

OBSAH

Textová část:

- 1. Úvod** - str. 2
- 2. Rozsah a metodika průzkumných prací** - str. 2
 - 2.1 Sondážní práce - str. 2
 - 2.2 Měřičské práce - str. 3
 - 2.3 Vzorkovací a laboratorní práce - str. 3
- 3. Přírodní poměry území** - str. 4
 - 3.1 Geomorfologické a klimatické poměry - str. 4
 - 3.2 Geologické poměry - str. 5
 - 3.3 Hydrogeologické poměry - str. 6
- 4. Vyhodnocení IG průzkumu** - str. 7
 - 4.1 Geotechnické zhodnocení základových půd - str. 7
 - 4.2 Zemní práce, těžitelnost a použitelnost zemin - str. 11
- 5. Možnosti likvidace srážkových vod** - str. 12
- 6. Závěr** - str. 13

Tabulky:

- 1 Seznam souřadnic a výšek sond - str. 3
- 2 Přehled provedených technických a laboratorních prací - str. 4
- 3 Přehled zjištěných hladin podzemní vody - str. 7
- 4 Geotechnické charakteristiky a očekávaná únosnost R_{dt} - str. 10

Přílohy:

- 1. Přehledná situace M 1 : 10 000
- 2. Podrobná situace M 1 : 2 000
- 3.1 - 3.6 Geologická dokumentace sond J1 - J6
- 4.1 - 4.2 Geologické řezy J1-J5-J3 a J2-J6-J4
- 4.3 Legenda ke geologické dokumentaci
- 5. Protokoly laboratorních zkoušek a rozborů
- 6. Fotodokumentace

Rozdělovník: výtisk č. 1 - 3
výtisk č. 4
výtisk č. 5

objednatel: VPÚ DECO Praha a.s.
ČGS - Geofond Praha
zhotovitel Global - Geo, s.r.o. Hradec Králové

1. ÚVOD

Předkládaný inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum je realizován jako podklad ke zpracování projektové dokumentace pro akci Rekonstrukce fotbalového stadionu v Hradci Králové. Průzkumné práce byly situovány na pozemcích p. č. 387/1 a 387/2 v k. ú. Malšovice u Hradce Králové.

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 vlastnosti podzemní vody) v místě investičního záměru, pro účely komplexního posouzení základových poměrů, návrhu vhodného způsobu založení objektů a možnosti likvidace srážkových vod.

Objednatel: VPÚ DECO PRAHA a.s., Podbabská 1014/20, Praha 6, 160 00

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

Kraj: Královéhradecký

Katastrální území: Malšovice u Hradce Králové, kód 646997

Pro lokalizaci sond a závěrečné vyhodnocení zakázky poskytl odpovědný zástupce zadavatele situační zaměření lokality, se zákresem stávajících podzemních inženýrských sítí v elektronické podobě ve formátu dwg.

2. ROZSAH A METODIKA PRŮZKUMNÝCH PRACÍ

Náplň i rozsah prací pro posouzení základových poměrů zahrnuje realizaci 6 ks jádrově a spirálově hloubených vrtů (J1 až J6) do hloubky 11,0 - 15,0 m. Umístění vrtů je patrné na výřezu katastrální mapy v měřítku 1 : 2000, viz Podrobná situace - příloha č. 2.

2.1 Sondážní práce

Průzkumné vrty, v celkové metráži 83 m, zhotovily ve dnech 19.07. - 22.07. 2016 firmy GEO krtek s.r.o., Pardubice a AZ AQUA-GARDEN s.r.o., Pardubice, technologií jádrového a spirálového vrtání. Vrty byly vyhloubeny mobilní vrtnou soupravou UGB 50 PV3S pomocí jádrového a spirálového vrtáku ø 220 mm a 156 mm s technologickým provozním pažením. Průměry vrtného nářadí a intervaly vrtání jsou součástí geologické dokumentace jednotlivých vrtů v příloze č. 3.1 - 3.6. Dle jednotlivých profilů provedených sond byly sestrojeny dva geologické řezy, které jsou součástí přílohy č. 4.1 a 4.2.

Okamžitě po odvrtání a vyhloubení byl výnos popsán geologem, provedena jeho fotodokumentace a ověřování. Výnos jádra u všech sond činil 100 %.

Vrt J5 byl vystrojen perforovanou PVC rourou ø 120 mm a byla na něm provedena nálevová vsakovací zkouška.

Po ukončení technických prací na lokalitě byl vrtný výnos skartován a sondy likvidovány zpětným záhozem.

2.2 Měřické práce

Představují vytyčení vrtů a jejich zaměření pomocí pravoúhlých pořadnic, vztažených k nejbližším geodeticky zaměřeným objektům. Souřadnice mají sondy odečtené z digitálního mapového podkladu. Výškově jsou sondy zaměřeny nivelačním strojem SOUTH NL 26.

Získané souřadnice X a Y v systému JTSK a výšky v systému Balt po vyrovnání jsou sestaveny v následující tabulce.

