

Závěrečná zpráva

Inženýrsko-geologický průzkum

Fakultní nemocnice Olomouc

Přístavba pavilónu F

Praha

26. 10. 2015

Závěrečná zpráva

Inženýrsko-geologický průzkum

Fakultní nemocnice Olomouc

Přístavba pavilónu F

V Praze 26.10.2015

Mgr. Pavel Kořínek
odpovědný řešitel

Držitel osvědčení Ministerstva životního prostředí projektovat, provádět a vyhodnocovat geologické práce v oboru hydrogeologie a sanační geologie č.j. 299/660/11811/ENV/14 ze dne 10. dubna 2014 (poř. č. 2230/2014) a v oboru inženýrská geologie a environmentální geologie č.j. 599/660/25195/ENV/15 ze dne 16. června 2015 (poř. č. 2271/2015)

Obsah

Identifikační údaje	5
Resumé.....	6
Úvod.....	7
1 Všeobecné údaje o území	8
1.1 Geografie a morfologie území.....	8
1.2 Geomorfologie území.....	8
1.3 Geologie území.....	8
1.4 Hydrogeologie území	8
1.5 Hydrologie území a klimatické podmínky	8
2 Průzkumné práce	9
2.1 Rešerše starších průzkumů.....	9
2.2 Průzkumné vrty (IS)	10
2.3 Vzorkovací a laboratorní práce	10
2.4 Geodetické práce.....	11
2.5 Stanovení radonového indexu pozemku	11
3 Vyhodnocení průzkumných prací.....	12
3.1 Inženýrsko-geologické poměry staveniště.....	12
3.2 Hydrogeologické poměry staveniště.....	13
3.3 Geotechnické typy zemin a jejich parametry	13
3.4 Posouzení základových poměrů	15
3.5 Posouzení radonového indexu pozemku	16
3.6 Posouzení korozivity prostředí	16
4 Doporučení pro založení objektu a provádění zemních prací.....	16
4.1 Přípravné práce	16
4.2 Plošné založení.....	16
4.3 Hlubinné založení	17
4.4 Provádění zemních prací	17
5 Závěr	19

Tabulky v textu

Tabulka 1: Hloubka inženýrskogeologických vrtů

Tabulka 2: Rozsah vzorkovacích prací a laboratorních analýz

Tabulka 3: Geodetické souřadnice vrtů IS1-IS6

Tabulka 4: Geotechnické parametry zemin

Tabulka 5: Zatřídění zemin – těžitelnost, namrzavost a vhodnost pro další použití

Obrázky v textu

Obr 1: Schematické zobrazení zájmového území a polohy vrtů IS1-IS6

Obr. 2: Navážky (GT2)

Obr. 3: Navážky (GT2)

Obr. 4: Písčitý jíl (GT3)

Obr. 5: Jílovitý písek (GT4)

Seznam příloh

Příloha 1: Situace zájmového území

Příloha 2: Situace průzkumných prací

Příloha 3: Geologické profily vrtů

Příloha 4: Geologické řezy územím

Příloha 5: Fotodokumentace vrtného jádra

Příloha 6: Laboratorní protokol

Příloha 7: Posouzení radonového indexu

Příloha 8: Měřická zpráva

Rozdělovník

1 - 3 Objednatel

4 GEOFOND ČR

5 Archív Zhotovitele

Identifikační údaje

Název úkolu: Inženýrskogeologický průzkum - Fakultní nemocnice
Olomouc -Přístavba pavilónu F

Číslo úkolu: 04/15

Místo průzkumu: Areál fakultní nemocnice Olomouc

Identifikátor veřejné zakázky: VZ-2015-000389

Investor: Fakultní nemocnice Olomouc
P. Pavlova 6, 779 00 Olomouc
IČO: 0098892

Zhotovitel: Mgr. Pavel Kořínek
Pod Morávií 1170
742 21 Kopřivnice

IČ: 03227804

Mob: 725 724 330

Email: pavel.korinek@post.cz

Resumé

Základové poměry v rámci plochy projektované přístavby pavilonu F jsou hodnoceny jako složité. Je to zejména z důvodů existence heterogenních navážek, přítomnosti železobetonové konstrukce protipožární nádrže (25x13x3,5 m) pod povrchem terénu a relativně nízké únosnosti místních rostlých zemin charakteru písčitých jílu a jílovitých písků.

V prostoru přístavby byla v minulosti situována protipožární nádrž. Konstrukce nádrže (25 x 13 x 3,5 m) nebyla pravděpodobně zlikvidována, ale pouze překryta zeminou. Železobetonové dno nádrže bylo vrtem zastiženo v hloubce 3,5 m p.t. **Navážka tvořící zásyp nádrže je heterogenního složení.** Tvoří ji zejména jemnozrnné zeminy tuhé až pevné konzistence s příměsí stavebního odpadu.

Konkrétní rozsah a stav překryté konstrukce protipožární nádrže není znám. Tyto skutečnosti mohou do značné míry ovlivnit zemní/vrtné práce během zakládání objektu. Z tohoto důvodů **doporučuji provedení doplňujícího geofyzikálního průzkumu** budoucího prostoru výstavby. Cílem průzkumu bude určit plošný rozsah a stav konstrukce nádrže. **Odhadovaná cena za geofyzikální průzkum plochy budoucí zástavby je 40 tis. Kč bez DPH.**

Podloží navážek je tvořeno komplexem jílovitých písků a písčitých jílu převážně **o pevné až tuhé konzistenci.** Skalní podloží nebylo do hloubky 12 m p. t. zastiženo.

Hladina podzemní vody nebyla ve vrtech naražena. Na základě starších průzkumů **lze zvodnění očekávat v hloubkách od 225 m n. m.** Historické laboratorní analýzy podzemní vody prokázaly její **silnou agresivitu na železobetonové konstrukce v důsledku přítomnosti CO₂** (symbol „ha“).

