

OBSAH

Textová část:

- 1. Úvod** - str. 2
- 2. Rozsah a metodika průzkumných prací** - str. 2
 - 2.1 Terénní sondážní práce - str. 2
 - 2.2 Vzorkovací a laboratorní práce - str. 3
- 3. Charakteristika území** - str. 4
 - 3.1 Geologická stavba - str. 4
 - 3.2 Hydrogeologické poměry - str. 5
- 4. Výsledky IG průzkumu** - str. 6
 - 4.1 Geotechnické typy a vlastnosti základových půd - str. 6
 - 4.2 Zemní práce, těžitelnost a použitelnost zemin - str. 8
- 5. Závěr** - str. 9

Tabulky v textu:

1. Přehled provedených technických a laboratorních prací - str. 3
2. Geotechnické charakteristiky a očekávaná výpočtová únosnost R_{dt} - str. 7

Přílohy:

1. Přehledná situace M 1 : 10 000
2. Situace realizovaného vrtu JV-1 M 1 : 500
3. Geologická dokumentace vrtu JV-1
4. Protokoly laboratorních rozborů

1. ÚVOD

Inženýrskogeologický průzkum je realizován jako podklad ke zpracování projektové dokumentace na přestavbu propustku na most v km 12,888 trati Chrastava - Hrádek nad Nisou. Předpokládá se jeho kompletní demolice a výstavba nového železničního mostu. Stávající objekt se nachází přímo pod silničním mostem I/13 (viz přehledná situace v příloze č. 1).

Cílem průzkumu je zjištění geologického složení a vrstevního sledu základových půd, stanovení jejich geotechnických charakteristik (fyzikálně mechanické a přetvárné vlastnosti) a ověření hydrogeologických poměrů, vč. chemismu podzemní vody, pro účely statického posouzení a výběr optimálních stavebních postupů.

Objednatel: PRODIN a. s., K Vápence 2745, 530 02 Pardubice
Zhotovitel: Global - Geo, s.r.o., Ak. Heyrovského 1178, 500 03 Hradec Králové
Kraj: Liberecký
Katastrální území: Bílý Kostel nad Nisou - kód 604623

K provedení zakázky zadavatel předal místo pro uskutečnění vrtané sondy, situované u paty tělesa náspu, mimo známá vedení podzemních inženýrských sítí.

2. ROZSAH A METODIKA PRŮZKUMNÝCH PRACÍ

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

Zahrnuje zhotovení jednoho jádrového vrtu a jeho geologickou dokumentaci. Vrt doplňují odběry vzorků zemín a podzemní vody.

Dle mapy vrtné prozkoumanosti, vedené Českou geologickou službou - Geofondem, nebyly v zájmovém místě v minulém období prováděny žádné geologické práce.

2.1 Terénní sondážní práce

Průzkumný vrt JV-1 vyhloubila dne 7. 8. 2024 osádka vrtmistra Oleksandra Bodnara z firmy DGB Technik, s.r.o., Hradec Králové (IČO 03250938), technologií rotačně jádrového vrtání bez výplachu. Vrt uskutečnila mobilní vrtnou soupravou FRASTE Multidrill ML, pomocí jednoduchých jádrovek ø 195 mm a ø 156 mm, opatřených TK roubíkovou korunkou, s provozním technologickým pažením zvodnělého úseku kvartérních sedimentů v hloubkovém intervalu 0,0 - 7,5 m p. t. Průměry vrtného nářadí, intervaly vrtání a pažení jsou součástí geologické dokumentace v příloze č. 3.

Okamžitě po dokončení vrtný výnos, uložený v typizovaných vzorkovnicích, popsal přítomný geolog, provedl jeho fotodokumentaci a ovzorkování. Hloubkové údaje dokumentovaných vrstev jsou vztaženy ke stávajícímu povrchu terénu. Na závěr technických prací na lokalitě vrtná osádka sondu zlikvidovala zpětným záhozem ze skartovaného vrtného

výnosu. Celkem se na akci uskutečnilo 8,00 bm jádrových vrtů, což je celý rozpočtovaný rozsah.