Tabulka č. 1 - Seznam souřadnic a výšek sond

Sonda	Souřadnice		z (m n. m.)
	Y	X	
J1	640235.17	1042750.25	229.40
J2	640135.58	1042726.32	229.51
J3	640202.17	1042887.61	229.42
J4	640102.58	1042863.68	229.41
J5	640218.67	1042818.93	229.41
J6	640119.08	1042795.00	229.42

Rozmístění realizovaných vrtů zachycuje podrobná situace v příloze č. 2.

2.3 Vzorkovací a laboratorní práce

V rámci zpracování zakázky odebral řešitel akce pro charakteristiku prostředí celkem 2 ks porušených vzorků zemin (P) a 1 vzorek podzemní vody (V).

Vzorky zemin byly uloženy do PE sáčků pro zachování přirozené vlhkosti, voda byla odebrána odběrným válcem do PVC lahve o objemu 1 l.

Veškeré vzorky jsou zpracovány, v laboratoři mechaniky zemin a analýzy stavebních vod - LAHUČKÁ Blanka Pardubice, laboratorními rozbory v souladu s postupy specifikovanými:

ČSN CEN ISO/TS 17892-1 Stanovení vlhkosti zemin

ČSN CEN ISO/TS 17892-4 Stanovení zrnitosti zemin

ČSN EN 206 Zkrácený rozbor vody pro stavební účely

Na základě zrnitostních rozborů je provedena klasifikace vzorků zemin podle:

ČSN 73 6133 Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací

ČSN EN ISO 14688-1 Geotechnický průzkum a zkoušení. Pojmenování a zařizování zemin - Část 1: Pojmenování a popis

ČSN EN ISO 14688-2 Geotechnický průzkum a zkoušení - Pojmenování a zařizování zemin - Část 2: Zásady pro zařizování

Dále jsou ze zrnitostních analýz dopočítány hodnoty filtračních součinitelů (metoda Mallet-Pacquant) a odvozena namrzavost.

Rozbory podzemní vody pro stavební účely

Vzorek podzemní vody byl podroben zkrácenému rozboru pro stavební účely a jednotlivá stanovení odpovídají interním metodikám laboratoře. Analýza je omezena na základní ukazatele agresivity kapalného prostředí: pH, tvrdost, agresivní CO_2 , obsah Mg^{2+} , NH_4^+ , SO_4^{2-} a celkový obsah rozpuštěných látek.

Vzorek podzemní vody je zařazený ve znění aktuální ČSN EN 206 „Beton: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda“ – tab.2 (klasifikace agresivity chemického prostředí odpovídá **neagresivnímu stupni**).

Výsledky laboratorních zkoušek zemin, křivky zrnitosti, klasifikace, hodnoty filtračního součinitele „k“ (m.s^{-1}) a protokolu rozboru podzemní vody obsahuje příloha č. 5.

Tabulka č. 2 - Přehled provedených technických a laboratorních prací

Sonda	Hloubka sondy (m)	Odebraný druh vzorku (stav, hloubka)	Provedené rozbory	Číslo vzorku
J2	15,0	P : 8,6 - 8,9 m	Iz	102
J3	15,0	P : 8,0 - 8,4 m	Iz	104
J2	15,0	V : 1,3 m	-	103

Vysvětlivky :

P - porušený vzorek Iz - indexové zkoušky, zrnitost V - voda

Výsledky laboratorních zkoušek zemin a vod, křivky zrnitosti, klasifikace, hodnoty filtračního součinitele „k“ (m.s^{-1}) obsahuje příloha č. 5.

3. PŘÍRODNÍ POMĚRY ÚZEMÍ

Předmětná lokalita se nachází v areálu fotbalového stadionu v Hradci Králové v k.ú. Malšovice u Hradce Králové. Prostor průzkumu je prakticky rovinný, s nadmořskou výškou okolo 229 m n. m.

3.1 Geomorfologické a klimatické poměry

Geomorfologicky náleží zájmové území do oblasti Východočeské tabule, celku Východolabské tabule, k podcelku Pardubické kotliny a okrsku Královéhradecké kotliny (VIC-1C-a).

Dle Atlasu podnebí (ČHMÚ 2007) se jedná o teplou klimatickou oblast okrsku W 2, ve znění Quittovy klasifikace, s průměrnou roční teplotou vzduchu 8 - 9 °C.

Podle klimatické stanice ČHMÚ Nový Hradec Králové činí dlouhodobý srážkový normál 616,8 mm, srážkový úhrn ve vegetačním období je 390 mm, v zimním období pak 227 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.

