

Dr. Vylita

**AGUAS CF, s.r.o.**

Geologické a balneotechnické práce



zapsáno u KS v Plzni, oddíl C, vl. 19548

Pražská silnice 841/43

360 01 Karlovy Vary

TF/fax 353 226776, 777 749740

znalství v oboru těžba (hydrogeologie), vodní

hospodářství (znečištění podzemních vod)

e-mail: [info@geologie-vylita.cz](mailto:info@geologie-vylita.cz)

## **ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA**

### **geologicko-průzkumných prací**

**Podrobný inženýrsko-geologický a hydrogeologický průzkum**  
pro založení stavby „Centra sálových sportů – míčové haly“ a provozně  
spjatých objektů (parkoviště, komunikace, inženýrské sítě)  
Karlovy Vary - Tuhnice

Č.ú. 2011/39 A

Evidováno v Geofondu ČGS pod č.ev. 2883/2011

Karlovy Vary, leden 2012

Druh prací:	<b>IG a HG průzkum</b>
Etapa:	<b>podrobný průzkum</b>
Území:	125/1, k.ú. Tuhnice, kraj Karlovarský
Objednavatel:	město Karlovy Vary
Řešitelská organizace:	Aguas CF, s.r.o. Pražská silnice 841/43, 360 01 Karlovy Vary IČ: 279 74 081; DIČ CZ 279 74 081 zastoupená RNDr. Břetislavem Vylitou, CSc. odpovědným geologem
Cíl geologických prací:	získání podkladů a geologických dat pro potřeby výstavby sportovního centra
Požadavky na výstupy řešení:	závěrečná zpráva
Rozpočet průzkumných prací	schválen objednavatelem
Projekt průzkumných prací	odsouhlasen ČILZ MZd ČR odsouhlasen objednavatelem evidován u ČGS

Výtisk č.    1        2        3        4

**Obsah:**

1. Úvod
2. Podklady a průzkumné práce
3. Morfologické, geologické a hydrogeologické poměry
4. Inženýrskogeologické zhodnocení, geotechnické vlastnosti zemin a hornin
5. Základové poměry
6. Komunikace a parkovací plochy, inženýrské sítě
7. Závěr

Popisy nově provedených a archívních sond

**Vázané přílohy:**

1. Přehledná situace 1 : 25 000
2. Situace sond a geologických řezů 1 : 500
3. Geologické řezy 3.1 až 3.6
4. Laboratorní rozbory zemin a hornin
5. Laboratorní rozbory vody
6. Vyhodnocení sond dynamické penetrace
7. Fotodokumentace
8. Závazné stanovisko MZ
9. Měřická zpráva

## 1. Úvod

V souladu s objednávkou města Karlovy Vary jsme vypracovali podrobný inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum pro výstavbu Centra sálových sportů v Karlových Varech, k.ú. Tuhnice, na pozemku p. č. 125/1. Průzkum byl směřován s ohledem na charakter projektovaného objektu, požadavků objednatele a s ohledem na geologické a morfologické poměry lokality. Byl zpracován na základě nově provedených terénních průzkumných prací s využitím dostupných archívních podkladů. Pro ověření geologických poměrů lokality včetně geotechnických vlastností zemin a hornin, bylo v rámci průzkumu realizováno a vyhodnoceno 10 jádrových vrtaných sond, doplněných o 6 sond dynamické penetrace. Z archívních materiálů byly využity zvláště závěrečné zprávy a dokumentace průzkumů provedených v sousedství zkoumaného území:

- „Závěrečná zpráva inženýrskogeologického průzkumu pro krytý bazén“ (INGEP, K.V., 2006)
- „Zhodnocení inženýrskogeologických a hydrogeologických poměrů pro potřeby výstavby na pozemku p.č. 125/1, k.ú. Tuhnice“ (AGUAS CF, K.V., 2010)

Dále byly využity údaje ze Základní geologické mapy 1 : 50 000, list 11 – 21 Karlovy Vary.

Vzhledem k umístění uvažované výstavby v ochranném pásmu přírodních léčivých zdrojů lázeňského místa Karlovy Vary II A stupně podléhala realizace průzkumných geologických prací souhlasu Českého inspektorátu lázní a zříděl MZd ČR Praha, který k této akci vydal na základě projektu geologických prací předloženého v listopadu 2011 rozhodnutí ve formě souhlasu pod č.j. 82383/2011-2/OZD-ČIL-V .

Účelem podrobného IG průzkumu bylo zejména ověření geologických poměrů v podzákladí projektované výstavby a stanovení geotechnických parametrů místních zemin a hornin se zařazením do tříd těžitelnosti. Dále byl ověřen a krátkodobě sledován aktuální stav hladiny podzemní vody na pozemku. Patřičnou pozornost jsme věnovali také kvalitě zemin z hlediska projektovaných komunikací a parkovacích ploch.

## 2. Podklady a průzkumné práce

Jako podklad pro tento podrobný inženýrsko-geologický průzkum jsme od objednatele obdrželi geodetické zaměření v digitální formě a podrobnou situaci pozemku v měřítku 1 : 500 se zákresem půdorysu projektované haly, komunikací a parkovacích ploch. Dále jsme obdrželi povolení vstupu na pozemek. V lokalitě jsme realizovali dle návrhu objednatele s ohledem na předpokládanou geologickou stavbu zájmového území 10 průzkumných jádrových vrtů a 6 penetračních sond. Průzkumné sondy byly rozmístěny v souladu s předloženým zastavovacím plánem, zohledňujícím novostavbu sportovní haly spolu s trasami souvisejících komunikací a parkingů. Dále bylo přihlédnuto také k dosavadním průzkumným pracím.

Jádrové vrty realizovala firma Vrt-KV s.r.o, Nejdek vrtnou soupravou SGB0 jádrového vrtání na sucho; průzkumné vrty byly koncipovány tak, aby poskytly spolehlivé údaje pro plošný i hlubinný způsob zakládání - byly provedeny do hloubky 3 až 17 m pod stávající povrch terénu. Zaměření a vytýčení sond bylo provedeno

zpracovatelem průzkumu, který rovněž provedl dokumentaci a vyhodnocení vrtných prací. Po ukončení terénních prací byly jádrové vrtý ještě zaměřeny Geodetickou kanceláří ing. P. Kořána.

Penetrační sondy byly provedeny střední dynamickou penetrační soupravou; v jednotlivých protokolech, které tvoří přílohu č. 6. je číselně vyjádřen i graficky znázorněn průběh penetračního odporu v závislosti na geotechnických vlastnostech prostředí. Grafy penetračního odporu jsou též součástí geologických řezů. V příloze č. 6 jsou výsledky dynamického penetračního sondování doloženy jednak počtem úderů potřebných k zaražení soutyčí o 10 cm a dále dynamickým odporem ( $R_{DYN}$ ). Přepočtením dynamického penetračního odporu v příslušné vrstvě je získán modul deformace  $E_{def}$ .

Dokumentaci všech průzkumných sond uvádíme za závěrem zprávy. Situace průzkumných objektů je znázorněna v příloze 2. zprávy, v situační mapě dokumentačních bodů 1 : 500.