Radonový průzkum stavebního pozemku prokázal **NÍZKÝ radonový index.**

Na základě starších dat lze očekávat **zvýšenou korozní agresivitu prostředí – stupeň III.** Z tohoto důvodu **doporučuji provedení průzkumu korozivity v rámci prostoru výstavby.** **Odhadovaná cena za průzkum korozivity je 20 tis. Kč bez DPH.**

Z důvodu zjištěných základových poměrů **doporučuji spíše mělké plošné založení objektu.** V případě požadavku na hlubinné založení objektu bude muset být využita technologie plovoucích pilot.

Úvod

Na základě uzavřené smlouvy o dílo ze dne 5. 10. 2015 mezi Mgr. Pavlem Kořínkem (dále jen „zhotovitel“) a Fakultní nemocnicí Olomouc (dále jen „objednatel“) byl proveden tento inženýrsko-geologický průzkum stavebního pozemku před výstavbou přístavku pavilonu F v areálu Fakultní nemocnice Olomouc (FNOL). Podle předaných grafických podkladů se bude jednat o objekt přiléhající k východní zdi pavilónu F1 (Oddělení alergologie a imunologie) o přibližných rozměrech zástavby 20 x 15 m, tj. zastavěná plocha cca 300 m².

Rozsah průzkumných prací byl stanoven v rámci podkladů výběrového řízení. Projektant stavby požaduje mimo jiné provedení 6 ks jádrových vrtů a konstrukci 5 geologických řezů územím. Součástí průzkumu bylo také posouzení radonového indexu stavebního pozemku.

Průzkum byl řádně zaevidován a závěrečná zpráva o průzkumu byla předána do Geofondu ČR.

1 Všeobecné údaje o území

1.1 Geografie a morfologie území

Průzkumné území se nachází v JV části Olomouce v rámci severní části areálu Fakultní nemocnice Olomouc (Příloha 1). Projektovaný objekt bude přístavkem k východní zdi severní části pavilónu F (Oddělení alergologie a imunologie), resp. části budovy označované jako F1 (Obr. 1).

Povrch budoucího staveniště je svažité (sklon cca 10%) ve směru SV až VVS. Nadmořská výška se pohybuje v průměru 237,50 m n. m. Napříč přes budoucí staveniště vede komunikace ze zámkové dlažby. Ve východní části je porost z okrasných keřů. Dle doložené výkresové dokumentace a terénní inspekce vede přes území kanalizační síť pro sváděnou dešťovou vodu a podél severní i jižní hranice zájmového území vedou pod povrchem kolektory pro vedení inženýrských sítí. Hloubka obou kolektorů je zhruba 2,5 m.

Zájmové území není součástí zvláště chráněného území ČR (AOPK) ani jiné oblasti chráněné s vazbou na vodu.

1.2 Geomorfologie území

Zájmové území se nachází ve střední části tektonicky podmíněné sníženiny Hornomoravského úvalu, z morfologického hlediska v horní části svahu tzv. křelovsko-platecké tabule upadající pozvolně do širokého údolí rovinaté aluviální nivy Moravy.

1.3 Geologie území

Území tvoří až 18 m mocná pestrá série nevápnitých jílů, písků a štěrků fluviolakustrinní geneze, neogenního, resp. pliocéního stáří. Jedná se o charakteristickou výplň Hornomoravského úvalu v nadloží mořských vápnitých jílů staršího samostatného sedimentárního cyklu neogénu spodně tortonského stáří. Skalní podloží těchto neogenních sedimentů tvoří droby a jílovité břidlice spodního karbonu.

Kvartérní pokryv je tvořen deluviálními prachovito písčítými sedimenty deluviálního a eluviálního původu. V rámci areálu FNOL se pak vyskytují v rámci povrchu až několik metrů mocné antropogenní navážky jemnozrnných zemin zejm. písčitých jílů a písků.

1.4 Hydrogeologie území

Zájmové území je součástí hydrogeologického rajonu 222 – „Neogenní sedimenty Hornomoravského úvalu“. Hydrogeologickými kolektory smíšené a vodící povahy jsou pouze písčité sedimenty. Pro dotaci, transport a akumulaci jsou v zájmovém území nepříznivé podmínky. Dotace do kvartérní zvodně je snížena převahou pelitických sedimentů a odkanalizováním celého areálu FNOL.

Lokalita neleží v rámci chráněné oblasti akumulace podzemních vod (CHOPAV). Posuzovaná oblast není součástí pásma hygienické ochrany (PHO) ani pásma ochrany vodního zdroje (OPVZ).

1.5 Hydrologie území a klimatické podmínky

Hydrologicky náleží území do povodí - Morava a přítoky Váhu, hydrologické č. povodí 4-21-06 a do dílčího povodí – Morava od toku Třebůvka po tok Bečva rybník. Území je odvodňováno v rámci koryta Mlýnského potoku a nivy řeky Moravy, které protékají zhruba 1,2 km východně od území.