Místo skutečného provedení sondy zaměřil pracovník zhotovitele průzkumu p. Kodým z několika pomocných stanovišť, kombinací metod GNSS soupravou STONEX S-9 a polární, pomocí totální stanice TOPCON GPT 3005.

Získané souřadnice X a Y v S-JTSK a výšku v systému Balt po vyrovnaní obsahuje záhlaví dokumentace vrtu v příloze č. 3. Umístění realizovaného vrtu zachycuje situace v příloze č. 2.

2.2 Vzorkovací a laboratorní práce

Na zakázce odebral řešitel akce pro klasifikaci prostředí 2 vzorky charakteristických místních zemin, ihned po odběru v průběhu vrtání uložené do PE obalů pro zachování přirozené vlhkosti a odběrným válcem do plastové lahve o objemu 1 lt bez přísad vzorek podzemní vody z ustálené hladiny.

Z hlediska kvality získaných vzorků, ve znění normy ČSN EN ISO 22475-1 „Geotechnický průzkum a zkoušení-Odběry vzorků a měření podzemní vody-Část 1: Zásady provádění“, patří vzorky zemin do 3. třídy kategorie B (dřívější tzv. poloporušené vzorky).

Veškeré vzorky zpracovala laboratoř mechaniky zemin a analýzy stavebních vod Lahučká Blanka, Pardubice, laboratorními rozboru v souladu s postupy specifikovanými:

ČSN CEN ISO/TS 17892-1 Stanovení vlhkosti zemin

ČSN CEN ISO/TS 17892-4 Stanovení zrnitosti zemin

ČSN CEN ISO/TS 17892-12 Stanovení konzistenčních mezí

Na základě zrnitostních rozborů je primárně provedena klasifikace vzorků zemin podle ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“, odpovídající ČSN P 73 1005 „Inženýrskogeologický průzkum. Ze zrnitostních analýz jsou dále odvozené hodnoty filtračního součinitele metodou Mallet-Pacquand a namrzavost.

Tabulka č. 1 - Přehled provedených technických a laboratorních prací

Číslo sondy	Hloubka sondy (m)	Odebraný druh vzorku (stav, hloubka)	Provedené rozboru	Číslo rozboru
JV-1	8,0	3B: 4,60 - 4,70	Iz	118
		3B: 7,50 - 7,80	Iz	119
		V: 4,60	rozbor pro stavební účely	121
Celkem	8,00	2 x 3B + 1 x V		

Vysvětlivky :

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

Rozbor podzemní vody pro stavební účely

Vzorek podzemní vody byl podrobený zkrácenému rozboru pro stavební účely a jednotlivá stanovení odpovídají interním metodikám laboratoře. Analýza se omezuje

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

Výsledky laboratorních rozborů zemin a podzemní vody obsahuje příloha č. 4.

3. CHARAKTERISTIKA ÚZEMÍ

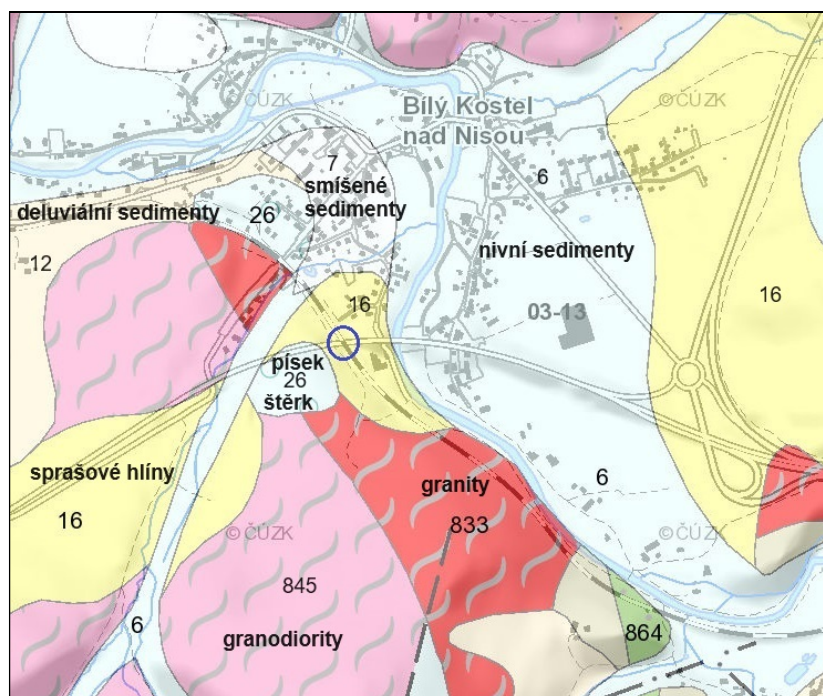
Stávající propustek pod železniční tratí se nachází při jižním okraji obce Bílý Kostel nad Nisou. Je dostupný z polní cesty, odbočující z MK do Panenské Hůrky. Nadmořská výška terénu v jeho okolí se pohybuje v rozmezí 283 - 288 m n. m.

