

INŽENÝRSKOGEOLOGICKÝ PRŮZKUM

PRO NÁVRH ZALOŽENÍ NOVÉHO PAVILONU
2. ZÁKLADNÍ ŠKOLY V BEROUNĚ

Zak. číslo 2017-02-019

Základní údaje

Název akce: INŽENÝRSKOGEOLOGICKÝ PRŮZKUM
PRO NÁVRH ZALOŽENÍ NOVÉHO PAVILONU 2. ZÁKLADNÍ ŠKOLY
V BEROUNĚ

Architekt / generální projektant: Spektra spol.r.o. Beroun, V Hlinkách 1548, 266 01 Beroun,
tel. 311 740 115

Investor / zástupce: Ing. M. Dejdar, mobil 602 158 181

Objednatel / zástupce: dtto

IČ / DIČ: 18598897/ CZ18598897

Pozemky na kterých se nachází
staveniště: Viz PD

Pozemky dotčené sítěmi: na staveništi se nenacházejí inženýrské sítě bránící vytyčeným
průzkumným pracím

Zpracovatel: CHALUPA GGS s.r.o. Beroun, Na Veselou 771, Beroun 3, 266 01

Zástupce zpracovatele: RNDr. Soňa Chalupová

Subdodavatelé technických
prací: -

Zaměření sond: Zaměření v systému JTSK , výškově v Bpv
Ing. Karel Štochl GGS

Laboratorní stanovení: -

.....
RNDr. Jaroslav Chalupa
řešitel úkolu

.....
RNDr. Soňa Chalupová
odpovědný řešitel geologických prací

Obsah

1. Úvod.....	4
2. Zhodnocení inženýrskogeologických a hydrogeologických poměrů na staveništi.....	4
3. Rozvrh sondovacích prací a zkoušek s výsledky geodetických prací a s údaji o systému zaměření.....	4
4. Výsledky sondážních prací.....	6
5. Těžitelnost zemin dle ČSN 73 3050.....	10
6. Mechanické vlastnosti základové půdy dle ČSN 73 6133 ČSN 73 1001 a ČSN 72 1002.....	10
7. Návrh založení stavby.....	13
8. Únosnost, sedání.....	14
9. Základová jáma.....	14
10. Základová spára.....	15
11. Podzemní voda.....	15
12. Závěr.....	16

Přílohy:

1. Přehledná situace lokality
2. Schématické zaměření staveniště s umístěním sond s výškami v Bpv, seznam souřadnic a výšek průzkumných děl, technická zpráva zaměření
3. Základní dokumentace sondáže CPT GOUDA HOLLAND 200 kN
4. Schematický geologický řez podložím staveniště
5. Bezpečnost práce při výkopech 4. - Nařízení vlády č. 591/2006 Sb. - V. Zajištění stability stěn výkopů

Literatura:

- V. Havlíček a kol. (1983), List základní geologické mapy 1 : 25 000, Beroun, č. mapy 12 - 411, ÚÚG Praha, Vysvětlivky
- V. Havlíček a kol. (1984), List základní geologické mapy 1 : 25 000, Králův Dvůr, č. mapy 12 - 413, ÚÚG Praha, Vysvětlivky
- Hazdrová et al. (1983), Vysvětlivky k základní hydrogeologické mapě 1 : 200 000, list 12, Praha
- I. Chlupáč a kol. (2002) Geologická minulost České republiky, Academia Praha
- Bažant (1981), Zakládání staveb, SNTL Praha
- Záruba, Mencl (1974), Inženýrská geologie, Academia Praha
- Bridge J.S. & Demicco R.V. (2008) Earth Surface Processes, Landforms and Sediment Deposits, Cambridge University Press
- Abramson et al. (1996) Slope Stability and Stabilization Methods, A Wiley- Interscience Publication, New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore
- Robertson in Lunne et.al. 1997 Cone Penetration Testing, Blackie Academic Professional, London
- ČSN 72 1001 Pojmenování a popis hornin v inženýrské geologii
- ČSN 73 1001 Základová půda pod plošnými základy
- ČSN 72 1001 Klasifikace zemin pro silniční komunikace
- ČSN 73 3050 Zemné práce
- ČSN 72 1006 Kontrola zhutnění zemin a sypanin
- další související aplikované ČSN viz. text