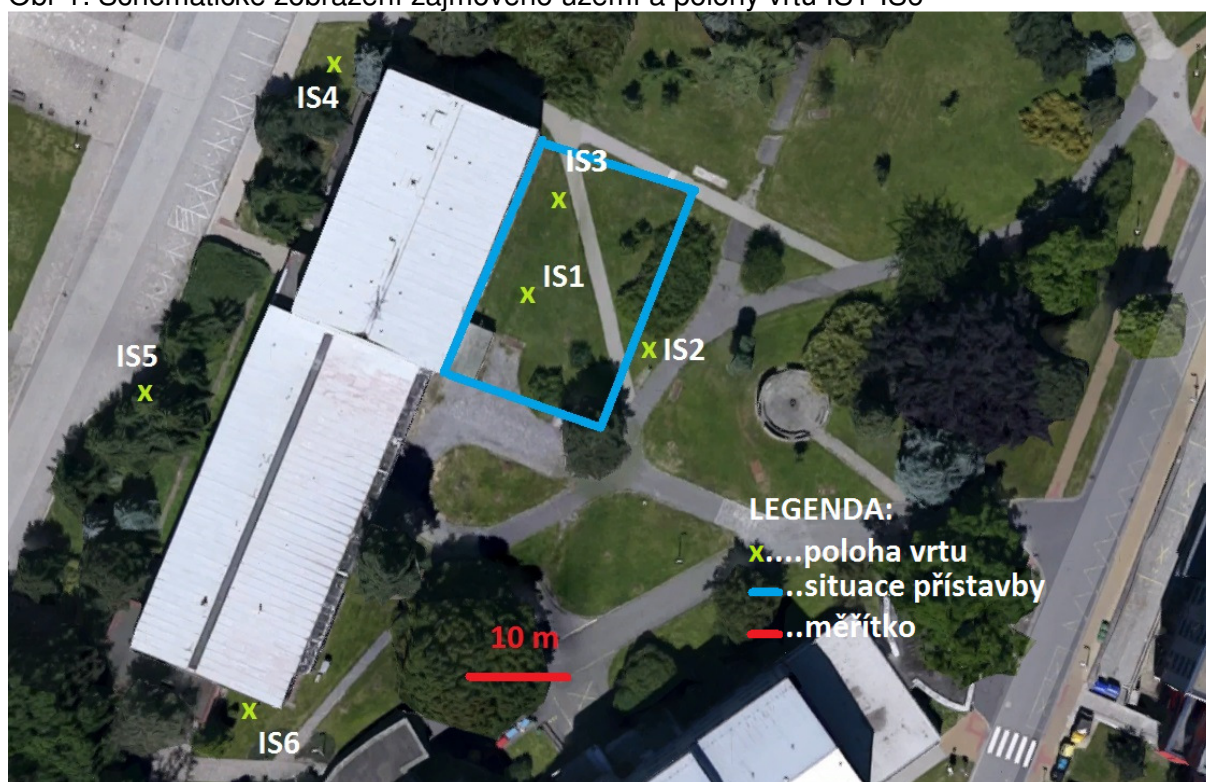
Podle klimatické regionalizace náleží území do teplé klimatické oblasti T2 s průměrnou roční teplotou vzduchu 8,4 °C a průměrným ročním úhrnem srážek 575 mm.

2 Průzkumné práce

Na základě požadavku objednatele průzkumu byl proveden následující rozsah geologicko průzkumných prací za účelem posouzení základových poměrů a stanovení radonového indexu pozemku:

- Rešerše starších průzkumů
- Geodetické práce
- Vrtné práce – průzkumné vrtý
- Vzorkovací a laboratorní práce
- Radonový průzkum
- Vyhodnocení výsledků

Obr 1: Schematické zobrazení zájmového území a polohy vrtů IS1-IS6



2.1 Rešerše starších průzkumů

Za účelem získání představ o geologických poměrech lokality byla provedena rešerše starších průzkumů získaných z archivu geologické služby (GEOFONDU ČR). **V prostoru budoucího staveniště nebyl v minulosti proveden žádný geologický průzkum**, a proto byly vyhodnoceny zejména průzkumy z blízkého okolí. Data byla čerpána zejména z následujících čtyř průzkumů provedených v rámci areálu FNOL a v jeho blízkém okolí.

NOVÁK, Antonín (1978): Posouzení inženýrsko - geologických poměrů staveniště 3 objektů v areálu FN Olomouc, Stavoprojekt, Olomouc

NOVÁK, Antonín (1981): Posouzení geologických poměrů staveniště pavilonu onkologie v areálu Fakultní nemocnice v Olomouci, Stavoprojekt, Olomouc

NOVÁK, Antonín (1978): Posouzení inženýrsko - geologických poměrů staveniště 3 objektů v areálu FN Olomouc, Stavoprojekt, Olomouc

JANÍK, Oldřich (2010): Olomouc, Ústav molekulární a translační medicíny LF UP, inženýrskogeologický, radonový, základní korózní průzkum a měření BP, Centroprojekt a.s., Zlín

2.2 Průzkumné vrtý (IS)

Za účelem ověření geologického profilu staveniště a oděru vzorků zemin bylo zhotoveno 6 ks nevystrojených vrtů (IS1-IS6). Vrtý byly zhotoveny jádrovou technologií o vrtném průměru 245 - 130 mm do hloubky od 3,5 – 12,0 m p. t. Konečná hloubka každého vrtu byla určena dohlízejícím geologem přímo v průběhu vrtání. Celková odvrtaná metráž vrtů je 55,6 bm. Po ukončení vrtných prací a odebrání vzorků zemin byl stvol každého z vrtu zlikvidován zpětným záhozem.

Polohy vrtů byly původně určeny projektantem stavby. Některé projektované pozice vrtů však musely být přesunuty v důsledku přítomnosti zasypané konstrukce protipožární nádrže, případně v důsledku existence podzemních inženýrských sítí a kolektorů a jejich ochranných pásů.

Situace znázorňující skutečné pozice vrtů v terénu je znázorněna v Příloze 8. Schematicky je poloha zanesena také na následujícím obrázku (Obr 1). Geologické profily vrtů a fotografie vrtných jader jsou součástí přílohy (Přílohy 3; Příloha 5).

Tabulka 1: Hloubka inženýrskogeologických vrtů

Vrt	Hloubka	Vrt	Hloubka	Vrt	Hloubka	Vrt	Hloubka	Vrt	Hloubka	Vrt	Hloubka
IS1	3.6 m	IS2	10.0 m	IS3	10.0 m	IS4	12.0 m	IS5	10.0 m	IS6	10.0 m
CELKOVÁ VYHLOUBENÁ METRÁŽ										<u>55.6 m</u>	

2.3 Vzorkovací a laboratorní práce

Za účelem posouzení geotechnických parametrů bylo odebráno 6 ks vzorků zastižených zemin, na kterých byly laboratorně stanoveny základní geomechanické vlastnosti, resp. stanoveny klasifikační indexové parametry (vlhkost, index plasticity, zrnitostní rozbor-sítová a hustoměrná analýza).

Veškeré analýzy byly provedeny v akreditované laboratoři Gematest s. r. o. (akreditace No. 1191).