3.1 Geologická stavba

Geomorfologicky náleží zájmové území s mostem do oblasti Krkonošské, k podcelku Hrádecká pánev a okrsku Chrastavská kotlina (kód IVA-4B-b), charakteru terénní sníženiny. Jedná se o oblast s výrazně rozčleněným erozně denudačním reliéfem, předurčeným geologickou stavbou, jejím tektonickým porušením a zvětráním.

Předkvartérní podloží

Posuzované místo z regionálně - geologického hlediska náleží do oblasti lužické. Předkvartérní podloží budují hlubinné magmatity lužického masívu (svrchně ordovického stáří), reprezentované zbřidličnatělými granity (kód 833) a granodiority (kód 845), v geomapě zakreslené plochami červené a tmavě růžové barvy. Uvedené horniny, s hluboko zvětralým stropem, vystupují k povrchu terénu jižním a západním směrem. V místě železničního propustku se dají očekávat v hloubce 10 - 12 m p. t.



Výřez z geologické mapy M 1 : 50 000 (Mapový server ČGS 2024, upraveno)

Kvartérní pokryv

Zastupují sedimenty eolické a fluviální geneze. Eolické sedimenty (sprašové hlíny), ve vývoji soudržného rezavě hnědého až šedohnědého jílu s proměnlivou konzistencí, vytvářejí v místě budoucího staveniště souvislou akumulaci o mocnosti 3,80 m. V jejich podloží se nachází až 2,70 m mocná vrstva prachovitého jílu s občasnými valouny, poněkud netypické podoby - rázu slabě soudržného prachovce s drobně střípkovitým rozpadem a tmavě šedou barvou.

Od 7,10 m nastupují zvodnělé písčité šterky, řazené k vyšší starší terase Lužické Nisy, stupně riss (hlavní terasa). Její relikty jsou zakreslené světle modrými ostrůvky s č. 26.

Údolí s tokem Lužické Nisy vyplňují nivní sedimenty převážně jemnozrnného složení, v geomapě vyznačené světle modrým pruhem proměnlivé šířky, s č. 6. Do linie železniční trati nezasahují.

Uložení antropogenního původu ověřuje vrt JV-1 v mocnosti 0,60 m. Jedná se o směs hlinitého písku se šterky a s úlomky cihel, která představuje zpevnění povrchu cesty.

Seismická území

Ve znění ČSN EN 1998-1 „Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení - část 1“ (Eurokód 8) celý okres Liberec náleží do zóny s přiřazenou hodnotou referenčního zrychlení základové půdy $a_{gR} \dots 0,040 - 0,060$ g. Dle čl. 3.1.2 citované normy lze podloží přiřadit typu základových půd E.

3.2 Hydrogeologické poměry

Na základě hydrogeologického členění ČR (HEIS VÚV TGM) budoucí staveniště patří do rájónu základní vrstvy 6413 - Krystalinikum Jizerských hor v povodí Lužické Nisy, zahrnujícího horniny proterozoika i paleozoika, které jsou jako celek málo propustné. Relativně lepší propustnost má zóna připovrchového rozpojení hornin a některé tektonicky porušené zóny a zlomy. Propustnost prostředí se odvíjí od charakteru zvětralin a hustoty, rozevření a výplně puklin. S hloubkou propustnost horninového prostředí obecně klesá.

Oběh podzemní vody je soustředěný do zóny připovrchového rozpojení hornin - na rozpukaný horninový strop do hloubek nejvýše prvních desítek metrů. Jedná se o nesouvislý kolektor s volnou hladinou, s nízkou transmisivitou i mineralizací.