Z nově provedených jádrových vrtů byly odebrány 2 technologické vzorky a 14 poloporušených vzorků zemin i terciérních hornin k laboratornímu stanovení indexových vlastností a pro stanovení parametrů zhutnitelnosti dle zkoušky Proctor standard. Laboratorní rozbor vyhotovil Geotechnický servis I. Ouřady v Praze a společnost Minigeo – Geologický průzkum z Karlových Varů. Výsledky jsou uvedeny v příloze č. 4. Spolu s archivní dokumentací byly pro stanovení dalších geotechnických vlastností zemin a hornin v lokalitě využity také archivní laboratorní rozbor.

Z vrtů J4 a J7 byly odebrány vzorky podzemní vody pro stavební laboratorní rozbor, které provedl Zdravotní ústav Ústí n. Labem (příloha č. 5). Pro posouzení agresivity podzemní vody na betonové konstrukce byly využity také archivní stavební rozbor.

Přehled vzorků a provedených laboratorních zkoušek shrnuje následující tabulka č. 1:

**Tab. č. 1: Vzorkování a provedené laboratorní zkoušky**

číslo sondy	hloubka odběru vzorku	Geotyp	Provedené laboratorní zkoušky
<b>J1</b>	7,0 – 7,5 m	GT5	indexové vlastnosti
	15,0 – 15,5 m	GT7	indexové vlastnosti
<b>J2</b>	1,0 – 2,1 m	GT1	Proctor Standard, indexové vlastnosti
	5,0 – 5,3 m	GT3	indexové vlastnosti
	10,2 – 10,6 m	GT5	indexové vlastnosti
<b>J3</b>	2,0 – 3,0 m	GT1	Proctor Standard, indexové vlastnosti
<b>J4</b>	3,1 – 3,4 m	GT2	indexové vlastnosti
	14,1 – 14,4 m	GT3	indexové vlastnosti , stavební rozbor vody
<b>J5</b>	2,1 – 2,4 m	GT1	indexové vlastnosti
<b>J7</b>	4,2 – 4,5 m	GT2	indexové vlastnosti, stavební rozbor vody
<b>J8</b>	1,0 – 1,3 m	GT2	indexové vlastnosti
<b>J9</b>	1,0 – 1,5 m	GT3	indexové vlastnosti
<b>J10</b>	2,3 – 2,6 m	GT1	indexové vlastnosti
	5,7 – 5,95 m	GT2	indexové vlastnosti

### 3. Morfologické, geologické a hydrogeologické poměry

Zájmové území s pozemkem pro uvažovanou výstavbu má tvar nepravidelného obdélníku severojižního směru; je vymezeno na S místními komunikacemi (komunikace nižších řádů), na J železniční tratí Karlovy Vary – Mariánské Lázně. Na V a Z je vymezeno parcelami sousedících pozemků - spojnicemi kolmo na zmíněnou trať. Z východní strany probíhá v současné době výstavba objektu krytého bazénu. Území bylo donedávna využíváno jako zahrádkářská kolonie. Jeho konfigurace byla nepatrně změněna antropogenními vstupy v podobě úprav terénu, starších drobných retencí povrchových vod aj. Vymezení území je patrné z přiložené situace 1 : 25 000 ( příloha č. 1 ).

Zkoumané území se nachází na úpatí severních svahů Slavkovského lesa, v místech jejich tektonickému omezení vůči tercierní sokolovské pánvi; územím prochází jižní okrajový (oherský) zlom; morfologicky tedy území leží ve svahu s generelním sklonem k S nad aluviální nivou řeky Ohře, která tvoří místní erozivní bázi (cca 372 m n.m.). Nadmořská výška se v lokalitě a v jejím nejbližším okolí pohybuje v hodnotách mezi 382 - 394 m n.m. Povrch území se tedy svažuje od JJZ k SSV; v současné době se zde nachází oplocené, nevyužívané prostranství, určené k projektované výstavbě. Na morfologii terénu se výrazně projevila erozní a akumulární činnost drobné, občasné vodoteče, která stéká z výše položených svahů jižního okraje lokality. V období pleistocénu až holocénu zde docházelo vlivem přívalových vod k erozi, ale hlavně k ukládání vyplaveného materiálu. Tím zde byl vytvořen rozsáhlý náplavový (dejekční) kužel charakteristického tvaru. Výše do svahu (již mimo zkoumaný pozemek) se pak morfologicky uplatňuje strmě zařízlá erozní rýha.

Podle charakteru počasí náleží zájmové území k přechodné zóně středoevropského klimatu se značnou proměnlivostí počasí. Klimatická oblast MT 4 (Quitt). Dlouhodobý průměrný roční úhrn srážek (období 1901-1950) činí 659 mm. Střední průměrná roční teplota vzduchu činí 7,3° C.

V Tab. 1 jsou uvedeny hodnoty průměrných měsíčních a ročních srážkových úhrnů ze stanice ČHMÚ Karlovy Vary za období 1901-1950.

Tab.1 Průměrné srážkové úhrny (v mm)

měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	rok
srážky	50	43	32	47	48	74	88	76	48	47	45	51	659

Z rozdílu průměrného srážkového úhrnu a výparu z povrchu půdy (cca 450 mm) lze orientačně stanovit průměrný celkový specifický odtok vody v zájmové oblasti na  $6,5 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$ . Průměrný specifický odtok podzemních vod je přibližně  $1,0 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$ .

Území je součástí dílčího povodí Ohře č. 1-13-01-166.

Z hlediska preventivní ochrany přírodních léčivých zdrojů lázeňského místa Karlovy Vary je lokalita umístěna jejich v ochranném pásmu stupně II A. Zájmové území se nachází mimo vývěrovou zónu karlovarské zřídelní struktury a nejeví žádné známky povrchové termální aktivity.

## **Geologické poměry**

Území se nachází v hraniční oblasti saxothuringika a tepelsko-barrandienské zóny, v krušnohorské regionálně-geologické jednotce Českého masivu. Zájmové území je součástí intraplatformní riftové struktury – oherského riftu. Riftová struktura, která je zónou s lokálně výraznými emanacemi CO<sub>2</sub>, s několikafázovým tercierním a kvarterním (stáří až pouhých 0,4 Ma) vulkanismem a dále zónou seismických rojů s frekvencí cca 3 - 11 let, je doprovázena ztenčením mocnosti zemské kůry, gravitačními anomáliemi, resp. anomálním tepelným tokem.

Z regionálně geologického hlediska je lokalita součástí území tvořeného karlovarským plutonem, překrytým zde reliktními mocnostmi tercierních pánevních sedimentů. Na tektonicky značně porušeném skalním podloží tvořeném středně zrnitými biotitickými granity porfyrickými jsou uloženy jednak neogenní sedimenty vulkanogenního původu a jednak kvarterní sedimenty typu svahových hlin, dejekčních uloženin a reliktů starších fluvialních teras Ohře. Zájmové území uvažované výstavby leží v úpatní části severního svahu Slavkovského lesa na pravém břehu Ohře. V morfologii svahu jsou místy dobře patrné jednotlivé terasové stupně tvořené většinou zahliněnými štěrky a štěrkopísky, v lokalitě průzkumu dokumentované nově provedenými vrty dominují fluvio-deluviální sedimenty výplavového dejekčního kužele.