1. Úvod

Závěrečná zpráva tohoto Inženýrskogeologického průzkumu je podkladem pro projekt a část projektu zakládání nového pavilonu při 2. Základní škole v Berouně. Budova je umístěna v severní části areálu školy a je plánována jako min. čtyřpodlažní.

Průzkumné práce zahrnují archivní údaje a zkušenosti z průzkumu a následné výstavby blízkých staveb v obchodní části jižně od ul. Plzeňská, kanalizačního řadu a nové poznatky ze sondáže na staveništi přístavby.

Průzkum, který byl s použitím dále uvedených metod a normových postupů proveden na zadavatelem předaném staveništi, zahrnuje vyhodnocení všech dostupných dat. Výsledky vyhodnocení všech získaných údajů o vlastnostech základové půdy jsou využity k vytvoření přesné představy do jakých podložních vrstev je možno stavbu zakládat. Pro dále uvedený návrh založení plánované stavby byly využity údaje získané in situ, proto jsou použitelné právě pro toto staveniště. Tento postup umožňuje ekonomické provedení základacích prací bez dodatečných vícenákladů a zdržení v průběhu výstavby.

Jako podklad pro provedení terénní rekognoskace a sondážních prací byla předána dokumentace s umístěním stavby k datu předání.

2. Zhodnocení inženýrskogeologických a hydrogeologických poměrů na staveništi

Lokalita a staveniště se nachází severně od Plzeňské silnice, západně od centra města v původně mírně skloněném terénu. Kvartérní modelace terénu odpovídá stupňovitému ukládání písčitých teras vodního toku Litavky. Tyto terasové uložení na staveništi nejsou příliš zachovány, odpovídají tomu pouze hluboce uložené vrstvy valounových hlinitých štěrků, které zastihly některé ze sond. Ve svahu totiž vznikaly a zanikaly erozní rokle s mladší soliflukční a fluvialní výplní, které probíhají ve směru kolmém na Plzeňskou ulici. Tyto rokle byly ověřeny při hlubokých výkopech kanalizační stoky F a stavbách (Delvita – nyní Billa, Kaufland). Kvartérní pokryv tedy zahrnuje v hlubších vrstvách písčité štěrky a v nadloží svahové a soliflukční sedimenty s výplněmi zakrytých erozních roklí.

Skalní podloží má při povrchu erozní charakter – eluvium místy chybí nebo je redukováno na vrstvy do mocnosti menší než 0,50 m. Jedná se o prachovce zahořanského souvrství, což jsou vrstevnaté, do hloubky až silně vrstevnaté horniny. Porušení zvětráním zasahuje do relativně malé hloubky skalního masivu a hornina tak rychle zpevňuje za současného uzavření slabě vyvinutého puklinového systému.

Z hydrogeologického hlediska jsou horniny – prachovce zahořanského souvrství málo propustné. Podzemní voda zastižená sondami je většinou právě ve výše uvedených fluvialních nadložních sedimentech a na bázi zachovaných vrstev písčitých terasových štěrků. Podzemní voda dle archivních údajů je výrazně síranového chemismu s vysokými obsahy železa a manganu.