U stávajícího objektu propustku vrt JV-1 ověřil kvartérní zvodeň, vázanou na písčité šterky terasového stupně riss, se slabě napjatou hladinou, s pozitivní výtlačnou výškou +2,50 m (rozdíl mezi naraženou a ustálenou HPV), ustálenou 4,60 m p. t., tj. v úrovni 278,89 m n. m. Proudění podzemní vody v kvartérní zvodni se předpokládá k východu až severovýchodu, k místní erozní bázi představované tokem Lužické Nisy. Slabý průsak v hl. 3,50 m p. t., z prostředí propustnějších partií sprašových hlín v průběhu vrtání zanikl. Trvale však ovlivňuje konzistenci soudržných zemin.

Dle laboratorního rozboru č. 121 podzemní voda z kvartérní zvodně vytváří středně agresivní prostředí stupně XA2, vlivem obsahu $74,67 \text{ mg.l}^{-1} \text{ CO}_2$ agresivního na vápno (limit ČSN EN 206 ≥ 40 a $\leq 100 \text{ mg.l}^{-1}$).

Z hydrologického hlediska objekt propustku náleží do dílčího povodí 4. řádu Lužické Nisy, číslo hydrologického pořadí 2-04-07-0350-0-00, která protéká cca 90 m východně a zprostředkovává povrchové odvodnění širokého území.

Podle serveru HEIS zde nejsou vymezena žádná ochranná pásma podzemních vodních zdrojů, ani CHOPAV č. 108. Propustek se nachází mimo záplavová území a jejich AZ, až pro Q_{500} .

4. VÝSLEDKY IG PRŮZKUMU

Charakter prostředí dokumentuje psaný profil sondou v příloze č. 3. Zeminy jsou zaříděny v souladu s klasifikačním systémem ČSN P 73 1005 „Inženýrskogeologický průzkum“ a současně mají uvedeno i zařazení ve znění ČSN EN ISO 14688-2 „Geotechnický průzkum a zkoušení“. Obě základní klasifikace v následujícím textu odděluje lomítko. Doplnková písmena Y a Mg odlišují umělé násypy a navážky od rostlého terénu.

Geotechnické charakteristiky a očekávané výpočtové únosnosti R_{dt} , převzaté ze zrušené a Eurokódem 7 nahrazené ČSN 73 1001, obsahuje tabulka č. 2 na str. 7.

4.1 Geotechnické typy a vlastnosti základových půd

V prostoru stávajícího propustku v km 12,888 jsou realizovaným inženýrskogeologickým průzkumem vymezeny následující hlavní druhy základových půd, rozdělené do pěti geotechnických typů. Všechny popisují jen kvartérní pokryv - typy GT1 až GT4 sprašové hlíny a prachovité jíly, lišící se konzistencí a z ní plynoucí únosností, typ GT5 pak písčité šterky.

Geotechnický typ GT1:

Zahrnuje soudržné jílovité zeminy - sprašové hlíny z 0,60 - 1,20 m, charakteru jílu se střední plasticitou a prachovitý jíl z 4,40 - 5,00 m p. t. Jejich společným znakem je tuhá až pevná konzistence, s laboratorně ověřeným $I_c = 0.94$. Zrnitostní složení dokládá laboratorní vzorek č. 118. Zeminy tř. **F6 CI / cISi** patří k nebezpečně namrzavým, nepropustným (ze zrnitosti odvozený filtrační součinitel $k < 3,0 \cdot 10^{-8} \text{ m.s}^{-1}$), pomalu konsolidujícím se součinitelem konsolidace $c_v < 1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, s výškou kapilární vztlakovosti $h_s = 2,80 \text{ m}$.

Geotechnický typ GT2:

Do předmětného geotechnického typu jsou zařazeny sprašové hlíny s tuhou konzistencí, s $I_c = 0.70 - 0.90$, z hloubkových intervalů 1,20 - 2,00 m a 3,80 - 4,40 m p. t. Jedná se o zeminy stejných tříd i geotechnických vlastností jako u typu GT1.