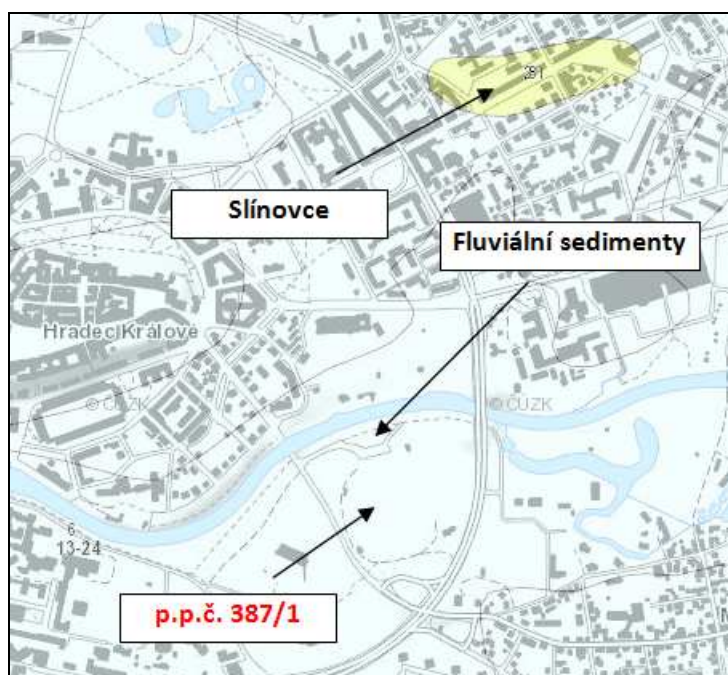
Orientační hloubka promrzání, stanovená pro výškové pásmo 200 - 300 m n. m., na základě návrhové hodnoty indexu mrazu ($\text{Im}_d = 375 \text{ °C.den}$), vychází na 0,97 - 1,15 m.

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

Posuzované území přísluší z regionálně - geologického hlediska k jihovýchodnímu okraji České křídové pánve, k litofaciální oblasti labské, s monoklinálně uloženými zpevněnými pelitickými sedimenty tvořícími monotónní souvrství.



Výřez geologické mapy M 1 : 50 000 (ČGS, 2016, upraveno)

Předkvartérní podloží

Předkvartérní podloží je budováno březenským souvrstvím (stáří svrchní křída - coniak, santon). Litologicky se jedná o slínovce, šedé, při hranici s kvartérními sedimenty až nazelenale hnědošedé barvy, silně až zcela zvětralé, resp. slabě zpevněné, střípkovitě a destičkovitě rozpadavé. Směrem do hloubky postupně přecházejí do mírně zvětralých až navětralých partií, s tence až tlustě deskovitou odlučností. Pukliny mají zčásti sevřené a zajiřované, lokálně otevřené a zvodněné. Mocnost uvedeného souvrství činí téměř 200 m, celková mocnost sedimentů křídového útvaru pak dosahuje cca 400 m.

Subhorizontální strop eluviálních zvětralých slínovců byl zastižen všemi průzkumnými vrty a to v hloubce 10,00 - 11,95 m pod stávajícím povrchem terénu.

Kvartérní pokryv

Křídové poloskalní horniny překrývá výrazná akumulace kvartérních sedimentů fluvialního původu. Písky (\pm se šterky) a písčité šterky, řazené do svrchního pleistocénu, náležejí k nejmladším terasovým stupňům na soutoku Labe a Orlice. V zájmovém prostoru dosahují celkové mocnosti 7,70 - 9,45 m. Svrchu se nacházejí stejnozrné špatně vytríděné písky bez šterků. Pod ustálenou HPV v souvrství převažují středně až hrubozrné stejnozrné písky s proměnlivým obsahem šterkové frakce, složené z polozaoblených až dokonale oválných valounů křemene a hornin krystalinika, velikosti převážně do 4-6 cm. Polymiktní písčité šterky s valouny do 10 cm jsou vyvinuty jednak bázi terasy tak i ve vyšších polohách zemního profilu v mocnosti od 0,30 m do 8,20 m. Jednotlivé druhy zemin mají neostře a pozvolné hranice. Pleistocénní fluvialní sedimenty jsou překryty uloženinami holocenního stáří, reprezentované soudrznými i nesoudrznými zeminami - písčitými a šterkovitými jíly, jíly s nízkou plasticitou, jílovitými písky a lokálně i slabou vrstvou organik. Jako celek se jedná o přeplavené fluvialní a eolické sedimenty.

Navážky souvisle pokrývají celou plochu zájmového území v mocnosti do 0,90 m. Navážky mají charakter písčité hlíny a hlinitého písku. V souvislosti se stavební činností v minulosti se v severní části pozemku vyskytují navážky v podobě stavebního materiálu (zbytky cihly, kameniva a betonu).

Nejsvrchnější člen vrstevního sledu představuje humózní vrstva, dosahující tloušťky do 0,25 m, tvořená vesměs písčitou hlínou s kořenovým systémem a s drnem na povrchu.

3.3 Hydrogeologické poměry

Podle mapy hydrogeologického členění ČR náleží lokalita do rajónu základní vrstvy č. **4360 Labská křída**. Rajón zahrnuje centrální část křídové pánve. V plochém povrchu rajónu dominuje březenské souvrství v nepropustné jílovité labské facii. Rajón je vymezen 4. kolektorem v přípovrchové zóně slínovců, jílovců a prachovců v podloží kvartérních sedimentů a je dotován buď přímou infiltrací srážek, nebo přítokem v místech absence slínového izolátoru. Toto zvodnění je 15 - 50 m mocné a vyznačuje se volnou až mírně napjatou hladinou podzemní vody, průlinovo-puklinovou propustností s nízkou transmisivitou v řádu 10^{-4} m/s⁻¹. Hladinu podzemní vody v křídových slínovcích se podařilo narazit vrtem J2 v hloubce 12,40 m p.p.t.