Celkový počet odebraných vzorků a typů provedených analýz je prezentován v následující tabulce (Tabulka 2). Kopie laboratorních protokolů je součástí Přílohy 6.

Tabulka 2: Rozsah vzorkovacích prací a laboratorních analýz

Označení vzorku	Matrice	Laboratorní stanovení*	Počet analýz
S1 (2,5 – 3,0)	zemina	Indexové vlastnosti	1
S2 (4,0 – 4,1)	zemina	Indexové vlastnosti	1
S3 (4,5 - 5,0)	zemina	Indexové vlastnosti	1
S3 (7,0 – 7,5)	zemina	Indexové vlastnosti	1
S4 (4,5 – 4,7)	zemina	Indexové vlastnosti	1
S6 (2,5 – 3,0)	zemina	Indexové vlastnosti	1

2.4 Geodetické práce

Za účelem konstrukce geologických řezů stavenišťem bylo provedeno zaměření všech inženýrskogeologických vrtů vyhloubených v rámci tohoto průzkumu. Vrtů byly zaměřeny v souřadnicovém systému S-JTSK a výškopisném Bpv (Balt po vyrovnání). Geodetické práce provedl autorizovaný geodet - Ing. Václav Janák. V následující tabulce (Tabulka 3) jsou uvedeny souřadnice vrtů IS1 až IS6. Měřická zpráva je součástí přílohy (Příloha 8).

Tabulka 3: Geodetické souřadnice vrtů IS1-IS6

VRT	Y	X	Z	VRT	Y	X	Z
IS1	548202.68	1122256.58	237.96	IS4	548221.06	1122231.48	239.68
IS2	548193.81	1122261.52	236.91	IS5	548239.17	1122259.49	240.04
IS3	548195.21	1122242.99	237.96	IS6	548236.66	1122294.47	239.74

2.5 Stanovení radonového indexu pozemku

Měření radonu bylo provedeno v různých místech půdorysu stavby a nejbližším okolí. Bylo odebráno několik vzorků půdního vzduchu z hloubky cca 0,8 m do detekčních Lucasových komůrek. Objemová aktivita radonu byla zjišťována měřením alfa aktivity těchto vzorků. Měřeno bylo přístrojem LUK 3. Zároveň byl v těchto bodech pomocí propustoměru JOK určen koeficient propustnosti přepočtem ze změřené doby nasávání půdního vzduchu. Měření a následné vyhodnocení radonového indexu pozemku provedl RNDr. Tomáš Rössler, Ph.D. (ev.č. SÚJB 268879 - rozhodnutí SÚJB č.j. SÚJB/RCHK/4352/2010). Komplettní závěrečná zpráva s detailně popsanou metodikou, vyhodnocením i doporučením je součástí Přílohy 7.

3 Vyhodnocení průzkumných prací

3.1 Inženýrsko-geologické poměry staveniště

Během provádění vrtných prací vyplynula najevo skutečnost, že **v rámci prostoru budoucí přístavby byla v minulosti situována protipožární nádrž**. Dle přítomného pamětníka byly z této nádrže částečně zlikvidovány pouze svislé konstrukce. Konstrukce dna byla ponechána na místě a překryta zeminou. Plošný rozsah bazénu lze zhruba rekonstruovat z historické situační mapy areálu získané z archivu FNOL.

Rozměry nádrže byly zhruba 13 x 25 m, podélná strana korespondovala přibližně se současnou východní zdí pavilonu F1 (Příloha 2). Dno bazénu bylo na kotě 234, 50 m p. t. Tato skutečnost byla ověřena zejména sondou **IS1, která byla ukončena v hloubce 3,6 m p. t. (234,46 m n. m.) na neprostupné železobetonové konstrukci** reprezentující dno nádrže. **Navážka tvořící zásyp nádrže je heterogenního složení**. Tvoří ji zejména jemnozrnné zeminy - jílovité písky, jíly a písčité jíly většinou tuhé až pevné konzistence. Zaznamenán byl stavební odpad v podobě úlomků cihel, betonu a konstrukčního kameniva (ostrohranné úlomky skalní horniny nemístní provenience). Místy se objevují zbytky vegetace, škvára, popel a střepy. U dna nádrže (3,3 – 3,5 m p. t.) je v rámci vrtného jádra zaznamenána **poloha písčitých jílu o měkké konzistenci**, tmavě šedé barvy s bohatým obsahem organického materiálu – pravděpodobně zbytky náletové vegetace na dně nádrže. Vyšší vlhkost je zde způsobena hromaděním srážkové vody u nepropustného dna bývalého bazénu. Lze předpokládat, že pod dnem nádrže byla zhotovena konstrukční vrstva např. ze šterkopísku a proto **povrch rostlého/původního terénu** v místě vrtu IS1, resp. **v místě bývalé nádrže a budoucí ho přístavku bude v hloubce až cca 4,0 m p. t., tj. cca 234,00 m n. m.**

Vrty IS2 a IS3 na dno nádrže nenarazily. V obou vrtech byly při povrchu zastiženy opět navážky jemnozrnných zemín s příměsí stavebního odpadu. **Rostlé/původní zeminy byly zastiženy v hloubce 3,5 m p. t. u vrtu IS2 a 2,5 m p. t. v případě vrtu IS3**. Jedná se o polohy **písčitých jílu**, šedé, světle žluté až tmavě žluté barvy, **o pevné až tuhé konzistenci**. Obsah písčité frakce je variabilní a místně se v jílech objevují laminy tvořeny pouze jílovitým pískem. Do podloží písčité jíly přecházejí do jílovitých písků s jemnozrnným až střednězrnným složením. Písky obsahují často zajílované polohy charakteru až písčitých jílu s tuhou až pevnou konzistencí. Vzácněji se vyskytují železité konkrce (do velikosti 5cm). **Polohy těchto dvou typů zemín se směrem do podloží variabilně střídají** a nemají v rámci budoucího staveniště nějakou jednoznačnou zákonitost. Horizontálně i vertikálně dochází k jejich vzájemnému prolínání. Přechody jsou ostré i pozvolné v důsledku proměnlivých podílů aleurito-pelitické a psamitické frakce.