3. Rozvrh sondovacích prací a zkoušek s výsledky geodetických prací a s údaji o systému zaměření

Na staveništi byl proveden sondážní průzkum celkem 4 sondami těžké statické penetrace Gouda Holland s tlačnou silou 200 kN. Interpretace vrstev zemin základové půdy byla provedena ze základní dokumentace dle klasifikace ČSN 73 1001 Základová půda pod plošnými základy. Zatřídění a další závěry byly dále provedeny dle klasifikačního základu zachovaného v souvisící normě ČSN 73 6133 Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací. Za nezbytně nutného použití všeobecně srozumitelného systému ČSN 73 1001 (Základová půda pod plošnými základy) byl proveden dále uvedený alternativní návrh

založení. Na tuto normu je možno bez problémů navázat poznatky a postupy ze základních norem EN a ENDIN, které mají v podstatě jednotný klasifikační základ.

Zeminy zastižené v průzkumných sondách byly na místě podrobně makroskopicky popsány a zaříděny do jednotlivých tříd dle dříve platných ČSN 73 1001 - "Základová půda pod plošnými základy" a do tříd těžitelnosti dle ČSN 73 3050 - "Zemní práce", které jsou v našich národních podmínkách stále odbornou stavebně-inženýrskou veřejností v praxi využívány pro jejich osvědčenou vazbu na místní podmínky. Na tyto normy je možno bez problémů navázat poznatky a postupy ze základních norem EN a ENDIN, které mají v podstatě jednotný klasifikační základ. Navzdoru tomu jsou od r. 2010 nahrazovány evropskými normativy (především ČSN EN 1997-1 – Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla a Část 2: Průzkum a zkoušení základové půdy, dále ČSN ISO 14688-1: Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařídování zemín – Část 1: Pojmenování a popis, ČSN ISO 14688-2: Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařídování zemín – Část 2: Zásady pro zařídování, ČSN ISO 14689-1: Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařídování hornin – Část 1: Pojmenování a popis a dále novelizovaná ČSN 73 6133: Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací). Tyto normativy se v našich podmínkách dosud nevžily, neboť nemají další zřetelné návaznosti pro praxi.

Agresivita podzemní vody je uvedena podle archivních údajů stanovení chemismu podzemní vody. Poloha sond byla vyznačena v terénu kolíky a do přílohy č. 2 byla poloha a výška zaměřena geodetickými metodami v systému JTSK a Bpv.

4. Výsledky sondážních prací

VRSTVA (m)	Sonda SP-1			ČSN73 6133 ČSN73 1001	ČSN 733050
	Y(m)	X(m)	Z(m)		
	770573.631	1053557.260	233.990		
0,00 - 0,20	Hlína písčitá, slabě písčitá, tuhá konzistence, vegetační vrstva (zmrzlá vrstva)			F3(MS)	2
0,20 - 0,60	Jíl nízké plasticity, tuhá konzistence			F6(CL)	3
0,60 - 1,80	Jíl nízké plasticity, vrstevnatý , místy s písčitou příměsí, pevná konzistence			F6(CL)/F4(CS)	3
1,80 - 2,40	Písek hlinitý středně kyprý, $I_D = 0,5$			S4(SM)	3
2,40 - 2,80	Písek jílovitý, středně kyprý, $I_D = 0,5$			S5(SC)	3
2,80 - 3,80	jíl s nízkou plasticitou, pevné až tvrdé konzistence			F6(CL)	3
3,80 - 5,00	Písek hlinitý, vrstevnatý s prolohami jílovitého písku, ojediněle prolohy jílu pevné konzistence, vrstva středně kyprá $I_D = 0,4$			S4(SM)/S5(SC)	3
5,00 - 5,40	Štěrk hlinitý, mezerová výplň hlinitý písek, vrstva středně kyprá, $I_D = 0,5$			G4(GM)	3
5,40 - 6,20	Jíl písčitý s prolohami jílu nízké plasticity, vrstva pevné konzistence			F4(CS)	3
6,20 - 7,00	Štěrk jílovitý s většími kameny a valouny, mezerová výplň jílovitá, vrstva v kyprém uložení $I_D = 0,15$			G5(GC)+g	3
7,00 - 8,40	Terasový písčitý štěrk , mezerová výplň drobný hlinitý a jílovitý štěrk, velmi hutný $I_D >> 0,85$, $E_{def} = 160 \text{ MPa}$			G4(GM)	4
8,40 - 9,20	Eluvium zvětralého vrstvenatého prachovce, pukliny otevřené, zajílované , $E_{def} = 45 \text{ MPa}$			R6/R5	4
9,20 - 9,40	Zvětralý vrstevnatý prachovec rozpukavý, pukliny částečně sevřené, $E_{def} = 70 \text{ MPa}$			R5	4
9,40 - 9,60	Zvětralý vrstevnatý prachovec rozpukavý, pukliny sevřené, $E_{def} = 150 \text{ MPa}$			R5	5
9,60 - 9,80	Navětralý vrstevnatý prachovec rozpukavý, pukliny částečně sevřené, $E_{def} > 250 \text{ MPa}$			R4	5
Hl.p.v.naražena	Hladina podzemní vody: - 6,60 m pod terénem, 14.2.2017				
Hl.p.v.ustálena	Hladina podzemní vody: - 7,70 m pod terénem, 14.2.2017				
Vzorky zemin	Nebyly odebírány				
Poznámka					