Území spadá rovněž do rajónu svrchní vrstvy č. **1110 Kvartér Orlice**. Do rajónu patří fluvialní uloženiny od soutoké oblasti Tiché a Divoké Orlice na východě, po soutok Orlice s Labem na západě. Kvartér je uložen na svrchnokřídových horninách, které tvoří relativně nepropustné podloží. Proto je v šterkopískových akumulacích teras vytvořena souvislá zvodnělá vrstva. Mocnost zvodnělé vrstvy se pohybuje od 5 do 15 m s místními anomáliemi podle konfigurace křídového reliéfu. Kolektor šterkopískové terasy je dotován v celé ploše atmosférickými srážkami.

Hladina podzemní vody je převážně volná. Propustnost je průlinová, koeficient filtrace se pohybuje v rozmezí řádu $n \cdot 10^{-4}$ - $n \cdot 10^{-5}$ m. s⁻¹. Hladina podzemní vody byla průzkumem zastižena všemi šesti vrty. Jejich hloubky jsou zapsány v tabulce č. 3.

Tabulka č. 3 - Přehled zjištěných hladin podzemní vody

Sonda	Hladina podzemní vody				Poznámka
	naražená (m)	m n. m.	ustálená (m)	m n. m.	
J1	2,60	226,80	2,40	227,00	Q - písek ± štěrk
J2	1,80	227,71	1,37	228,14	Q - písek ± štěrk
J2	12,40	217,11	-		K - slínovce
J3	1,80	227,62	1,60	227,82	Q - písek ± štěrk
J4	-		1,70	227,71	Q - písek ± štěrk
J5	1,80	227,61	1,65	227,76	Q - písek ± štěrk
J6	1,70	227,72	1,60	227,82	Q - písek ± štěrk

Z přehledu tabulky č. 3 vyplývá, že průzkumnými pracemi byla na lokalitě zjištěna jak kvartérní, tak i křídová zvědeň.

Zastižená kvartérní zvědeň je vázaná na terasové štěrkopísky. Má volnou souvislou hladinu, ustálenou v hloubce 1,37 - 2,40 m pod stávajícím povrchem terénu, tj. na kótě 227,00 - 228,14 m n. m. Dlouhodobý rozkyv hladin v území činí minimálně ± 0,5 m.

Z hydrologického hlediska se zájmová parcela nachází v povodí Orlice s číslem dílčího hydrologického pořadí 1-02-03-0690-0-00.

Zájmová lokalita se z hlediska regionální ochrany zdrojů podzemní vody nenachází v chráněné oblasti přirozené akumulace vod - CHOPAV (dle §28 z.č. 254/2001 Sb.), není součástí pásma hygienické ochrany - PHO (dle §30 z.č. 254/2001) ani neleží v ochranném pásmu vodních zdrojů.

4. VYHODNOCENÍ IG PRŮZKUMU

Celkový charakter prostředí dokumentuje 6 geologických profilů jednotlivých sond v přílohách č. 3.1 až 3.6. a 2 geologické řezy v přílohách 4.1 a 4.2.

Zastižené zeminy jsou zatříděny jednak v souladu s klasifikačním systémem již neplatné, avšak stále ještě používané ČSN 73 1001 „Základová půda pod plošnými základy“, resp. dle přílohy A nové ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“, která vychází ze stejné klasifikace. Dále je uvedeno též zatřídění ve znění nové ČSN EN ISO 14688 „Geotechnický průzkum a zkoušení“. V geologických popisech a v dalším textu obě klasifikace odděluje lomítko.

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

4.1 Geotechnické zhodnocení základových půd

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

- humózní vrstva - hlína písčitá
- navážka
- jíl písčitý

- jíl štěrkovitý
- jíl nízkou plasticitou
- písek jílovitý
- organické zeminy
- písek špatně zrněný
- písek s příměsí jemnozrnné zeminy
- štěrk špatně zrněný
- štěrk s příměsí jemnozrnné zeminy
- slínovec zcela zvětralý
- slínovec silně zvětralý

Humózní vrstva

V podobě drnu s příslušným kořenovým systémem a písčitou hlínou, klasifikovaná tř. F3 MS-O / saSiOr, souvisle pokrývá celou zájmovou plochu. Bude představovat samostatnou skryvku v mocnosti do 0,10 - 0,25 m. Z hlediska následného využití pro rekultivace po dokončení stavby se pro vysoký obsah prokořenění nejedná o vhodnou zeminu.

Antropogenní navážka

Představuje zeminy tvořící maximálně 0,90 m mocnou vrstvu po obvodu fotbalového hřiště. Navážky byly zastiženy všemi vrty do hloubky 0,50 - 1,00 m pod povrch terénu. Lze je zařadit k soudržným i nesoudržným zeminám. Zemní profil je tvořen především hlinitopísčitymi zeminami tř. F3 MS-Y /saSiMg a S4 SM-Y / grsiSaMg s příměsí štěrku do 4 cm. Sondami J1 a J2 byly ověřeny navážky v podobě stavebního materiálu (zbytky cihel, betonu a kameniva) tř. G-Y / grMg a G4 GM / GrMg.