Stupeň kaolinického zvětrávání granitu je prostorově značně proměnlivý. Granit překrytý pokrývnými útvary kvarteru a terciaru bývá často zcela rozložený a nabývá charakteru písčitých kaolinických jíílů s přechody do jílovitých písků (primární kaolin). S hloubkou pod povrchem intenzita kaolinizace obvykle nepravidelně klesá. Granit je velmi silně hydrotermálně alterovaný, dle nových vrtů v souladu se starší dokumentací z okolí lokality (Faltýnek, 1964) vystupuje v přípovrchově rozrušených partiích v podobě kaolinicky zcela zvětralé poloskalní horniny, místy až charakteru soudržné zeminy tuhé až měkké konzistence s vzestupem stupně konzistence směrem do hloubky (kaolinické hlíny třídy MS, kaoliny třídy CI). Granitový fundament s.s. (min. třídy R5) se v lokalitě nachází pravděpodobně až v úrovni > 30 – 40 m pod povrchem. V nově provedených průzkumných vrtech nebyl granitový masiv do hloubky 17 m pod stávajícím terénem zastižen.

V nadloží kaolinicky zvětralého granitu jsou vyvinuty mladotercierní sedimenty náležející východní části struktury sokolovské pánve. Bazálními sedimenty jsou písčité sedimenty starosedelského souvrství (písky, pískovce, jíly písčité aj.), dosahující lokálně mocnosti až několika metrů. Po sedimentaci bazálního starosedelského souvrství začala první významná uhlonosná sedimentace v sokolovské pánvi v tzv. josefských vrstvách dnes řazených do novosedelského souvrství. Uhlí a uhelná sedimentace sloje Josef tvoří pouze místy na západním okraji zájmového území výplň lokálních tercierních depresí. Na starosedelské souvrství nasedají sedimenty náležející chodovským vrstvám novosedelského souvrství (dříve označovaným jako vulkanodetritické souvrství). Jsou zastoupeny především plastickými jíly a písčitými jíly. Lokálně se v těchto tufitických jílech objevují laminy a útržky xylitického uhlí. Mocnost tufitických jíílů dosahuje místy až více než 15 m, jak lze soudit z výsledků starších vrtů východně od zájmového území. V nově provedených vrtech byly tyto jíly zastiženy v hloubkovém intervalu 11,9 až cca 15,0 m pod terénem (vrty J1, J2, J3, J4). Vyšší stratigrafické celky pánve–

sokolovské souvrství a cyprisové souvrství - nejsou v zájmovém území již zastoupeny.

Z geologických řezů je patrné, že terciérní podklad mírně upadá směrem k SSV, v souhlasu se sklonem terénu.

### ***Tektonická expozice území***

Lokalita průzkumu se nachází prakticky na jižním okraji podkrušnohorského příkopu, tvořeného zde morfologicky velmi výrazným oherským zlomovým pásmem. Směrová analýza provedená v rámci starších i novějších průzkumných prací potvrdila v této oblasti nápadnou změnu směru zlomů z krušnohorského (ZJZ-VSV) do subekvatoreálního (cca Z-V), Vylita B., 1991.

V blízkém okolí zájmového území se projevují tektonické poruchy směrů SZ(SSZ)- JV(JJV) a VSV - ZIZ, spjaté s jižním tektonickým ohraničením pánevního prostoru. Podloží granit je výrazně alterován. Expozici území z hlediska tektonického dokládá i nedaleký výrazný "meandr" Ohře, predisponovaný komplikovaným zlomovým porušením prostoru jak směrnými tak příčnými zlomy pánve. Tektonickou expozici území je proto nutné považovat za vysokou. Amplituda lokálních výzdvihů či poklesů, generovaných na výše zmíněných diskontinuitách není známa, je však třeba kalkulovat s hodnotami až 0,5 mm/rok.

Seismické zatížení je dle novějších údajů z r. 2008 poměrně vysoké (až 4° MSK). Výsledky nejnovějších seismických měření zemětřesených rojů v roce 2008 (Brož, 2008) prokazují, že seismicitu v tomto území nelze zanedbat.

Kvartérní pokryv je tvořen mocnými sedimenty deluvio-fluviálními. Nejsvrchnější vrstvu tvoří humózní horizont v mocnosti cca 0,30 – 0,50 m; lokálně, v zanedbatelné mocnosti se vyskytují též navážky.

*Humózní horizont* je reprezentován tmavě hnědou humózní písčitou hlínou, místy promísenou s navážkou. Jedná se o kulturní vrstvu – ornici, kterou bude nutno před započatím zemních prací sejmut.

**Deluvio-fluviální sedimenty** vystupují v nadloží terciérního podkladu a jsou v zájmovém území zastoupeny velmi mocnou polohou splavenin formujících rozsáhlý a mocný dejekční kužel. Tyto akumulace vznikaly v proměnlivých klimatických podmínkách, kdy se měnila unášecí schopnost drobné vodoteče protékající hluboce zařízlou erozní rýhou, ve svahu jižně od zkoumaného pozemku, který je tvořen granitovým masivem. Odtud byl dle rychlosti proudu vynášen a následně akumulován a tříděn materiál různého zrnitostního složení. Takto vzniklé sedimenty, které byly ukládány v proměnlivých podmínkách, se vyznačují nehomogenním zrnitostním složením ve vertikálním i horizontálním směru. Jednotlivé vrstvy nemají stálou mocnost, dochází zde k prstovitému prolínání jednotlivých, zrnitostně odlišných zemin s rozdílnými geotechnickými vlastnostmi. V klidnějších obdobích toku byly ukládány jemnozrnné sedimenty charakteru písčitých, případně slabě písčitých jíílů, písčitých hlín a jemnozrnných až střednězrnných hlinitých a jílovitých písků. Naopak v obdobích vysokých průtoků byly ukládány hrubozrnné písky a šterky s úlomky granitu, případně až kamenité sutě. Přitom mohlo



docházek k současné erozi podloží i k částečnému odnosu dříve uložených jemnozrnějších zemin. Mocnost náplavů dejekčního kužele byla průzkumnými vrty ověřena v rozmezí cca 12 – 15 m.

### **Hydrogeologické poměry**

Obecné hydrogeologické poměry území jsou závislé především na místní geologické stavbě tj. zejména na propustnosti pevného prostředí, dále na přirozených zdrojích podzemních vod (povrchové vodoteče a atmosférické srážky), morfologii terénu a na antropogenních vlivech. Hlavní zdroj podzemních vod v prostoru hodnoceného pozemku a přilehlého okolí představují atmosférické srážky z plošně rozlehlé sběrné infiltrační oblasti a také dotace drobnou vodotečí, která stéká ze svahů tvořených granitovým masivem. Zájmové území se nachází v **ochranném pásmu II A stupně přírodních léčivých zdrojů lázeňského místa Karlovy Vary**. Z toho důvodu byl o povolení k realizaci průzkumných prací požádán Český inspektorát lázní a zřidel (viz výše v textu zprávy). Výše uvedeným orgánem bylo vydáno souhlasné rozhodnutí pro realizaci podrobného IG průzkumu v rozsahu stanoveným projektem IG průzkumu.

Podzemní voda je ve zkoumaném území **dominantně vázána na prostředí kvartérních sedimentů**; hlouběji se vyskytuje v prostředí terciární pánevní výplně i podložního granitu.