VRSTVA (m)	Sonda SP-2			ČSN73 6133 ČSN73 1001	ČSN 733050
	Y(m)	X(m)	Z(m)		
	770594.095	1053566.495	233.773		
0,00 - 0,20	Hlína písčitá, příměs drobného štěrku a kamenů, pevná konzistence, vegetační vrstva			F3(MS)	2
0,20 - 0,60	Písek jílovitý s příměsí drobného štěrku, středně kyprý až hutný $I_D = 0,65$			S5(SC)	3
0,60 - 2,60	Písek hlinitý s prolohami písku jílovitého a písek jílovitý na bázi vrstvy, vrstva středně kyprá, $I_D = 0,4$			S4(SM)	3
2,60 - 3,80	Jíl písčitý, místy v prolohách až písek jílovitý, vrstva tvrdé konzistence			F4(CS)/S5(SC)	3
3,80 - 4,40	Písek hlinitý, středně kyprý, $I_D = 0,5$			S4(SM)	3
4,40 - 6,40	Jíl s nízkou plasticitou, pevné konzistence, ojedinělé prolohy s pískem hlinitým nebo přechody do jílu písčitého			F6(CL)/F4(CS)	3
6,40 - 6,80	Písek a jílovitý písek, středně kyprý $I_D = 0,4$			S4(SM)/S5(SC)	2/3
6,80 - 8,40	Terasový písčitý štěrk, mezerová výplň drobný hlinitý a jílovitý štěrk a hlinitý písek, velmi hutný $I_D >> 0,85$, $E_{def} = 160 \text{ MPa}$			G4(GM)	4
8,40 - 8,60	Eluvium zvětralého vrstevnatého prachovce, pukliny otevřené, zajiřované, $E_{def} = 50 \text{ MPa}$			R6/R5	4
8,60 - 9,40	Zvětralý a navětralý vrstevnatý, místy silně vrstevnatý prachovec rozpukavý, pukliny sevřené, $E_{def} = 220 \text{ MPa}$			R5/R4	5
Hl.p.v.naražena	Hladina podzemní vody: - 7,40 m pod terénem, 14.2.2017				
Hl.p.v.ustálena	Hladina podzemní vody: - 7,70 m pod terénem, 14.2.2017				
Vzorky zemin	Nebyly odebírány				
Poznámka					