Geotechnický typ GT3:

Uvedený typ je vyčleněný pro sprašové hlíny s tuhou až měkkou konzistencí, s $I_c = 0.60 - 0.50$, z hloubky 2,00 - 3,80 m p. t. Vykazují totožné třídy i další geotechnické vlastnosti jako u typu GT1.

Tabulka č.2 - Geotechnické charakteristiky a očekávaná únosnost R_{dt}

<i>Geotechnický typ</i> <i>Parametr</i>	<i>Zatřídění ČSN P 73 1005</i>	<i>Poissonovo číslo ν (I)</i>	<i>Převodní součinitel β (I)</i>	<i>Objemová tíha γ (kN.m⁻³)</i>	<i>Modul přetvárnosti E_{def} (MPa)</i>	<i>Úhel vnitřního tření zeminy efektivní φ_{ef} (°)</i>	<i>Úhel vnitřního tření zeminy totální φ_u (°)</i>	<i>Soudržnost zeminy efektivní c_{ef} (kPa)</i>	<i>Soudržnost zeminy totální c_u (kPa)</i>	<i>Očekávaná únosnost R_{dt} (kPa)</i>
GT 1	F6 CI tuhý - pevný	0,40	0,47	21,00	7	20	0	14	70	150*
GT 2	F6 CI tuhý	0,40	0,47	21,00	5	19	0	10	50	100*
GT 3	F6 CI tuhý - měkký	0,40	0,47	21,00	3	17	0	8	30	75*
GT 4	F6 CI pevný	0,40	0,47	21,00	10	21	4 - 10	18	80	200*
GT 5	G3 G-F středně ulehlý	0,25	0,83	19,00	35	31	-	0	-	290**

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

** platí pro šířku základu $b = 1$ m a hloubku založení $h = 1$ m

Hodnota R_{dt} pro typ GT5 je redukována na střední ulehlost x 0,65.

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

Geotechnický typ GT4:

Obsahuje prachovité jíly pevné konzistence, s $I_c > 1.00$, vymezené od 5,00 m do 7,10 m p. t. Vizuálně mají charakter slabě zpevněného prachovce tmavě šedé barvy, s drobně střípkovitým rozpadem, který obsahuje občasné polozaoblené šterky vel. až 10 cm. I v tomto případě se jedná se o zeminy stejných tříd a geotechnických vlastností jako u GT1.

Geotechnický typ GT5:

Reprezentuje nesoudržné sedimenty reliktu terasového stupně riss ve šterkovitém vývoji z hloubkového úseku 7,10 - 8,00 m p. t. Jejich zástupcem je písčité šterk, tř. **G3 G-F / saGr**, složený z valounů vel. do 2 cm. Zrnitostní složení dokládá laboratorní vzorek č. 118. Šterky se vyskytují jen pod HPV. Mají neplastickou mezizrnnou výplň, tvořenou hrubozrnným nestejnzrnným pískem. Podle odporu při vrtání jsou hodnocené jako středně ulehle, s relativní hutností v horní polovině normového rozmezí, tj. s $I_D = 0.50 - 0.67$. Řadí se k zeminám mírně namrzavým a dobře propustným (ze zrnitosti odvozený filtrační součinitel $k = 1,4 \cdot 10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$), s nepatrnou výškou kapilární vztlakovosti h_s .

4.2 Zemní práce, těžitelnost a použitelnost zemin

Podle již neplatné, avšak nadále používané a citované ČSN 73 3050 „Zemné práce“ a aktuální tabulky B.1 ČSN P 73 1005 „Inženýrskogeologický průzkum“ se místní zeminy z hlediska těžitelnosti a rozpojitelnosti řadí do následujících tříd:

Vrstva	Těžitelnost	ČSN 73 3050	ČSN P 73 1005
- soudržné jílovité zeminy		tř. 3	I
- písčité šterky		tř. 3	I

Zemní práce a výkopy po HPV budou podle dosavadních poznatků prováděny pouze v soudržných jílovitých zeminách, zařazených do tříd 3 / I.

Pažení a zajišťování výkopů

Svahovaná stavební jáma v zájmovém prostoru (silniční most, těleso železničního násypu) prakticky nepřichází v úvahu. Bude nutné ji zajistit štetovnicemi.