Nejvýznamnější hydrogeologickou strukturu v této oblasti reprezentuje karlovarský **granitový** (žulový) pluton, na jehož hlubší, často tektonicky porušenou část, je vázána také cirkulace a výstup karlovarské termy. Prosté podzemní vody vytvářejí mělké zvodně s rychlým oběhem a jsou vázány převážně na eluvium granitu s průlinovou propustností a na svrchní silně zvětralé, intenzivně rozpukané partie granitu s propustností puklinovou. Svrchní vrstvy granitu postižené kaolinizací se oproti tomu vyznačují velmi nízkou průlinovou propustností. Vzhledem k hloubce výskytu svrchní polohy kaolinizací postiženého žulového masívu (cca 30 m pod terénem) nebude mít tato hydrogeologická struktura na projektovanou výstavbu vliv – ve zprávě se jí dále nezabýváme.

**Komplex terciérních jíílů** je prakticky nepropustný, bez možnosti oběhu infiltrované vody (vyjma souvrství uhelných slojí). Srážková voda se většinou shromažďuje na povrchu jíílů a stéká dle morfologických dispozic tohoto předkvartérního povrchu. V mocné poloze jíílů lokálně vznikají omezené horizonty podzemní vody v mikrotrhlínách jíílů, které mohly vzniknout jako důsledek vnitřního pnutí po rozsáhlé denudaci nadloží. Komplex neogenních uloženin ovšem dále obsahuje tenké vrstvy jíílovitých písků, případně polohy silně písčité jíílů se zřetelnější průlinovou propustností, které jsou převážně nasycené infiltrovanou srážkovou vodou. Podzemní voda nevytváří tedy v jíílech souvislý horizont, ale cirkuluje po těchto příhodných propustnějších polohách. Následkem omezujících málo propustných jíílů je podzemní voda zastižena ve jmenovaných strukturách převážně mírně napjatá.

V prostředí kvartérních deluvio-fluviálních sedimentů dejekčního kužele byla podzemní voda zastižena všemi provedenými vrty v rozdílných úrovních. Podzemní voda byla naražena v hloubce 0,55 až 3,80 m pod stávajícím povrchem terénu, ustálená hladina byla měřena i intervalu po 24 až 48 hod. po odvrtní v úrovni 0,95 až 3,1 m pod terénem (jižní sektor staveniště výše ve svahu, zahrnující půdorys projektované haly – vrty J1 až J5) a v úrovni 0,50 až 3,54 m pod terénem (severní sektor staveniště – vrty J6 až J10). Tyto úrovně odpovídají

nadmořským výškám ustálené hladiny podzemní vody v rozmezí 383,27 až 389,82 m n.m. Podzemní voda je vázána na propustné polohy písčitých štěrků v kvartérních sedimentech – zde byly indikovány přítoky do vrtů o velkých vydatnostech (cca 0,5 – 1 l/s), ale také na písčité polohy v méně propustných jílovitých a hlinitých píscích a písčitých jílech. V geologických řezech jsme jednotlivé údaje o hloubce ustálené hladiny podzemní vody ve vrtech spojili souvislou čarou, místy se však jedná o nespojitě, nenavazující horizonty.

Směr proudění podzemní vody je konformní s celkovým sklonem svahu k S, k místní erozivní bázi. Prosté podzemní vody mělkých obzorů granitového masivu, příp. jeho tercierního a kvarterního pokryvu vyvinutého v jeho nadloží, jejichž infiltrační území tvoří většinou přilehlé svahy Slavkovského lesa, putují v sestupném proudění k Ohři, do tektonicky založeného subsekventního údolí vodoteče a mísí se v nejsevernějších částech zájmové lokality s podzemními vodami holocénní terasy, náležejícími již pořiční zvodni Ohře.

**Pro stavební práce související se zakládáním objektu sportovní haly i pro provádění zemních prací bude nutno s přítomností podzemní vody počítat.** V jižní části staveniště, kde bude patrně nutno realizovat odřez svahu (viz řez F – F') bude hladina podzemní vody zastižena již od úrovně cca 2,5 m pod terénem (myšlena úroveň před skřývkou ornice); v části severní pak od úrovně cca 0,5 – 1,0 m pod původním terénem. Při hloubení stavební jámy objektu (projektant dosud stavební objekt blíže nespecifikoval, ani neurčil jeho výškové osazení v terénu – úroveň +-0) se suterénem v odřezu svahu se tato podzemní voda projeví vydatnými výrony, které bude nutno zachytit do sběrných jímek a následně odčerpávat. Při intenzivním přítoku a intenzivním odčerpávání je nutno počítat s možnou sufozí, vyplavováním jemnozrnné frakce z místních, zrnitostně nehomogenních sedimentů. V nepříznivém případě by mohlo místy docházet k vyplavování zeminy (tekuté písky) přímo do stavební jámy a ke vzniku lokálních kaveren ve stěnách stavební jámy.

**Pro trvalý stav objektu haly bude nutno jeho suterény, nebo část v odřezu svahu ochránit hydroizolací a obvodovou drenáží.**

Podle nově provedených i archívních laboratorních rozborů vzorků podzemní vody se jedná o vodu vápenato-hydrogenkarbonátovou, kyselé reakce, agresivní přítomností agresivního CO<sub>2</sub> (až 87,6 mg/l dle Heyera). Dle kritérií ČSN 731214 je tato podzemní voda hodnocena jako silně agresivní, označená stupněm „ha“ a z hlediska agresivity na beton dle ČSN EN 206-1 označena stupněm XA2.

#### **4. Inženýrskogeologické zhodnocení, geotechnické vlastnosti zemin a hornin**

Geologické a základové poměry ve sledované lokalitě klasifikujeme v souladu se zněním dříve platné ČSN 73 1001 „Základová půda pod plošnými základy“ článku 20 jako **složitě**. Situace je zde komplikována mocnou polohou kvartérních deluvio-fluviálních sedimentů, které jsou součástí rozsáhlého výplavového (dejekčního) kužele, a které vystupují v zóně potenciálního plošného zakládání. Tyto sedimenty, které byly ukládány v proměnlivých podmínkách, se vyznačují značně nehomogenním zrnitostním složením ve vertikálním i horizontálním směru. Jednotlivé vrstvy nemají stálou mocnost, dochází se zde k prstovitému prolínání

jednotlivých, zrnitostně odlišných zemin s rozdílnými geotechnickými vlastnostmi. V prostoru budoucího staveniště jsou zastoupeny nepravidelně uložené písčité jíly, slabě písčité jíly, jílovité písky, hlinité písky, písky s příměsí štěrku, hlinité a jílovité štěrky a písčité štěrky. V podloží kvartérních sedimentů se nachází terciérní jíl novosedelského (vulkanodetritického) souvrství. Byly zaříděny do třídy F4 a vyskytují se od hloubky cca 12 – 16 m pod stávajícím povrchem terénu.

Základové poměry objektu bude ovlivňovat vydatný horizont podzemní vody, který byl zjištěn ve všech provedených průzkumných vrtech v prostředí průlinově propustných kvartérních zemin od hloubky 0,5 – 3,8 m pod terénem.