Jíl písčitý, jíl s nízkou plasticitou, písek jílovitý, organické zeminy

Tyto zeminy představují přeplavené fluvialní sedimenty holocenního stáří. Jedná se o zeminy tř. F4 CS / saCl, grsaCl; F6 CL / Cl, siCl; S5 SC / clSa; O / Or. Zastižené zeminy jsou převážně zvodnělé s tuhou až pevnou konzistencí, s $I_c = 0,50 - 1,00$. Převážná část přeplavených sedimentů slabě zapáchá. Podle tab. 3 ČSN EN ISO 14688-2 předmětné zeminy patří do skupiny nízko-organických zemin, obsahem 2 - 6 % organických látek v % hmotnosti suché navážky; organické látky se vyskytují jak v podobě jemně rozptýlené, způsobující tmavou barvu, tak makroskopické, jako rostlinné zbytky v různém stupni rozkladu, soustředěné do nepravidelných vrstviček. Výše popsané zeminy pokrývá prakticky celé zájmové území o mocnosti jednotlivých vrstev 0,15 - 1,35 m. Vzhledem k obsahu organických látek se jedná o nevhodné zeminy použitelné pro zpětné využití rekultivace po dokončení stavby.

Písek špatně zrněný

Představuje nesoudržný fluvialní sediment. Vyskytuje se převážně pod HPV, v hloubkovém intervalu cca 1 - 7 m p. t. V kvartérním souvrství je vymezený na základě vizuálních charakteristik, v polohách proměnlivé mocnosti od 0,60 m do 3,30 m. Vytváří neostře a pozvolné přechody mezi písky a štěrky tř. S3 a G3. Je vesměs hrubozrnný, středně ulehlý, s očekávanou relativní hutností $I_D = 0,35 - 0,45$, nenamrzavý a propustný

($k = 2,2 \times 10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$), s nepatrnou výškou kapilární vztlácnosti h_s . Z hlediska vhodnosti pro aktivní zónu komunikací i pro násyp spadá do skupiny zemin podmíněčně vhodných.

Písek s příměsí jemnozrnné zeminy

Reprezentuje na budoucím staveništi druhý nejrozšířenější nesoudržný fluvialní sediment. Vyskytuje se jak v připovrchových, ve středních, tak i ve spodních úsecích kvartérního souvrství údolní terasy. Je zde zastoupený ve dvou odlišných formách. Ve svrchních partiích, nad ustálenou HPV a nejvýše do hloubky okolo 2 m pod stávajícím povrchem terénu, vytváří v zájmovém území polohu v podobě jemno až střednězrnné, stejnozrnné složky s nízkým obsahem šterkové frakce, tř. S3 S-F / grSa. Makroskopickým zhodnocením je obsah šterků do 10 % vel. do 3 cm, kterou tvoří polozaoblené až dokonale oválné valouny, křemene a hornin krystalinika.

Ve středních a nižších partiích souvrství, v hloubce až do necelých 11 m p. t., se vyskytuje jako středně až hrubozrnný, s variabilním množstvím šterkové frakce, cca 20 - 30 %, velikosti až do 6 cm tř. S3 S-F / grSa.

Z hlediska zrnitostního složení je u předmětného písku možné očekávat relativní hutnost hlavně při spodní hranici normového rozpětí pro zeminy středně ulehlé, tj. $I_D = 0,35 - 0,40$. Na střední ulehlost zeminy ukazuje též náchylnost písku ke ztekucení. Jako celek se uvedený písek řadí k zeminám mírně namrzavým a propustným ($k = 1,20 \cdot 10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$), s nepatrnou výškou kapilární vztlácnosti h_s . Z hlediska vhodnosti pro aktivní zónu komunikací je podmíněčně vhodný, pro násyp vhodný.

Šterk špatně zrněný, šterk s příměsí jemnozrnné zeminy

V zájmovém prostoru vytváří souvislou vrstvu převážně na bázi kvartérního souvrství o mocnosti 0,30 - 8,20 m. Jedná se o polymiktní šterk s výplní jemně až střednězrnného písku, tř. G3 G-F / saGr, G2 GP / saGr. Valouny tvoří hlavně křemen a horniny krystalinika, které jsou většinou polozaoblené, o maximální velikosti do 7 cm, v nižších polohách až do 12 cm.

Na základě praktických zkušeností z regionu patří šterk mezi zeminy středně ulehlé, s relativní hutností v horní polovině normového intervalu ($I_D = 0,50 - 0,65$).

Slínovec zcela zvětralý

Představuje strop křídových hornin, ověřený v hloubce 10,50 - 12,30 m pod povrchem stávajícího terénu. Dosahuje mocnosti 0,45 až 1,10 m. V dokumentaci je souhrnně označený třídou R6. Při rozhraní s kvartérními sedimenty má charakter jílu pevné konzistence ($I_c > 1,00$), s relikty a úlomky mateční horniny, níže zachovalou strukturu laminovaného prachovitého jílu, rozpadavého na drobné, v ruce drobné úlomky.