Obdobný geologický profil byl zastižen i v rámci vrtů provedených mimo budoucí prostor staveniště (IS4, IS5 a IS6). Mocnost navážek se pohybuje od 1,6 m ve vrtu IS6 po zhruba 3 m ve vrtech IS4 a IS5. Pod navážkami se opět střídají polohy písčitých jílu o tuhé až pevné konzistenci s polohami jílovitých písků.

Skalní podloží nebylo provedenými vrty zastiženo. Dle geologických průzkumů provedených v minulosti lze podloží s kvalitnějšími parametry tvořené neogenními vápnitými jíly očekávat zhruba na **kotě 220 m p.t., což je cca 17 - 18 m p.t.** zájmového území.

Geologické poměry staveniště jsou patrné z geologických profilů (Příloha 3) a geologických řezů, které jsou součástí přílohy zprávy (Příloha 4).

3.2 Hydrogeologické poměry staveniště

Souvislá a hydraulicky spojitá hladina podzemní vody nebyla ve vrtech zastižena. Během srážkově vydatnějších období nelze vyloučit dočasné zvodnění písčitéjších poloh v důsledku infiltrace atmosférických srážek sestupujících nesaturovaným pásmem do hlubších poloh. Vzhledem k menší míře propustnosti zdejších písčitých jílu je možné očekávat vytváření izolovaných dílčích zvodnělých horizontů stagnující vody v rámci písčitých poloh mezi těmito jíly.

Na základě starších průzkumů lze souvislé zvodnění očekávat až ve větších hloubkách od 225 m n. m. a níže, což odpovídá zhruba 13 m p. t.

Laboratorní analýzy podzemní vody prokazují její silnou agresivitu na železobetonové konstrukce v důsledku přítomnosti CO₂ (symbol „ha“). V ostatních hodnotících kategoriích je klasifikována jako neagresivní.

3.3 Geotechnické typy zemin a jejich parametry

Na základě makroskopického pozorování vzorků zemin z vrtného jádra a laboratorní klasifikačních testů byly vyčleněny v rámci budoucího staveniště následující geotechnické typy zemin. Jejich směrné normové charakteristiky pro statické výpočty jsou uvedeny v následující tabulce (Tabulka 4).

Geotechnický typ GT1: Humózní písčitá hlína (MIO – O)

Humózní písčitá hlína se zbytky vegetace, hnědá barva, pevná až tvrdá konzistence. Humózní horizont bude před zahájením výkopových prací sejmuto za účelem jeho dalšího využití. Z tohoto důvodu nejsou dále uváděny jeho geotechnické parametry.

Geotechnický typ GT2: Antropogenní navážka

Navážky (Obr. 2 a 3) heterogenního složení o různém stupni konsolidace. Marginálně jsou tvořeny jemnozrnnými zeminami charakteru písčitého jílu a jílovitých písků. Ve struktuře se objevují stavební odpady v podobě úlomků cihel, betonů a ostrohranných úlomků pevných hornin (velikost do 10 cm). Dále byly pozorovány polohy škváry, popelu a zbytky vegetace. Barva je špinavě šedá, žlutá až hnědá. Konzistence jemnozrnných zemin je tuhá až pevná. Ve vrtu IS1 byla v hloubce 3,3 – 3,5 m p. t. zastižena silně písčitá jílovitá poloha o měkké konzistenci s bohatým obsahem organických zbytků. Jedná se o sediment u dna bývalé protipožární nádrže.

Obr. 2: Navážky (GT2)



Obr. 3: Navážky (GT2)



Geotechnický typ GT3: Písčítý jíl s tuhou až pevnou konzistencí (F4CS)

Písčítý jíl (Obr. 4), převážně pevné konzistence, vzácněji tuhé konzistence. Barva je variabilní od šedé, šedomodré, žluté až tmavě okrové. Místy se objevuje mramorové prolínání těchto barev. Charakteristické je střídání poloh méně písčitých s polohami více písčitými. Obsah písčité frakce kolísá mezi 36-60 %. Místy se objevují tenké laminy jemnozrnného až střednězrnného jílovitého písku. Svou genezí se jedná o zvětralinový plášť podloží vápnitých jílu ovlivněný deluviálními procesy. Laboratorně byly zjištěny následující hodnoty - mez tekutosti 35 – 44%, mez plasticity 18-21 %, přirozená vlhkost vzorků 13-16%.

Podrobně byly geomechanické parametry zdejších jílu laboratorně hodnoceny v rámci starších geologických průzkumů provedených v jiných částech areálu FNOL. Z triaxiálních krabicových zkoušek vyplývají hodnoty totálního úhlu vnitřního tření $\varphi_u = 0^\circ - 8^\circ$, efektivního úhlu vnitřního tření $\varphi_{ef} = 17^\circ - 27^\circ$ a hodnota efektivní koheze $C_{ef} = 6-9$ kPa.

Do případných statických výpočtů doporučuji pro GT3 použít následující směrné normové charakteristiky (Tabulka 4).

Geotechnický typ GT4: Písek jílovitý (S5CI)

Jílovitý písek (Obr. 5), světle žlutý, tmavě žlutý, místy rezavý (limonitizovaný) až hnědý, písčité frakce je jemnozrnná až střednězrnná s plochými a zaoblenými zrny. Zastoupení jílovito-prachovité frakce je od 23-32 %. Často se objevují zajílované polohy, vrstvičky tvořené písčítým jílem o tuhou až pevnou konzistenci (GT3). Vzácněji se vyskytují železité konkréty do velikosti 5 cm.

Laboratorně byly zjištěny následující hodnoty - mez tekutosti od 28 - 33 %, mez plasticity 16 - 19 %, přirozená vlhkost vzorků 11-20%.

Do případných statických výpočtů doporučuji pro GT4 použít následující směrné normové charakteristiky (Tabulka 4).