V závislosti na projektované výstavbě (projektována výstavba rozměrné haly – tedy se staticky náročnou konstrukcí) bude nutno postupovat ve smyslu **ČSN EN 1997-1 Eurokód 7** podle principů **2. geotechnické kategorie** (dle dříve platné ČSN 73 1001 se jedná o 3. geotechnickou kategorii) s využitím místních charakteristik základové půdy získaných na základě laboratorních rozborů a zkoušek uskutečněných na staveništi v rámci podrobného inženýrsko-geologického průzkumu. Předpokládáme spíše hlubinný způsob zakládání na širokoprofilových vrtaných pilotách, vetknutých do prostředí terciérního podloží charakteru jílu (plovoucí piloty).

Pro upřesnění a doplnění geotechnických vlastností základových půd jsme v rámci podrobného průzkumu provedli laboratorní zkoušky na poloporušených vzorcích a vyhodnotili jsme penetrační testy. Dále jsme využili četné archivní rozborů provedené v obdobných prostředích na sousedních pozemcích. V tabulce geotechnických hodnot jsou uvedeny směrné normové charakteristiky upřesněné uvedenými zkouškami. Geologické poměry lokality jsou přehledně zobrazeny na šesti geologických řezech (přílohy 3.1 až 3.6). Graficky (barevnou šrafovou) jsou od sebe odlišeny a označeny (popiskem) jednotlivé geotypy, reprezentující geologický profil zájmového území. V následujících odstavcích uvádíme zařazení, rozsah, mocnost a mechanickofyzikální parametry jednotlivých prostředí ověřených v průběhu realizace podrobného IG průzkumu.

#### **Geotechnický typ č. 1 (GT1)**

Zahrnuje vrstvu deluvio-fluviálních sedimentů s podstatným zastoupením jemnozrné (jílovité a prachovité) frakce, pokrývajících téměř celou plochu zkoumané lokality do hloubky 0,5 až 4,0 m. Na základě makroskopického popisu a dle nových i archivních laboratorních klasifikačních rozborů je možno tyto zeminy zařadit podle **ČSN EN ISO 14688-2** do zemin **saSi** až **saclSi** (podle dříve platné ČSN 73 1001 do třídy **F4 CS**, s přechody do třídy S5, SC). Při zjištěné převažující konzistenci na rozhraní stupně tuhá/pevná, místy i tuhá, je nutno uvažovat pouze nižší hodnoty tabulkové výpočtové únosnosti  $R_{dt} = 150 - 200$  kPa.

Zrnitostní složení těchto zemin je následující:

Obsah frakce – jíl = 2 - 10%; prach = 38 - 52%; písek = 38 - 49%; štěrk = 2 - 11%

Podle provedených penetračních sond je modul deformace zemin geotechnického typu GT1  $E_{def} = 4$  až  $7$  MPa což odpovídá převládající zjištěné tuhé až tuhé/pevné konzistenci těchto zemin.

Z hlediska zakládání náročných objektů nedoporučujeme na svrchní poloze deluviálních zeminy třídy F4 tuhé konzistence z důvodu jejich nízké únosnosti zakládat. Základové půdy tvořené těmito zeminami se vyznačují vysokým podílem jemnozrnné frakce, podmiňujícím některé negativní vlastnosti (vysoká namrzavost, rozbídivost).

Podle platné **ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“** zařazujeme zeminy tohoto geotechnického typu do třídy F4CS. Dle Tab. A.1 jsou zařazeny jako podmíněčně vhodné do násypů i pro podloží komunikací. Jsou nebezpečně namrzavé, při převlhčení jsou prakticky nezhutitelné. Proto je třeba je chránit před povětrnostními vlivy. Optimální vlhkost pro hutnění byla laboratorně stanovena u vzorků z vrtů J2 a J3  $w_{opt} = 12,8 - 13,5 \%$ , při maximální objemové hmotnosti  $\rho_{vmax} = 1797 - 1858 \text{ kg/m}^3$ . Aktuální vlhkost vzorků byla  $w = 17,6 - 17,8 \%$  a je tedy patrné, že zemina je již v přirozeném uložení **převlhčená**.

U zemin GT1 je tedy předběžně třeba počítat s nutností stabilizace v aktivní zóně a pláni komunikací a parkovacích ploch v důsledku převlhčení těchto zemin.

Do tohoto geotypu dále zařazujeme omezené výskyty slabě písčitých jílu třídy F6, které byly lokálně zastíženy v mocnostech do 0,3 m; mohou tvořit polohy v zeminách všech vymezených geotechnických typů. Místa mohou obsahovat také slabou organickou příměs. Pokud budou při plošném způsobu zakládání zastíženy v podzákladí objektu, bude je třeba odstranit a nahradit betonem. Pokud se budou vyskytovat v pláni komunikací a parkovacích ploch, bude nutná jejich stabilizace, případně nahrazení zeminou vhodné zrnitosti.

### **Geotechnický typ č. 2 (GT2)**

Je tvořen polohami hlinitých a jílovitých písků s obsahem drobného štěrku. Lokálně se v rámci tohoto geotypu mohou vyskytovat také písčité hlíny. Na základě laboratorních rozborů byly tyto zeminy zaříděny podle **ČSN EN ISO 14688-2** do zemin **grsacIS**, **grsiSa**, **grsasiS** a **grsiSa** (podle dříve platné ČSN 73 1001 do třídy **S4**, **SM**, **S5 SC** a **F3 MS**). Podle klasifikačního rozboru obsahují 24 - 33% prachu a 3 - 8 % jílu. Podíl písčité frakce byl v rozmezí 34 až 42%, šterkovité 22 – 37%. Podle provedených penetračních sond je modul deformace zemin geotechnického typu GT2  **$E_{def} = 13 \text{ až } 16 \text{ MPa}$** ;  $R_{dt} = 175 - 225 \text{ kPa}$  pro zeminy třídy S5, S4 při šířce základu 1 m, pro písčitou hlínu třídy F3 je při konzistenci na rozhraní tuhá/pevná možno orientačně vyjádřit hodnotu  $R_{dt} = 225 \text{ kPa}$ . Je však nutno upozornit, že zeminy GT2 jsou již převážně v dosahu hladiny podzemní vody.

Podle platné **ČSN 73 6133**, tabulka A.1 jsou zeminy S4, S5, F3 podmíněčně vhodné jak do násypů, tak i pro silniční podloží. Pokud nejsou převlhčené, je možno je většinou hutnit bez úpravy.

### **Geotechnický typ č. 3 (GT3)**

Polohy jílovitých a hlinitých štěrků, obsahující též omezené polohy písčitého i slabě písčitého jílu a příměs kamenů a ojedinělé balvany. Převážně vystupují již v hlubších partiích deluvio-fluviálních sedimentů; vzhledem ke své dobré průlinové propustnosti jsou zvodnělé. Na základě laboratorních klasifikačních rozborů byly dle dříve platné ČSN 73 1001 zaříděny do třídy G4, symbol GM (hlinitý štěrk), G, GC (jílovitý štěrk); podle platné **ČSN EN ISO 14688-2** jsou zaříděny do zemin **saGr**, **sacIGr** a **sasiGr**. Vzhledem k výraznému zastoupení

jemnozrnné frakce reprezentují i tyto zeminy omezeně únosné základové půdy, kde je nutno uvažovat  $R_{dt} = 200 - 300$  kPa pro základ šíře 1 m, s tím, že zeminy jsou v dosahu hladiny podzemní vody. Dle penetračních testů byla stanovena orientační hodnota  $E_{def} = 17$  MPa. Hlediska jejich využití pro podloží komunikací reprezentují obdobně jako zeminy geotypu 2 podmíněčně vhodné prostředí.

