	Zatřídění ČSN 73 1001	Těžitelnost dle ČSN 73 3050	Sklony svahů dočasné	Sklony svahů trvalé výška 2 – 4 m
GT1	hlína jílovitá, sprašová tuhá	F8/CH	T 3	2 : 1	1 : 1
GT2	jíl pevný	F8/CE	T 3	2 : 1	1 : 1

## 7.8 Výsledky radonového průzkumu

Podloží lze charakterizovat jako středně propustné pro plyny. Hodnota třetího kvartilu souboru hodnot  $C_s = 21,77 \text{ kBq.m}^{-3}$  je větší, než  $20 \text{ kBq.m}^{-3}$  a tudíž se jedná o stavební pozemek se **středním radonovým indexem**. Stavba Centra přírodovědných a Technických oborů v kampusu Univerzity Jana Evangelisty Purkyně na dané lokalitě v Ústí nad Labem musí být preventivně chráněna proti pronikání radonu z podloží do budovy (§6 odst. 4 zákona č. 18/1997Sb. ve znění pozdějších předpisů, zejména zákona č.13/2002Sb.) Celá zpráva o výsledcích radonového průzkumu je součástí přílohy č.11.

## 7.9 Výsledky zkoušek statické penetrace

Výsledky statické penetrace byly zpracovány do grafů a jejich kompletní interpretace je uvedena v příloze č. 9. Nejdůležitější údaj, který lze získat ze statické penetrační zkoušky je měrný statický penetrační odpor  $q_c$  [MPa]. Tvar penetrační křivky je závislý na několika skutečnostech. Soudržné zeminy bez obsahu hrubých zrn a valounů, které jsou v zájmovém území přítomny, mají nejvyšší stupeň homogenity a je pro ně charakteristická křivka s malým rozptylem naměřených hodnot. Pro tyto zeminy se doporučuje použít jako správnou hodnotu měrného penetračního odporu kvazihomogenní vrstvy hodnotu, která odpovídá aritmetickému průměru všech naměřených hodnot v daném intervalu.

Veličina  $f_s$  [MPa] plášťové tření je druhý nejdůležitější snímáný údaj při statické penetrační zkoušce. Tato veličina je důležitá jednak pro určení typu zeminy, jednak pro určení tření na plášti piloty. V některých případech totiž po sobě následují zeminy, jejichž hodnota  $q_c$  je téměř stejná, ale jiný typ zeminy se projeví rozdílnou hodnotou  $f_s$ . Vzhledem k tomu, že se toto tření snímá jen na malé ploše pláště, označuje se jako měrné lokální. V následující tabulce jsou uvedeny interpretované výsledky statické penetrace podle Švasty.

Tabulka 8: Interpretované výsledky statické penetrace a laboratorních zkoušek

Geotechnický typ	Zemina	Zatřídění ČSN 73 1001	$q_c$ [Mpa]	$f_s$ [Mpa]	Konzistence dle Švasty (z $q_c$ )
GT1	hlína jílovitá, sprašová tuhá	F8/CH	1,58	0,06	tuhá
GT2	jíl pevný	F8/CE	2,50	0,115	pevná

## 8. Závěr

V březnu 2016 byl v zájmovém území nacházejícím se v městě Ústí nad Labem v místní části Klíše proveden inženýrsko-geologický průzkum pro stavbu Centra Přírodovědných a Technických oborů v areálu kampusu Univerzity Jana Evangelisty Purkyně.

V rámci inženýrskogeologického průzkumu byla provedena archivní rešerše materiálů ČGS – Geofond, společnosti K2H s.r.o. a materiálů poskytnutých objednatelem. V březnu 2016 byl na základě výsledků rešerše výsledků archivního průzkumu, situace inženýrských sítí a terénní rekognoskace upraven rozsah technických prací. Na základě odsouhlasení zástupcem investora pak rovněž v březnu proběhly technické práce. V zájmovém území byly vyhloubeny tři nevystrojené inženýrskogeologické sondy s označením N1 až N3 a pět sond statické penetrace. Názvy sond se odvíjely od návrhu rozmístění sond předaným objednatelem. Během vrtných prací bylo geologicky popsáno vrtné jádro sond a odebrány vzorky zemin a podzemní vody. Následně byly vzorky odvezeny do laboratoře a provedeny laboratorní analýzy mechaniky zemin a agresivity podzemní vody na betonové konstrukce. Z archivní rešerše, terénních a laboratorních prací bylo zjištěno základní zatřídění podložních zemin a provedeno vyhodnocení dle ČSN 73 1001.

Na základě výsledků provedených prací je možno konstatovat následující skutečnosti, které jsou podrobně rozpracovány v předchozích kapitolách:

- Byly vytipovány 3 základní geotechnické typy:
  - GTY** navážka o mocnosti až 3 m
  - GT1** okrové sprašové jílovité hlíny tuhé konzistence, podle ČSN 73 1001 zatříděné jako F8CH, mocnost 4 – 10 m,
  - GT2** šedé terciérní jíly pevné místy tuhé konzistence, podle ČSN 73 1001 zatříděné jako F8CE, zastižené od hloubky cca 6 m p.t.
- V místech ponechaných konstrukcí demolovaného objektu krajské nemocnice je poloha navážek mocnější o stavební odpad ponechaný v zasypaných podzemních podlažích.
- Všechny zastižené zemin jsou pro zpětné zásypy a násypy podmíněčně vhodné, lze je použít pouze po úpravě.
- Navážky mohou být použity do násypů v pevnostně exponovaných místech pouze po oddělení frakce betonu od ostatních součástí při zachování plynulé křivky zrnitosti. Po řádném hutnění jednotlivých vrstev (max. 30 cm) je betonový recyklát vhodný k použití



i v namáhaných částech základové půdy, případně jako podloží vozovek a parkovišť i do aktivní zóny.