Obr. 4: Písčítý jíl (GT3)



Obr. 5: Jílovitý písek (GT4)



Tabulka 4: Geotechnické parametry zemín

Geotyp	Název	Symbol	φ_{ef} (°)	C_{ef} (kPa)	φ_u (°)	C_u (kPa)	E_{def} (MPa)	v (kN.m ⁻³)	γ (kN.m ⁻³)	β (kN.m ⁻³)
GT1	Humózní hlína	MIO – O	Bude odstraněna							
GT2	Navážka	Nelze stanovit - heterogenní navážka. Nutno posoudit až v průběhu zemních prací.								
GT3	Písčitý jíl	F4 CS	24	10	5	60	6	0,35	20	0,47
GT4	Písek jílovitý	S5 CI	26	8	5	26	6	0,35	19,5	0,74

3.4 Posouzení základových poměrů

Na základě provedeného geologického průzkumu **lze základové poměry v místě plánované přístavby pavilonu F posuzovat jako složité** a to zejména z následujících důvodů:

- A)** existence několik metrů (až 3,5 m) mocné vrstvy heterogenních navážek
- B)** přítomnost železobetonové konstrukce protipožární nádrže pod povrchem terénu
- C)** relativně nízká únosnost místních rostlých zemin charakteru písčitých jílu (GT3) a jílovitých písků (GT4) v podloží výše zmíněných navážek, resp. konstrukce nádrže

Za pozitivní z hlediska základových poměrů lze považovat fakt, že v případě plošného zakládání, případně hlubinného zakládání **v hloubce do 10 m p. t. (227 m n. m.) nebudou základové konstrukce ovlivněny nepříznivým účinkem podzemní vody** (pravděpodobně silně agresivní). **Radonové riziko** stavebního pozemku bylo identifikováno na **nízké** úrovni a nebude tak nutné provádět ochranná opatření.

ad A) Zakládání objektu v mělkých hloubkách bude stíženo přítomností mocné polohy heterogenních navážek (GT2) vyskytujících se v rámci celé zájmové plochy. **V převážné části stavebního pozemku tvoří navážky až do hloubky 3,5 m p. t. (234,50 m n. m) zásyp bývalé protipožární nádrže**, jejíž konstrukce nebyla odstraněna. Tento geotechnický typ (GT2) lze komplexně **hodnotit jako nevhodný, resp. podmíněně vhodný** (po homogenizaci) pro situování základové spáry i pro tvorbu vrstev násypu či podloží konstrukce podlah. Nevhodnost navážek je dána především jejich rozdílnou konsolidací a ulehlostí v rámci plochy budoucí stavby. Vzhledem k tomu, že posouzení kvality navážek je provedeno pouze na základě několika vrtů nelze vyloučit, že se v rámci tělesa navážek nacházejí i materiály zcela nevhodné pro tvorbu únosných vrstev – např. stavební odpady, odpady organického původu, atd. Veškeré tyto skutečnosti mohou mít nepříznivý vliv na kvalitu podzákladí a ve svém důsledku vést např. k deformacím stavby následkem rozdílného sedání podloží.

ad B) V případě úvah o **hlubinném založení objektu** na pilotách nebo podsklepení objektu **budou zemní/vrtné práce značně komplikovány přítomností konstrukce dna protipožární nádrže**, která nebyla v minulosti kompletně odstraněna. Lze očekávat, že její masivní železobetonové dno ležící v úrovni zhruba 3,5 m p. t. (234,50 m n. m.) bude pro běžnou vrtnou technologii neprostupné, případně velmi komplikovaně prostupné, což ve svém důsledku povede k větší ekonomické náročnosti celého procesu zakládání.

ad C) **Jílovité písky (GT4) a zejména písčité jíly (GT3) tvořící rostlý terén pod navážkami, resp. dnem nádrže mají relativně nízké parametry únosnosti.** Navíc dochází k horizontálnímu i vertikálnímu prolínání těchto dvou geotechnických typů a nelze tak v rámci plochy budoucí stavby vyčlenit jednoznačný průběh vrstev (GT3 a GT4). Vzhledem k signifikantní roli jílu v rámci tohoto komplexu **doporučuji využívat pro statické výpočty pilot jednotné směrné normové charakteristiky dané pro GT3 pro celý sedimentární komplex.** Povrch rostlého terénu lze ve výpočtech uvažovat v úrovni 234,00 m n. m., tj. cca 4,0 m p. t. Povrch neogenních vápnitých jílu s mírně lepšími geotechnickými parametry lze na základě starších průzkumů v areálu FNOL očekávat v úrovni cca 220 m n.m. a níže, což je zhruba 17 m p.t.

3.5 Posouzení radonového indexu pozemku

Pro prostor budoucí přístavby pavilonu F byl – ve smyslu zákona č.18/1997 Sb. ve znění pozdějších předpisů a vyhlášky č.307/2002 Sb. o radiační ochraně ve znění pozdějších předpisů – **stanoven NÍZKÝ radonový index**. Kompletní protokol z uskutečněného měření s vyhodnocením je součástí přílohy této zprávy (Příloha 7).

3.6 Posouzení korozivity prostředí

Měření korozivity prostředí nebylo v rámci průzkumných prací prováděno. Nejbližší takovéto měření bylo uskutečněno v rámci inženýrsko-geologického průzkumu pro ústav molekulární a transplantační medicíny vzdálený cca 150 m SZ od zájmového území JANÍK, Oldřich (2010). Na základě tohoto průzkumu bylo identifikováno **prostředí má zvýšenou korozní agresivitu – stupeň III** podle ČSN 03 8375. Na základě těchto výsledků doporučuji provedení měření míry korozivity prostředí v rámci zájmového území.

4 Doporučení pro založení objektu a provádění zemních prací

V průběhu provádění a vyhodnocování geologického průzkumu nebyly známy základní specifikace projektovaného objektu, a proto následující doporučení jsou spíše všeobecného charakteru.