VRSTVA (m)	Sonda SP-3			ČSN73 6133 ČSN73 1001	ČSN 733050
	Y(m)	X(m)	Z(m)		
	770597.034	1053571.841	233.672		
0,00 - 0,20	Hlína jílovitá a písčítá, pevná konzistence, (zmrzlá vrstva), vegetační vrstva			F3(MS)	2
0,20 - 0,40	Písek jílovitý, středně kyprý, $I_D = 0,33$			S5(SC)	3
0,40 - 0,80	Písek hlinitý a jílovitý, příměs drobného štěrku, vrstevnatý, středně kyprý až hutný, $I_D = 0,65$			S4(SM)	3
0,80 - 1,80	Písek hlinitý, vrstevnatý s prolohami jílovitého písku středně kyprý, $I_D = 0,5$			S4(SM)/S5(SC)	3
1,80 - 2,40	Písek jílovitý, jemnozrnný středně kyprý, $I_D = 0,4$			S5(SC)	3
2,40 - 2,80	Písek jemnozrnný jílovitý, stmelovaný až cementovaný, vrstva středně kyprá $I_D = 0,5$			S5(SC)	3
2,80 - 3,20	Písek hlinitý, vrstevnatý s prolohami jílovitého písku, vrstva středně kyprá $I_D = 0,5$			S4(SM)/S5(SC)	3
3,20 - 4,60	Písek jílovitý vrstevnatý, v prolohách hlinitý písek, vrstva středně kyprá, $I_D = 0,5$			S5(SC)/S4(SM)	3
4,60 - 6,40	Jíl prachovitý slabě písčitý s prolohami písku jílovitého a hlinitého, vrstva pevné konzistence			F6(CL)/S5(SC)	3
6,40 - 6,60	Písek prachovitý (hlinitý), hrubozrnný, středně kyprý až hutný $I_D = 0,65$			S4(SM)	3
6,60 - 6,80	Jíl písčitý až písek jílovitý, pevná konzistence (eluvium prachovce) – zcela rozložená hornina, $E_{def} = 18 \text{ MPa}$			F4(CS)/R6	3
6,80 - 7,40	Zvětralý vrstevnatý prachovec rozpukaný, pukliny částečně otevřené, $E_{def} = 115 \text{ MPa}$			R5	5
7,40 - 7,60	Navětralý silně vrstevnatý prachovec rozpukaný, pukliny částečně sevřené, $E_{def} = 240 \text{ MPa}$			R5/R4	5
Hl.p.v.naražena	Hladina podzemní vody: nebyla naražena 14.2.2017				
Hl.p.v.ustálena	Hladina podzemní vody: nebyla naražena 14.2.2017				
Vzorky zemin	Nebyly odebírány				
Poznámka					

VRSTVA (m)	Sonda SP-4			ČSN73 6133 ČSN73 1001	ČSN 733050
	Y(m)	X(m)	Z(m)		
	770589.332	1053576.549	233.668		
0,00 - 0,20	Jíl slabě písčité a prachovitý, slabě písčité, tuhá konzistence (zmrzlá vrstva), vegetační vrstva			F6(CL)	2
0,20 - 2,20	Jíl nízké plasticity, vrstevnatý ojediněle vrstva jílovitého písku kyprého, pevná konzistence vrstvy			F6(CL)	3
2,20 - 2,60	Jíl nízké plasticity, vrstevnatý, místy jíl střední plasticity, tuhá konzistence vrstvy			F6(CL)/F6(CI)	3
2,60 - 4,20	Jíl nízké plasticity, vrstevnatý, místy vrstvy a prolohy jílu střední plasticity s kameny, pevná konzistence vrstvy			F6(CL)/F6(CI)	3
4,20 - 5,20	Jíl písčité s prolohami jílu s prachovitou a jemně písčitou příměsí, prolohy písku jílovitého kyprého, vrstva pevné až tvrdé konzistence			F4(CS)/F6(CL)/S5(SC)	3
5,20 - 5,40	Písek prachovitý hrubozrnný, středně kyprý, $I_D = 0,4$			S4(SM)	3
5,40 - 5,80	Jíl střední plasticity, vrstevnatý tuhá až pevná konzistence vrstvy			F6(CI)	3
5,80 - 6,00	Eluvium prachovce charakteru písčitojílovitě rozložené horniny, $E_{def} = 20$ MPa			R6	4
6,00 - 6,60	Zvětralý vrstevnatý prachovec rozpukaný, pukliny otevřené, $E_{def} = 90$ MPa			R5	5
6,60 - 7,20	Zvětralý vrstevnatý prachovec rozpukaný, pukliny částečně sevřené, $E_{def} > 250$ MPa			R4	5
Hl.p.v.naražena	Hladina podzemní vody: nebyla naražena 14.2.2017				
Hl.p.v.ustálena	Hladina podzemní vody: nebyla naražena 14.2.2017				
Vzorky zemin	Nebyly odebírány				
Poznámka					