#### **Geotechnický typ č. 4 (GT4)**

Zahrnuje vrstvy deluviofluviálních sedimentů obsahujících výrazný podíl písčité frakce. Zařazujeme je dle dříve platné ČSN 73 1001 do třídy S3, symbol S - F; dle **EN ISO 14688-2** převážně do zemin **siSa** a **Sa**.  $E_{def} = 18$  až **20 MPa**,  $R_{dt} = 275$  kPa pro základ šíře 1 m, zeminy jsou v dosahu hladiny podzemní vody. Tyto zeminy se v rámci staveniště uplatňují pouze omezeně – převážně tvoří málo mocné polohy či vložky ve štěrkovitých sedimentech. Pro podloží komunikací jsou dle **ČSN 73 6133** podmíněčně vhodné (stejnozrnné písky jsou obtížně zhutnitelné), do násypů jsou vhodné. Jsou mírně namrzavé.

#### **Geotechnický typ č. 5 (GT5)**

Písčité štěrky, ulehle, v dosahu hladiny podzemní vody, vyskytující se převážně hlouběji pod povrchem terénu. Na základě provedeného průzkumu lze konstatovat, že přes značnou nesourodost zastižených deluviofluviálních zemin, do hloubky jejich kvalita nepravidelně narůstá – v bazálních polohách dejekčního kužele byly převážně zastiženy kvalitnější štěrky, případně úlomkovité až kamenité sutě. Písčité štěrky geotypu 5 byly dle laboratorních rozborů zařazeny do třídy G1, GW (štěrk dobře zrněný) a G2, GP (štěrk špatně zrněný). Štěrkovou frakci tvoří převážné poloopracované úlomky granitu. Podle **EN ISO 14688-2** náleží do zemin **saGr**. Tyto zeminy reprezentují únosné, stabilní základové půdy; s ohledem na hloubku jejich výskytu a svažitost místního terénu nebudou však v základové spáře projektované haly zastiženy, nebo jen omezeně.  $E_{def} = 35$  až **60 MPa**,  $R_{dt} = 450$  kPa pro základ šíře 1 m, zeminy jsou v dosahu hladiny podzemní vody. Jedná se o materiál podmíněčně vhodný (třída G2) do násypů a pro silniční podloží; pokud odpovídají zatříděním třídě G1, reprezentují vhodný materiál do násypů i vhodné podloží komunikací a parkovacích ploch.

#### **Geotechnický typ č. 6 (GT6)**

Reprezentuje písčité štěrky s polohami písčitých jíílů, jílovitých písků a s obsahem kamenů až balvanů navětralého granitu, případně starosedelských křemenců. Zařazením odpovídají třídě G3, symbol G – F, **sasiGr**. Podle penetračních sond lze modul deformace  $E_{def}$  specifikovat hodnotami **18 až 23 MPa**,  $R_{dt} = 300 - 450$  kPa (dle obsahu jemnozrnné frakce) pro základ šíře 1 m, zeminy jsou v dosahu hladiny podzemní vody. Reprezentují vhodný materiál do násypů i vhodné podloží komunikací a parkovacích ploch.

#### **Geotechnický typ č. 7 (GT7)**

Je tvořen komplexem terciérních sedimentů dominantně charakteru písčitých jíílů, které byly dle **ČSN EN ISO 14688-2** zařazeny do zemin **saCl** (podle dříve platné ČSN 73 1001 do třídy F4, symbol CS). Ze zrnitostní křivky je

patrné, že zemina je obsahem jemnozrnné frakce na rozhraní se zeminou třídy F6. Modul deformace je možno u těchto zemin orientačně uvažovat  $E_{def} = 5$  až  $7$  MPa, souhrnně lze pro výše uvedené zeminy při konzistenci na přechodu tuhá – pevná až pevná, použít hodnotu  $R_{dt} = 200$  kPa. Vzhledem k hloubce uložení (12 – 16 m pod terénem) jsou již jíly GT7 již mimo dosah možného plošného zakládání.

Směrem do hloubky se geotechnické vlastnosti terciérních jílu patrně pozvolna zlepšují; mají limitně až charakter měkké poloskalní horniny (jílovec až jíl s pevnou konzistencí) a rozpadávají se na ploché měkké úlomky s výplní jílu s převažující pevnou konzistencí. Hlouběji lze tedy tyto jíly hodnotit již jako poloskalní horninu se zatříděním do třídy **R6** (v průměru od hloubky cca 14 - 18 m pod terénem). **Z hlediska hlubinného zakládání reprezentuje prostředí GT7 v hlubších partiích již přijatelnou alternativu pro vetknutí pilot hlubinného způsobu zakládání;** v oblastech s jílovým charakterem předkvartérního podkladu jsou takto zakládány všechny náročnější stavby jako například silniční a dálniční mosty. V případě zakládání na pilotách je třeba počítat převážně s plovoucími pilotami, kde bude spíše využito jejich plášťové tření. Horninu (zeminu) je možno považovat za homogenní.

V následující tabulce uvádíme některé geotechnické hodnoty popisovaných zemin a hornin.

**Tabulka geotechnických vlastností zemin a hornin:**

	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	$E_{def}$ (MPa)	$c_{ef}$ (kPa)	$c_u$ (kPa)	$\varphi_{ef}$ (°)	$\varphi_u$ (°)	$\nu$ (1)	T	ČSN 73 1001 třída symbol	$R_{dt}$ (kPa)
GT1	1850	4 – 7	8 – 12	60	19-21	0 - 3	0,35	I.	F4 CS	150* 200**
GT2	1850	10 – 16	4 - 10	60	24-26	5	0,35	I.	F3 MS S4 SM S5 SC	220** 225**** 175****
GT3	1900	15 – 20	2 - 8	--	28-32	--	0,30	I.	G4 GM G5 GC	300**** 200****
GT4	1800	18 - 25	0	--	28-30	--	0,30	I.	S3 S-F	275****
GT5	2000	35 - 60	0	--	36-41	--	0,20	I.-II.	G1 GW G2 GP	450****
GT6	1950	18 - 30	0	--	33-35	--	0,25	I. – II.	G3 G-F	300 – 450****
GT7	2000-2100	6 – 8	12 – 16	90	22 – 24	3	0,40	I.	(F4/F6) R6	200***

orientační údaje podle ČSN 731001 zrušené ke dni 1. 4. 2010

\* platí pro tuhou konzistenci

\*\* platí pro konzistenci na rozhraní tuhá/pevná

\*\*\* platí pro pevnou konzistenci

\*\*\*\* platí pro základ šíře 1 m

$\rho$  - objemová hmotnost  
 $E_{\text{def}}$  - modul přetvárnosti  
 $c_{\text{ef}}$  - efektivní soudržnost  
 $c_u$  - totální soudržnost  
 $\varphi_{\text{ef}}$  - efektivní úhel vnitřního tření  
 $\varphi_u$  - totální úhel vnitřního tření  
 $\nu$  - Poissonovo číslo  
 $R_{\text{dt}}$  - tabulková výpočtová únosnost  
 $T$  - zatřídění těžitelnosti dle ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“

## 5. Základové poměry

### HALOVÝ OBJEKT

Uvažovaná výstavba sportovní haly předpokládá výstavbu plošně rozsáhlejšího objektu s vyšším počtem podzemních a nadzemních podlaží, jakož i výškové osazení objektu v terénu nebylo v době průzkumu projektantem specifikováno – je však patrné, že se jedná o objekt se staticky náročnou konstrukcí. V příložené situaci 1 : 500 je vymezeno přibližné umístění haly, které jsme rovněž vymezili v jednotlivých geologických řezech A – A' až F – F'. Geologické řezy byly sestaveny na základě nově provedených technických prací s využitím dostupné archívni dokumentace.