Slínovec silně zvětralý

Podle petrografického popisu je vymezený od hloubky 10,45 - 13,50 m pod stávajícím terénem a čtyři 15-ti metrové vrtý v něm byly ukončeny.

V prostoru budoucího staveniště jej lze charakterizovat jako málo zpevněný, laminovaný až tence deskovitý, rozpadavý na ploché destičkovité úlomky, v ruce obtížně lámatelné. V dokumentaci je klasifikovaný třídou R5.

Dle tabulky 5 ČSN EN ISO 14689-1 patří mezi velmi měkké horniny, s velmi nízkou pevností v prostém tlaku v normovém rozpětí $\sigma_c = 1,0 - 5,0$ MPa. Očekávaná únosnost R_{dt} odpovídá tvrdé konzistenci.

Vzhledem k zastiženým zeminám doporučuji situovat **základovou spáru** stožárů (tzv. lizátek) do prostředí silně zvětralých slínovců třídy **R5**, jejichž povrch byl průzkumem zastižen v hloubce 11,50 - 13,60 m pod povrchem terénu.

Ze zjištěných inženýrskogeologických poměrů vyplývají, pro předpokládaný způsob hlubinného zakládání na vrtaných pilotách, opřených (vetknutých) do podloží silně zvětralých slínovců tř. R5, **složitě základové poměry**. Základová půda se nebude výrazně měnit, ale podzemní voda bude negativně ovlivňovat průběh zakládání. Podle tabulky č. 6. původní ČSN 73 1001 se v případě tř. R5 jedná o poloskalní horninu s velmi nízkou pevností. Orientační pevnost v prostém tlaku $\sigma_c = 1,5 - 5$ MPa. Hustotu diskontinuit hodnotíme dle ČSN EN ISO 14689-1 jako velmi malou až malou, což odpovídá vzdálenosti **20 - 200 mm**. Předpokládaná únosnost R_{dt} se pohybuje okolo **300 kPa**. Pro statické výpočty lze využít níže uvedené hodnoty.

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

PARAMETR \ DRUH	Hlína písčítá F3MS-Y/ grsaSiMg pevná	Písek jílovitý S5SC/ siSa tuhý až pevný	Jíl písčitý F4 CS/ saCl tuhý až pevný	Písek S3S-F/Sa středně ulehlý	Písek S2SP/ grSa středně ulehlý	Štěrk G3G-F/ saGr středně ulehlý	Slínovec R6 / F6- F8 zcela zvětralý	Slínovec R5 silně zvětralý
Poissonovo číslo ν (1)	0,35	0,35	0,35	0,30	0,28	0,25	0,42	0,30
Převodní součinitel β (1)	0,62	0,62	0,62	0,74	0,78	0,83	0,37	0,74
Objemová tíha γ (kN.m ⁻³)	18,00	18,5	18,5	17,50	18,50	19,00	20,50	21,50
Modul přetvárnosti E_{def} (MPa)	12	9	7	16	23	85	8	40
Úhel vnitřního tření zeminy								
efektivní ϕ_{ef} (°)	28	27	24	29	32	32	17	-
totální ϕ_u (°)	13	-	3	-	-	-	3	15
Soudržnost zeminy								
efektivní c_{ef} (kPa)	30	7	20	0	0	0	19	-
totální c_u (kPa)	65	-	60	-	-	-	80	150
Tab. výpočtová únosnost R_{dt} (kPa)	230**	175*	160**	180* ₊	230* ₊	300* ₊	160**	300***

- * platí pro šířku základu $b = 1$ m a hloubku založení $h = 1$ m
- + hodnoty jsou upravené vzhledem ke střední ulehlosti zemin (x součinitel 0,65)
- ** platí pro šířku základu $b \leq 3$ m a hloubku založení $h = 0,8 - 1,5$ m
- hodnoty odpovídají pevné konzistenci
- *** R_{dt} platí pro tvrdou konzistenci

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

Zjištěné hodnoty geotechnických parametrů platí v přirozeném stavu. V průběhu výstavby je třeba základovou půdu chránit proti mechanickému porušení, klimatickým vlivům a zaplavení.

V případě výskytu neočekávaných anomálií při zakládání, doporučuji provést posouzení geologem a konzultaci s odpovědným projektantem.

Při návrhu a realizaci základů se doporučuje dodržovat následující zásady:

- veškeré zemní práce v soudržných zeminách je žádoucí provádět v klimaticky příznivém období a s minimem srážek
- v soudržných zeminách zvyšovat únosnost v ZS pomocí ŠD není vhodné, z důvodu možné akumulace prosakujících srážkových vod v nich a z toho plynoucí další degradace zemin v podloží; ZS je lepší ochránit podkladním betonem
- základovou spáru chránit proti přítoku vody z okolního území, nenechávat ji dlouho odkrytou, případně výkopy dohloubit těsně před betonáží
- v průběhu výstavby při nedokončených okapech nenechávat zbytečně dešťovou vodu ze střechy rozlévat po povrchu a zatékat přímo do podzákladí objektu

Uvedená opatření mají za cíl zabránit zeminám náchylným k rozbídnutí styk s jakoukoli déle působící vodou, neboť soudržné jílovité zeminy při saturaci rychle mění konzistenci a ztrácejí únosnost.