- Zeminy jílovitého charakteru vyžadují v případě namáhání základovými konstrukcemi úpravu pojivy. Je možno využít pojiva na bázi vápna nebo vápna a cementu, která budou zapracována do zemin metodou road mix. Vhodné je použít tuto metodu především při realizaci v nevhodných klimatických podmínkách – realizace v zimních měsících.
- Zeminy geotechnických tříd GT1 a GT2 jsou namrzavé a rozbídné, a proto je nezbytné je chránit před účinky vody jak podzemní tak srážkové.
- Hladina podzemní vody byla naražena v hloubkách až 11 m p.t., takže vyjma pilotového zakládání jí nebude stavba ovlivněna. Je však potřebné si uvědomit, že průzkum byl realizován relativně suchém roce a hladina podzemní vody může být při realizaci stavby vyšší.
- Hladina podzemní vody je napjatá a po navrtání vystoupala přibližně o 3 m.
- Podzemní voda v odebraném vzorku ze sondy N1 spadá do stupně agresivity XA1 - slabě agresivní a to obsahem iontů  $\text{SO}_4^{2-}$ .
- Podle výsledků zkoušek statické penetrace je měrný statický penetrační odpor zemin GT1 roven 1,58 Mpa a u zemin GT2 činí 2,5 Mpa. Měrné lokální plášťové tření zemin GT1 činí 0,06 Mpa a u zemin GT2 0,115 Mpa.
- Těžitelnost zastižených typů zemin může být zhoršená vzhledem k lepidlosti jílovitých hornin.
- Pro převoz je potřeba počítat s vyšším stupněm nakypření.
- Podloží lze charakterizovat jako středně propustné pro plyny. Hodnota třetího kvartilu souboru hodnot  $C_s = 21,77 \text{ kBq.m}^{-3}$  je větší, než  $20 \text{ kBq.m}^{-3}$  a tudíž se jedná o stavební pozemek se středním radonovým indexem.

## Doporučení

- S ohledem na náročnost stavebních prací doporučujeme v průběhu zemních prací zajistit prohlídku základové spáry objektu inženýrským geologem.

- Vzhledem k vlastnostem hornin v úrovni základové spáry doporučujeme při úpravách terénu zachovat nad základovou spárou ochrannou vrstvu cca 0,5 m, která bude odstraněna až těsně před betonáží základu.
- Pro realizaci pilotového základu doporučujeme zakrýt základovou spáru ochrannou vrstvou, nebo využít úpravu zemin.
- Zemní práce doporučujeme provádět při vhodných klimatických podmínkách.
- Vzhledem k namrzavosti zastižených typů zemin nedoporučujeme přezimování základové spáry.
- Vzhledem k rozbídací síle zastižených typů zemin doporučujeme omezit pohyb těžké mechanizace.

duben 2016

Za K2H s.r.o.

Bc. Michal Koretz

## **Literatura:**

- ČSN 73 1001 – Základová půda pod plošnými základy
- ČSN 73 3050 – Zemní práce
- ČSN 72 1002 – Klasifikace zemin pro dopravní stavby
- ČSN EN 206-1 Beton – část 1: specifikace, vlastnosti výroba a shoda
- Florík J.: Geologický průzkum pro přístavbu RTG – KÚNZ Ústí nad Labem, 1982
- Florík J.: Geologické práce pro ubytovny KÚNZ Ústí nad Labem, 1975
- Hamáček O.: Geologické práce pro rekonstrukci pavilonu B v areálu Krajské nemocnice Ústí nad Labem, 1988
- Herrmann K., Statická penetrace CPT a CPTU, Lázně Toušeň
- Horváth P.: Inženýrsko-geologický průzkum v areálu Kampus UJEP v Ústí nad Labem UMC, Wastech Praha, pracoviště Ústí nad Labem, 2009
- Horváth P.: Předběžný inženýrskogeologický průzkum objektu: „Centrum přírodovědných a technických oborů“ v areálu Kampusu UJEP v Ústí nad Labem, Ústí nad Labem, 2014
- Musiol P.: Koncept ÚP města Ústí nad Labem, Velhartice, 2009
- Pelčák P. a kol., Architektonická soutěž o návrh nové budovy Centra přírodovědných a technických oborů UJEP, Brno, 2015
- Votruba J.: Inženýrskogeologický průzkum pro přístavbu RTG - KÚNZ Ústí nad Labem, 1982
- Vyhláška č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu

### Mapové podklady:

- Geologická mapa 1 : 50 000
- Hydrogeologická mapa 1 : 50 000
- Mapa radonového indexu 1 : 50 000