Zhotovitel průzkumu dále poukazuje na to, že není znám konkrétní rozsah a stav překryté konstrukce protipožární nádrže. Tyto skutečnosti mohou do značné míry ovlivnit zemní/vrtné práce během zakládání objektu. Z tohoto důvodu doporučuji v rámci přípravné fáze identifikovat rozsah a stav konstrukce nádrže.

4.1 Přípravné práce

V rámci této fáze **doporučuji upřesnit rozsah a stav konstrukce zasypané nádrže**. Z dostupných informací (historická koordinační situace areálu FNOL) je známa pouze přibližná poloha a hloubka bazénu. Není známo, jestli byly odstraněny svislé konstrukce bazénu a případně v jaké míře bylo odstraněno dno. Je možné, že jsou přítomny pouze reliktů dna, které nebudou významně ovlivňovat vrtné práce v případě hloubení pilot. Na druhou stranu v případě existence svislých konstrukcí nádrže může tato skutečnost nepříznivě ovlivňovat zemní a základové práce (zejm. zvýšené ekonomické náklady na odstranění) již v mělkých hloubkách pod terénem.

Z těchto důvodů **doporučuji provedení doplňujícího geofyzikálního průzkumu** budoucího prostoru výstavby. Vhodná geofyzikální metoda by dokázala určit plošný rozsah konstrukce nádrže, přítomnost svislých konstrukcí a v omezené míře taky stav těchto konstrukcí. Rovněž by dokázala upřesnit prostorový a hloubkový rozsah přítomných navážek v rámci budoucího staveniště. **Odhadovaná cena za geofyzikální průzkum plochy budoucí zástavby je 40 tis. Kč bez DPH.**

4.2 Plošné založení

Vzhledem k výše popsaným složitým základovým poměrům a menší technologické i ekonomické náročnosti, **lze doporučit spíše mělké plošné založení objektu** na základových pásech, případně základové desce (staticky náročnější objekt).

Při plošném zakládání bude nutné nejprve sejmut humózní horizont (GT1) a následně komplexně zhodnotit stav navážek (GT2). Vhodné bude provedení laboratorních testů zhutnitelnosti a statických zatěžovacích zkoušek, případně penetračních testů. Vzhledem k předpokládané heterogenitě je bude pravděpodobně nutné pod požadovanou hloubku založení odtěžit, homogenizovat a následně využít pro konstrukci zpětného hutněného zásypu. V případě kvalitního přepracování a následného zhutnění (PS100%) jednotlivých

konstrukčních vrstev zásypu je možné uvažovat s parametry únosnosti jako u GT3. Vzhledem k nízké únosnosti jemnozrnných zemin bude nutné počítat s náhradou materiálu v posledních konstrukčních vrstvách za vhodnější např. štěrkodrt'.

Jako vhodnější, ale ekonomicky náročnější se jeví varianta kompletního nahrazení navážek vhodným materiálem jiné provenience. V úvahu připadá např. zhotovení hutněného štěrkopískového polštáře.

Vhodnost zemin pro konstrukci násypu a zásypu je uvedena v následující tabulce (Tabulka 5).

4.3 Hlubinné založení

Při úvaze o hlubinném založení objektu na pilotech je nutno brát v potaz, že se skalní podloží nachází ve značných hloubkách. Z tohoto důvodu nelze uvažovat s vetknutím případně opřením pilot do pevného únosného podloží a **bude muset být využita technologie plovoucích pilot** v tuhých až pevných neogenních jílech (GT3) s nepravidelnými polohami ulehých jílovitých písků (GT4). **Pro statické výpočty únosnosti pilot doporučuji pro celý písčito-jílovitý komplex zemin v podloží navážek uvažovat hodnoty uváděné v tabulce pro GT3 (Tabulka 4).** V případě konstrukce pilot do hloubky 227, 00 m n. m. nebude jejich únosnost nepříznivě ovlivňována účinky podzemní vody.

Vzhledem k již popsané existenci dna železobetonové nádrže v hloubce 3,5 m p. t. bude odvrtání pilot ze současného terénu značně komplikované v důsledku přítomnosti ocelové výztuže. Z tohoto důvodu, v případě požadavku na hlubinné založení, doporučuji provést nejprve odstranění zásypu bazénu, demolici železobetonové konstrukce, následné zhotovení zpětného hutněného zásypu vzniklé stavební jámy. Piloty budou odvrtány až z takto vzniklé „zemní pláně“. Vrtatelnost typů místních zemin je uvedena v následující tabulce (Tabulka 5).

4.4 Provádění zemních prací

Veškeré průzkumem zastižené zeminy (GT3 GT4) lze dle ČSN 73 6133 považovat za zeminy **podmínečně vhodné** pro jejich použití do násypu i aktivní zóny komunikací. V důsledku zvýšené míry kapilární vztlakovosti je lze považovat za namrzavé až extrémně namrzavé. Pro antropogenní navážky (GT2) platí rovněž podmíněčná vhodnost v případě jejich kvalitního přetřídění a homogenizace. V tomto případě budou mít obdobné geomechanické vlastnosti jako GT3.

Odtěžbu všech zastižených geotechnický typů bude možné provádět běžnými stavebními stroji, v případě mělkých výkopů ručně, a proto dle ČSN 73 6133 je lze zařadit do **kategorie těžitelnosti tř. I.** Dle již neplatné normy ČSN 73 3050 Zemní práce spadají do kategorie těžitelnosti tř. 2-3.

V případě hloubení pilot bude možné tyto práce provádět běžnými technologiemi. Dle TP 67 spadají veškeré zastižené zeminy do **kategorie vrtatelnosti tř. I.**

Komplikace během odtěžby zemin případně během hloubení pilot mohou nastat při zastižení železobetonové konstrukce dna, případně svislých konstrukcí protipožární nádrže. V tomto případě **bude nutno využít speciální bourací techniku.** Z tohoto důvodu lze doporučit před započatím hloubení pilot nejprve odtěžit zásyp bazénu a provést demolici dna a ostatních konstrukcí.