Výkopy pro případné inženýrské sítě bude nutné zajišťovat od hloubky 1,30 m příložným pažením (boxy).

Použitelnost zemin

Zeminy typů GT1 až GT4 patří z hlediska použitelnosti do násypu / zpětného zásypu k podmíněčně vhodným. Vedle zrnitostního složení je nutné u nich sledovat zejména okamžitou přirozenou vlhkost, tj. faktory které ovlivňují výslednou zhutnitelnost a únosnost. Při styku s vodou jílovité zeminy snadno degradují a rozbírají.

Zásypy výkopů ve znění ČSN 72 1006 „Kontrola zhutnění zemin a sypanin“ je nutné hutnit min. na 95% PS, v aktivní zóně komunikací a zpevněných ploch na 100% PS, přičemž na povrchu aktivní zóny musí být současně docílena i předepsaná únosnost. Zeminy se v tělese násypu / zásypu mimo AZ musí hutnit při vlhkosti blízké vlhkosti optimální (v intervalu -2% až +3% od w_{opt}). Zeminy s vlhkostí větší než 3%

od vlhkosti optimální není možné zhutnit na požadované parametry a nelze na nich dosáhnout ani minimální míru zhutnění $D = 95\%$ PS. Ve smyslu ČSN 72 1006 se jedná o zeminy převlhčené. Převlhčenost pak posouvá zeminy původně podmíněčně vhodné do skupiny nevhodných, v přirozeném stavu bez úpravy nepoužitelných do tělesa zásypu. Sem patří zeminy se sníženou konzistencí, zeminy satureované a zvodnělé, což představuje většinu místních zemín.

Hutněné zásypy a přechodové oblasti mostu se doporučuje realizovat z vhodného nenamrzavého materiálu s plynulou křivkou zrnitosti. Z uvedeného vyplývá, že místní zeminy se nedají pro dané účely využít a potřebné materiály bude nutné v celém potřebném objemu dovézt.

5. ZÁVĚR

Zpráva shrnuje výsledky inženýrskogeologického průzkumu provedeného v místě stávajícího propustku v km 12,888 trati Chrastava - Hrádek nad Nisou.

V textové části jsou podrobně popsány geologické a hydrogeologické poměry zájmového území (kap. 3.1 a 3.2) a v kap. 4.1 vyhodnoceny geotechnické vlastnosti základových půd formou geotechnických typů. Klasifikace zemín vychází z platných norem.

Geologické prostředí tvoří převážně soudržné jílovité zeminy typů GT1 až GT4, které se liší konzistencí a z toho plynoucí rozdílnou únosností. Od 7,10 m p. t. ověřené šterkopísky typu GT5 jsou zvodnělé. Jedná se o kvartérní zvrstvení se slabě napjatou hladinou, s pozitivní výtlakovou výškou +2,50 m, ustálenou 4,60 m p. t., tj. v úrovni 278,89 m n. m. Jinými slovy v případě proražení vrstvy pevných jílů v 5,00 - 7,10 m dojde k jejímu výstupu na uvedenou úroveň. Slabý průsak v hl. 3,50 m p. t., z prostředí propustnějších partií sprašových hlín v průběhu vrtání zanikl. Trvale však ovlivňuje konzistenci soudržných zemín.

Dle laboratorního rozboru č. 121 podzemní voda z kvartérní zvodně vytváří středně agresivní prostředí stupně XA2, vlivem obsahu $74,67 \text{ mg.l}^{-1} \text{ CO}_2$ agresivního na vápno.

Základové poměry je nutné hodnotit jako složitě. Pro nový základ, v jámě zajištěné štětovnicemi, lze využít např. zeminy typu GT5, ochráněné vrstvou podkladního betonu. Konkrétní způsob bude navržen statikem.

Odvozené hodnoty geotechnických parametrů platí v přirozeném stavu, v průběhu výstavby je třeba základové půdy chránit proti mechanickému porušení, klimatickým vlivům a zaplavení. V případě výskytu neočekávaných anomálií při zakládání, doporučuji provést posouzení geologem a konzultaci s odpovědným projektantem.

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

Hradec Králové, 28. 8. 2024

Ing. Pavel Žaba
ředitel společnosti