Při zakládání haly bude ve svažitém území nutno zahлубit konstrukci do svahu – v jižní části staveniště tak bude třeba realizovat odřez patrně min. o výšce 3 – 4 m. V případě plošné základové konstrukce budou v úrovni dna stavební jámy zastiženy dle zvolené hloubky zeminy kvartérního pokryvu (deluvio-fluviální sedimenty) vymezené do geotechnických typů GT1, GT2, GT3 a GT4, přičemž nelze vyloučit ani lokální výskyt zemin GT5.

Nestejnorodost základové půdy názorně ilustrují především geologické řezy A – A', B – B' a C – C'. Výrazně nehomogenní prostředí, zastižené v úrovni uvažované základové spáry reprezentují např. geotypy GT1 a GT4, GT5. Na jedné straně zde může být zastižena relativně kvalitní zemina GT4, GT5 – dostatečně únosná základová půda. Z větší části však geotechnicky relativně méně kvalitní, omezeně únosná poloha písčitých jííl GT1 i jílovitých písků GT2. V prostředí deluvio-fluviálních zemin GT1 (i v GT2) je nutno počítat i s výskytem drobných poloh slabě písčitých, místy i organických jííl třídy F6, které geotechnickou kvalitu daného prostředí mohou lokálně ještě zhoršovat. Zakládání bude probíhat v dosahu podzemní vody, jejíž ustálená hladina byla v půdorysu projektované haly ověřena průzkumnými vrty v hloubce 0,95 až 3,10 m pod povrchem stávajícího terénu.

Geotechnické vyjádření k základním alternativám zakládání:

- a) plošné na základových patkách** – hlavní problém této varianty byl již jasně naznačen, aktivní podzákladí objektu se „pásovité“ mění generelně v severojižním směru a jsou tak nastoleny složité základové poměry, kterým by bylo nutno základovou konstrukci přizpůsobit. Přitom je patrné, že z největší části by základovou půdu tvořily geotechnicky méně kvalitní zeminy GT1, GT2, které se vyznačují z hlediska plošného zakládání některými negativními vlastnostmi - podléhají kvalitativním změnám v závislosti na klimatických poměrech ovlivňujících aktuální vlhkost a tím i konzistenční stav zeminy. Průzkumem byla u zemin GT1 zjištěna konzistence na rozhraní tuhá/pevná až tuhá; v rámci tohoto prostředí je nutno

počítat s hodnotou tabulkové výpočtové únosnosti  $R_{dt} = 150 - 200 \text{ kPa}$ . U zemin GT2 je třeba důsledně dbát všech opatření, která se týkají ochrany základové půdy v závislosti na klimatických poměrech (základová půda nesmí promoknout ani promrznout). Protože by výkopy plošných základových konstrukcí byly prováděny pod hladinou podzemní vody, bylo by nutno eliminovat přítoky do výkopů patek, případně základových pasů. Při plošném zakládání je nutno u všech částí stavby dodržet nezámraznou hloubku, tj. zakládat v hloubce min. 1,0 m pod upraveným terénem. Při realizaci stavby bude dále třeba čerpáním a obvodovou drenáží zajistit odvodnění stavební jámy, která vznikne po výkopu odřezu svahu. Případné suterény bude třeba ochránit odpovídajícím typem hydroizolace.

b) **hlubinné založení** – při daných variabilních podmínkách v podzákladí bychom se obecně přikláněli spíše k celoplošnému pilotovému založení. Při pilotovém zakládání se uvažuje s vetknutím pilot do prostředí homogenních terciérních hornin (zemín) GT7. Při dané úrovni dna stavební jámy lze délku těchto pilot při vetknutí minimálně 3 metru do horniny GT7 odhadovat v rozmezí 14 až 16 m. Je třeba počítat s plovoucími pilotami, kde bude využito jejich plášťové tření. Délky jednotlivých pilot bude nutno korigovat s ohledem na kvalitu zastiženého horniny (geotechnický dozor). Při variantě pilotového založení je nutno upozornit na nestabilitu kvartérních zemin ve vývrtu – piloty zde bude potřeba v celém rozsahu pažit. Vrtání pilot bude ovlivněno i přítomností podzemní vody, která vykazuje silnou uhlíčitanovou agresivitou. Z prostředí kvartérních sedimentů je nutno očekávat vydatné přítoky - před betonáží bude patrně nutné vodu z vývrtu odčerpat. Dalším negativním prvkem při realizaci vývrtů pilot mohou být polohy kamenů a balvanů granitu, případně i starosedelských křemenců.

V tabulce je uvedena vrtatelnost pro piloty dle velkoobchodního ceníku 800 – 2.

Písčité jíly, jíly, jílovité písky GT1, GT2 .....	I.
Písek a písek se štěrkem GT3, GT4 .....	I.
Písčitý štěrk GT5, GT6 s kameny a balvany.....	II., výj. až III.
Terciérní jíly GT7 .....	I. – II.

#### ZAJIŠTĚNÍ STAVEBNÍ JÁMY A VÝKOPŮ

Výkop **stavební jámy v odřezu svahu** patrně přesáhne hloubku 3 m a bude jej nutno vzhledem k očekávaným přítokům podzemní vody zapažit vertikálními pažícími konstrukcemi. V zeminách GT1 a GT2 by bylo nutno výkopy do 3 m svahovat v dočasných sklonech 1 : 1. Hlubší výkopy je třeba svahovat na základě statického výpočtu a rozdělit je vodorovnou lavičkou.

Pro výpočet pažení stavební jámy z jižní strany je nutno uvažovat následující geotechnický model:

0,0 – 3,0 m (lokálně až 5 m) .....	písčité jíly třídy F4
3,0 – 5,0 m .....	jílovité písky S5, písky S3

Volbu typu a dimenzování pažící konstrukce je třeba provést s použitím geotechnických hodnot uvedených v tabulce. S přihlédnutím k místním specifikům geologické stavby (viz geologické řezy) a k ověřenému horizontu mělké podzemní vody může být zajištění stavební jámy navrženo s různou účinností vzhledem k eliminaci přítoku podzemní vody do nejhlubší části stavební jámy. Intenzita zvodnění může reagovat i na momentální klimatické vlivy. Pro trvalou ochranu objektu bude nezbytné suterén na jižní až jihovýchodní straně (tj. ze strany přítoku podzemních vod) zabezpečit odpovídajícím hydroizolačním systémem resp. navrhnout trvale účinný



systém obvodové drenáže, která by podzemní vody „nadržované“ suterénem zapuštěným do průlinově propustných kvartérních zemin zachytila a převedla na severní polovinu staveniště.