Výkopy s nezatíženou horní hranou svahu do hloubky 1,3 m nepaženě ve všech soudržných zeminách. Hlubší výkopy doporučujeme svahovat v hloubkovém intervalu 1,3 - 3,0 m ve sklonu 2 : 1.

V následující tabulce jsou souhrnně uvedeny specifikace jednotlivých geotechnických typů z pohledu jejich využití a zpracovatelnosti (Tabulka 5).

Tabulka 5: Zatřídění zemin – těžitelnost, namrzavost a vhodnost pro další použití

Vrstva	pojmenování vrstvy	ČSN 73 6133	ČSN 733050 / 736133	ČSN EN ISO 14688-2 / ČSN 73 6133		
		třída/symbol	Třída těžitelnosti	zařazení zemin podle vhodnosti		namrzavost
				aktivní zóna	do násypu	
GT1	Humózní hlína	MIO – O	2-3 / I	bude skryta a uchována pro další využití		
GT2	Navážka	Nelze je heterogenní	2-3 / I	podmínečně vhodná (po homogenizaci)	podmínečně vhodná (po homogenizaci)	nebezpečně namrzavé
GT3	Písčitý jíl	F4 CS	2-3 / I	podmínečně vhodná	podmínečně vhodná	nebezpečně namrzavé
GT4	Písek jílovitý	S5 CI	2-3 / I	podmínečně vhodná	podmínečně vhodná	namrzavá

5 Závěr

Na základě požadavku objednatele (FNOL) byl proveden inženýrskogeologický průzkum staveniště před výstavbou přístavku pavilonu F v areálu Fakultní nemocnice v Olomouci.

Za účelem posouzení základových poměrů bylo v rámci staveniště provedeno 6 jádrových vrtů do hloubky 3,5 – 12 m p. t., odebráno 6 ks vzorků pro stanovení indexových vlastností zastižených zemin, geodetické zaměření a průzkum radonového indexu pozemku.

Průzkumné práce ověřily, že **v rámci prostoru plánované přístavby byla v minulosti situována protipožární nádrž**. Konstrukce nádrže (25 x 13 x 3,5 m) nebyla pravděpodobně zlikvidována, ale pouze překryta zeminou. Tato skutečnost byla ověřena vrtem **IS1, který v hloubce 3,6 m p. t. (234,46 m n. m.) narazil na neprostupnou železobetonovou konstrukci** reprezentující dno nádrže. Navážka tvořící **zásyp nádrže je heterogenního složení**. Tvoří ji zejména jemnozrnné zeminy - jílovité písky, jíly a písčité jíly většinou tuhé až pevné konzistence. Ve struktuře navážky byl zaznamenán stavební odpad, zbytky vegetace, škvára, popel a střepy. U dna nádrže (3,3 – 3,5 m p. t.) je v rámci vrtného jádra zaznamenána **poloha písčitých jílu o měkké konzistenci**.

Konkrétní rozsah a stav překryté konstrukce protipožární nádrže není znám. Tyto skutečnosti mohou do značné míry ovlivnit zemní/vrtné práce během zakládání objektu. Z tohoto důvodu **doporučuji provedení doplňujícího geofyzikálního průzkumu** budoucího prostoru výstavby. Cílem průzkumu bude určit plošný rozsah a stav konstrukce nádrže. **Odhadovaná cena za geofyzikální průzkum plochy budoucí zástavby je 40 tis. Kč bez DPH.**

Vrty zhotovené mimo bývalou nádrž ověřily rovněž přítomnost navážek obdobného charakteru a v obdobných mocnostech (2,5 - 3,5 m). Jejich podloží je tvořeno komplexem jílovitý písku a písčitých jílu převážně **o pevné až tuhé konzistenci**. **Polohy těchto dvou typů zemin se směrem do podloží variabilně střídají** a nemají v rámci budoucího staveniště nějakou jednoznačnou zákonitost. Skalní podloží nebylo do hloubky 12 m p. t. zastiženo. Obdobný geologický profil byl potvrzen i ve vrtech provedených v okolí staveniště (IS4-IS6).

Hladina podzemní vody nebyla ve vrtech zastižena. Na základě starších průzkumů lze souvislé zvodnění očekávat až v hloubkách od 225 m n. m. Historické analýzy podzemní vody prokázaly její **silnou agresivitu na železobetonové konstrukce v důsledku přítomnosti CO₂** (symbol „ha“).

Komplexně lze základové poměry hodnotit jako složité a to zejména kvůli existenci mocné vrstvy heterogenních navážek, přítomnosti železobetonové konstrukce nádrže pod povrchem terénu a relativně nízké únosnosti místních rostlých zemin charakteru písčitých jílu a jílovitých písku v podloží navážek.

Vzhledem k popsaným složitým základovým poměrům a menší technologické i ekonomické náročnosti **doporučuji mělké plošné založení objektu**.

V případě hlubinného zakládání bude muset být využita technologie plovoucích pilot konstruovaných v tuhých až pevných jílech (GT3) s nepravidelnými polohami ulehých jílovitých písku (GT4).

Pro statické výpočty únosnosti doporučuji pro celý písčito-jílovitý komplex zemin v podloží navážek uvažovat hodnoty uváděné pro GT3 (Tabulka 4). Povrch rostlého terénu lze ve výpočtech uvažovat v úrovni 234,00 m n. m., tj. cca 4,0 m p. t.

Radonový průzkum stavebního pozemku prokázal **NÍZKÝ radonový index**.

Měření míry korozivity prostředí nebylo provedeno, ale na základě historických dat lze očekávat **zvýšenou korozní agresivitu prostředí – stupeň III**. Z tohoto důvodu **doporučuji provedení průzkumu korozivity v rámci prostoru výstavby**.

Příloha 1

Situace lokality

Příloha 2

Situace průzkumných prací

Příloha 3

Geologické profily vrtů

Příloha 4

Geologické řezy územím

Příloha 5

Fotodokumentace vrtného jádra

Příloha 6

Laboratorní protokol

Příloha 7

Posouzení radonového indexu

Příloha 8

Měřická zpráva