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 zeminy a horniny z hlediska těžitelnosti a rozpojitelnosti řadí do následujících tříd:

- humózní vrstva	tř. 2 / I
- hlína písčitá, písek hlinitý - navážky	tř. 2 / I
- navážky - stavební materiál	tř. 3-6 / I - III
- jíl písčitý	tř. 3 / I
- jíl s nízkou plasticitou	tř. 3 / I
- písek jílovitý	tř. 3 / I
- písek s příměsí jemnozrnné zeminy, nad HPV	tř. 2 / I
- písek špatně zrněný, nad HPV	tř. 2 / I
- písek s příměsí jemnozrnné zeminy, zvodnělý	tř. 3 / I
- písek špatně zrněný, zvodnělý	tř. 3 / I
- štěrk špatně zrněný	tř. 3 / I
- štěrk s příměsí jemnozrnné zeminy	tř. 3 / I
- slínovec zcela zvětralý	tř. 3 / I
- slínovec silně zvětralý	tř. 4 / II

Zemní práce a výkopy na budoucím staveništi budou prováděny nad i pod ustálenou HPV převážně v štěrko-písčitých zeminách, zařazených do tříd 2 - 3 / I. Prostředí antropogenních navážek řadíme do tříd těžitelnosti 3 - 6 / I - III. Procentuální zastoupení jednotlivých tříd lze podle potřeby a s ohledem na hloubku navržených výkopů blíže odvodit z geologických řezů v přílohách č. 4.1 - 4.2, případně z dokumentace jednotlivých sond v přílohách č. 3.1 - 3.6.

Pro hlubinné zakládání objektu na pilotách náleží zeminy a horniny, ve znění ceníku stavebních prací pro zvláštní zakládání objektů 800/2, příl. 2/1 - 2/3, do I. třídy, s nutností hloubení pod ochranou ocelovými pažnicemi ve zvodněných zeminách a v zeminách se sníženou konzistencí.

Soudržné zeminy získané ze základů stavby nejsou z důvodu nepříznivého složení a vesměs vysokého převlhčení (zeminy tuhé konzistence) do násypů a zpětných zásypů v přirozeném stavu vhodné. Zásypy výkopů pro inženýrské sítě je dle ČSN 72 1006 „Kontrola zhutnění zemin a sypanin“ nutné hutnit min. na 95% PS, v aktivní zóně komunikací (tj. 0,50 m pod plání) a betonových podlah na 100% PS. Zásypy výkopů v komunikacích a zpevněných plochách se z těchto důvodů doporučuje realizovat z kvalitního únosného a dobře hutnitelného materiálu (např. betonový recyklát charakteru písčitého štěrku, ŠD, písčité štěrky apod.), podkladní vrstvy ze ŠD fr. 0-63 mm, které zabrání možnému prosednutí povrchu v budoucnu. Soudržné zeminy jsou obecně málo únosné, při styku s vodou rozbředavé a jejich pouhé přehutnění nebude dostačovat. V případě výskytu jílovitých zemin ve výkopech v komunikacích a zpevněných plochách je žádoucí jejich 100% výměna. Soudržné zeminy lze v zásadě využít jen pro zásypy v zelených pásích, nenosné násypy a terénní vyrovnávky.

Směsné druhy zemin (promíchané jílovité zeminy s pískem, jílovitým eluvem a úlomky slínovce, které se na vzduchu rychle rozpadají na drobné střípky), získané při hloubení pilot, nejsou obecně pro násypy a zásypy vhodné, z důvodu jejich nerovnoměrného složení a velkého převlhčení. Zeminy s vlhkostí větší než 3% od vlhkosti optimální (tj. zeminy převlhčené) není možné zhutnit na požadované parametry a nelze na nich dosáhnout ani minimální míry zhutnění $D = 95\%$ PS. Po předchozím částečném osušení je možné je zabudovat do terénních vyrovnávek, nebo odvézt a deponovat na příslušné skládce odpadu.

5. MOŽNOSTI LIKVIDACE SRÁŽKOVÝCH VOD

Výchozím předpokladem pro možnost realizace bezrizikového zasakování je vhodnost kvartérního pokryvu, který je pro daný záměr rozhodující. Z průzkumu je zřejmé, že pro likvidaci vod vsakem jsou v prostoru staveniště vhodné hydrogeologické poměry. Prostředí písků a štěrkopísků zaručuje při vhodném návrhu vsakovacích prvků bezproblémový převod vod do kvartérní zvodně, která ovšem nemá pro dodržení zákonné podmínky nepřímé infiltrace dostatečné krytí.