Odvodnění stavební jámy po dobu výstavby, kde bude docházet ke zmíněným přítokům podzemní vody z jižní až JV strany, doporučujeme řešit obdobným způsobem tj. sběrným obvodovým příkopkem s čerpacími jámkami. Při předpokládaném zajištění stavební jámy záporovou nebo pilotovou stěnou, lze nejpravděpodobněji očekávat přítok podzemní vody formou řady drobných přítoků, hlavně z prostředí písčitých a štěrkovitých zemin. Při odčerpávání vody ze stavební jámy je nutno zamezit možnosti vzniku sufoze, kterou by byl ohrožen terén v okolí výstavby.

### ZEMNÍ PRÁCE

Těžitelnost klasifikujeme podle ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“. Výkopu budou převážně prováděny v prostředí zemin, které svým zatříděním odpovídají **třídě I.** a jsou rozpojitelné a těžitelné za použití běžných mechanismů. Pouze je nutno upozornit na **možný výskyt rozměrných balvanů**, které mohou u hlubších výkopů zemní práce značně komplikovat.

Výše uvedená prostředí zařazujeme podle dnes již neplatné ČSN 73 3050 „Zemní práce“ do 3. třídy těžitelnosti (jíly GT1, GT2), 3. – 4. třídy těžitelnosti (štěrky GT4, GT5, GT6), při výskytu balvanů 5. až 6. třídy těžitelnosti. Uvedená prostředí je možno rozpojovat středně výkonnými bagry.

## 6. Komunikace a parkovací plochy

Součástí projektu výstavby sportovní haly jsou také příjezdové komunikace a parkoviště v okolí objektu.

Jak je patrné z geologických řezů, aktivní zónu pod pláněmi a pláně těchto komunikací a parkovacích ploch, včetně podloží jejich případných násypů budou tvořit převážně zeminy GT1, případně GT2.

Podle nově provedených laboratorních rozborů lze prostředí **GT1, GT2** zatřídit dle ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“ do třídy **F4CS** a **S5SC**. Jedná se (dle této normy) o zeminy **podmínečně vhodné do násypů a podmínečně vhodné pro podloží** komunikací. Podle dříve užívané ČSN 72 1002 „Klasifikace zemin pro pozemní komunikace“ náleží tyto zeminy dle vhodnosti pro silniční podloží do tříd **III, IV a V** skupiny.

U vybraných vzorků byly vyšetřovány parametry zhutnitelnosti, přičemž u zkoušky PS je  $w_{opt} = 12,8 - 13,5$  %, při maximální objemové hmotnosti  $\rho_{vmax} = 1797 - 1858 \text{ kg/m}^3$ . Aktuální vlhkost vzorků byla  $w = 17,6 - 17,8$  % a je tedy patrné, že zemina je již v přirozeném uložení **převlhčená**. U zemin GT1, GT2 je tedy třeba počítat s nutností stabilizace v aktivní zóně a pláni komunikací a parkovacích ploch v důsledku převlhčení těchto zemin po zajištění snížení hladiny podzemní vody z dosahu aktivní zóny a pláně konkrétního úseku komunikace či části parkovací plochy (týká se hlavně severní části zkoumaného území).

Jedná se o zeminy objemově nestálé, nebezpečně namrzavé, citlivé na změny vlhkosti a obtížně zhutnitelné (navíc pouze v úzkém oboru vlhkosti blízkému k vlhkosti optimální). U zastižených typů zeminy je v souladu s ČSN 72 1006 (tab. 4) nutno v aktivní zóně komunikace dosáhnout míry zhutnění min.  $D = 100 - 102$  % PS, v hloubce přes 0,50 m pod plání a v tělesu násypu pak 95% PS.

Po dokončení stavby je nutné odvádět srážkové vody, aby nedocházelo k lokálnímu zatékání vod do podloží komunikací. S ohledem na skutečnost, že v severní části území byla hladina podzemní vody zjištěna v hloubce 0,5 – 1,1 m pod stávajícím terénem, doporučujeme zde pod konstrukcemi komunikací a parkingů provést dostatečně mocnou vrstvu zeminy vhodné zrnitosti, která ochrání konstrukci vozovky před vztlínáním kapilární vody (přerušovací vrstva).

O zásypech budoucích inženýrských sítí předpokládáme, že budou vytvořeny vhodnou zeminou a náležitě zhutněny, takže vyhoví i z hlediska požadavků na únosnost pláň komunikací. Norma ČSN 72 1006 "Kontrola zhutnění zemin a sypanin" požaduje zhutnit zeminy v exponovaných zásypech na 100 % PS na pláni a v aktivní zóně zásypu, 95 % PS do hloubky 50 cm pod aktivní zónu a hlouběji 92 % PS. Požadovaného zhutnění lze dosáhnout na zeminách použitím vibračních hutnicích prostředků při vhodné vlhkosti a ukládání zemin po vrstvách 20 - 30 cm mocných.

## 7. Závěr

V souladu s objednávkou města Karlovy Vary jsme vypracovali podrobný inženýrsko-geologický a hydrogeologický průzkum pro výstavbu Centra sálových sportů v Karlových Varech, k.ú. Tuhnice, na pozemku p. č. 125/1 v k.ú. Tuhnice. V předkládané závěrečné zprávě jsou shrnuty výsledky IG průzkumu, které poskytují technické podklady pro optimální návrh založení projektovaného objektu. Průzkum byl proveden na základě vyhodnocení nově provedených sondážních prací. Využity byly také dostupné archivní materiály.

Podmínky zakládání projektovaného objektu jsou patrné z přiložených geologických řezů a rozebírání v rámci kapitoly č. 5 a 6. Základové poměry staveniště hodnotíme podle dříve platné **ČSN 731001 „Základová půda pod plošnými základy“** článku 20 jako **složitě**, neboť budou v zóně potenciálního plošného zakládání ovlivněny mělkým horizontem podzemní vody a výskytem nehomogeních, málo únosných zemin. Ve zprávě proto diskutujeme hlubinný způsob zakládání na širokoprofilových pilotách, vetknutých do prostředí jílu charakteru poloskalní horniny **GT7**. Betonové konstrukce plošných i případných pilotových základů bude nutno chránit před účinky agresivní podzemní vody prostřednictvím volby vhodné betonové směsi a zabezpečení odpovídajícího stupně vodotěsnosti betonu.

Z hlediska využití místních zemin pro podloží komunikací a parkingů a do násypů, bylo prostředí svrchní vrstvy zemin GT1, GT2 klasifikováno jako podmínečně vhodné - zeminy bude nutno, vzhledem k jejich převlhlčení při jejich využití patrně podrobit úpravám.

Při zakládání objektu a provádění zemních prací doporučujeme přítomnost geologa; zpracovatelé průzkumu jsou dále připraveni poskytnout projektantovi v rámci konzultací další potřebné informace.

Karlovy Vary, 29.01. 2012

Mgr. Václav Kořán  
geolog

RNDr. Tomáš Vylita, Ph.D.  
hydrogeolog

RNDr. Břetislav Vylita, CSc.  
jednatel společnosti

## **POPISY NOVĚ PROVEDENÝCH A ARCHÍVNÍCH SOND**