Pro zjištění koeficientu vsaku, který je jedním ze zásadních parametrů pro návrh likvidace srážkových vod ve smyslu ČSN 75 9010 byla na sondě J5 provedena nálevová vsakovací zkouška. Princip provedení spočívá v jednorázovém nálevu předem definovaného množství vody do vsakovacího objektu a v měření času, za který dojde k poklesu hladiny určitou výšku sloupce. Výsledkem je stanovení koeficientu vsaku $k_v [m.s^{-1}]$, který charakterizuje vsakovací schopnost zkoumaného horninového (zemního) prostředí v dané lokalitě.

Výpočty koeficientu vsaku

Vsakovací zkouška na sondě **J5** byla provedena dne 08.08.2016, s předchozím zaměřením hladiny podzemní vody v hloubce 1,85 m p.p.t. Měření bylo provedeno jednorázovým nálevem tak, že přímo do sondy bylo najednou aplikováno 180 l vody. Hladina v sondě zůstala na stejné úrovni. Prostředí fluviálních sedimentů tedy bez problému absorbovalo celý objem nálevu.

Koeficient vsaku: $k_v = Q_{zk} / A_{zk} [m.s^{-1}]$

Q_{zk} - přítok vody do průzkumného objektu během zkoušky $1,5 \cdot 10^{-3} m^3.s^{-1}$

A_{zk} - zkušební vsakovací plocha $0,05 m^2$

Po dosazení příslušných hodnot je $k_v = 3 \cdot 10^{-2} m.s^{-1}$

Vzhledem k vysoko položené hladině podzemní vody tak může být pro vsak srážkových vod použit jakýkoli správně nadimenzovaný bodový vsakovací prvek (vsakovací šachta, skruže, voštinové bloky), který bude zapuštěn do štěrkopísčitých nezvodnělých sedimentů v hloubce max. 1 m p.p.t. Pro nadlepšení vsakovacích schopností je účelné vsakovací prvek opatřit štěrkovým obsypem. I při maximu hladin podzemní vody v rámci režimního kolísání při jarním tání, tak bude zajištěna infiltrace dešťových vod dostatečnou vrstvou propustných zemin. Zákonná podmínka nepřímé infiltrace do konečného recipientu bude dodržena.

Navrhovaným řešením likvidace srážkových vod nebudou při dodržení min. 3 m odstupové vzdálenosti od objektů ohroženy jejich základové poměry. Dodržení min. 2 - 3 m odstupové vzdálenosti se doporučuje i od sousedních pozemků. V okolí vsakovacího prvku se pouze dočasně zvedne hladina podzemní vody, která bude přirozeně nivelizovat do své ustálené úrovně. Rovněž jakost ani vydatnost případných studní na okolních parcelách nebude ohrožena. Střešní krytiny musí navíc vyhovovat hygienickým požadavkům kladeným na výrobky. Křídová zvodeň je kryta svými nepropustnými zvětralinami a nebude dotčena vůbec.

6. ZÁVĚR

Předkládaná zpráva shrnuje výsledky provedeného inženýrskogeologického a hydrogeologického průzkumu pro akci ve fotbalovém areálu v Hradci Králové v k. ú. Malšovice u Hradce Králové.

Geologické a hydrogeologické poměry zájmového území jsou podrobně popsány v kapitole 3, geotechnické poměry vyhodnoceny v kap. 4. Nedílnou součástí zprávy tvoří všechny její přílohy.

Strop podložních slínovců se nachází v hloubce 10,50 - 12,30 m pod povrchem stávajícího terénu. Při rozhraní s kvartérními sedimenty je silně až zcela zvětralý, pevné konzistence s $I_c > 1,00$, klasifikovaný tř. F6-F8 / R6 / C1. Navazující poloha slínovců až do hloubky 15 m (pozn. ukončení vrtu) pod stávající povrch terénu je silně zvětralá, řazená mezi horniny tř. R5 s velmi nízkou pevností v prostém tlaku.

Podzemní voda byla naražena všemi průzkumnými sondami s ustálenou hladinou v hloubce 1,37 - 2,40 m p.p.t. S přihlédnutím k výše uvedeným poznatkům je možné základové poměry na lokalitě hodnotit jako složité.

Vzhledem k zastiženým zeminám se jako nejvhodnější řešení jeví hlubinné založení stožárů na vrtaných pilotách, opřených (vetknutých) do podložních slínovců tř. R5. Z důvodu výskytu kvartérního a křídového zvodnění je nutné provádění betonáže pilot do ustálené HPV v pracovním pažení.

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

V případě výskytu neočekávaných anomálií při zakládání, doporučuji provést posouzení geologem a konzultaci s odpovědným projektantem.

Z provedeného průzkumu vyplývá, že zastižené kvartérní sedimenty jsou vhodné pro likvidaci srážkových vod vsakem. Vhodnou variantou se jeví využití bodového vsakovacího prvku v podobě skruží, vsakovacích galerií či voštinových bloků, jejichž dno bude uloženo v maximální hloubce 1 m p.p.t. Tím bude dodržena podmínka nepřímé infiltrace srážkových vod do podloží přes dostatečně mocnou krycí vrstvu na HPV.

V Hradci Králové 10.08.2016

Ing. Pavel Žaba
ředitel společnosti