5. Těžitelnost zemin dle ČSN 73 3050

Těžitelnost zemin je zpracována k ocenění zemních výkopových prací.

	Těžitelnost tř.
1. Vegetační vrstva, hlína, hlína písčitá, tuhá, pevná konzistence	2
2. Jíl, jíl prachovitý, písčitý, tuhá, pevná konzistence	3
3. Jílovité zeminy, ílovitopísčité zeminy jílovitoštěrkovité zeminy v tuhé, pevné konzistenci, štěrkovité zeminy středně kypré, hutné (ulehlé)	3
4. Skalní podloží, eluvium, zvětralá slabě met. břidlice, velmi hutné štěrkovité zeminy	4
5. Zvětralé a navětralé skalní podloží, hornina kvality horninového masivu R5/R4 po ukončení sond	4/5

Vrtatelnost prachovců a prachovců navětralých je dle VC 20/105/89 Ceník VC pro obor 904 geologické výkony ve II. a v některých prolohách a po ukončení sond v III. třídě.

6. Mechanické vlastnosti základové půdy dle ČSN 73 6133 ČSN 73 1001 a ČSN 72 1002

V níže uvedených tabulkách jsou uvedeny místní charakteristiky základové půdy opravené součinitelem spolehlivosti základové půdy γ_m . Efektivní hodnoty c_{ef} a ϕ_{ef} jsou uvedeny již jako výpočtové. Pro sestavení tabulek byly použity hodnoty a data široké databáze CPT a i archivní údaje stejných struktur.

I. Geotechnický typ jemnozrnné zeminy

F4 (CS) – jíl písčitý

Geomechanické vlastnosti	Tuhá konzistence	Pevná konzistence ($S_r > 0,8$)	Tvrdá konzistence ($S_r > 0,8$)	Jednotky
Poissonovo číslo ν	0,35	0,35	0,35	-
Koeficient β	0,62	0,62	0,62	-
Objemová tíha γ	18,5	18,5	18,5	kN/m ³
Modul deformace E_{def}	8,5	14,5	21	MPa
Soudržnost totální c_u	50	70	80	kPa
Úhel vnitřního tření totální ϕ_u	0	5	14	°
Soudržnost efektivní c_{ef}	7	9	12	kPa
Úhel vnitřního tření efektivní ϕ_{ef}	16	19,5	23	°

F6 (CL) – jíl nízké plasticity

Geomechanické vlastnosti	Tuhá konzistence	Pevná konzistence ($S_r > 0,8$)	Tvrdá konzistence ($S_r > 0,8$)	Jednotky
Poissonovo číslo ν	0,40	0,40	0,40	-
Koeficient β	0,47	0,47	0,47	-
Objemová tíha γ	21	21	21	kN/m ³
Modul de formace $E_{def}(E_{oed})$	4,3	12(25,5)	20	MPa
Soudržnost totální c_u	50	80	170	kPa
Úhel vnitřního tření totální φ_u	0	0	10	°
Soudržnost efektivní c_{ef}	6	7,5	15	kPa
Úhel vnitřního tření efektivní φ_{ef}	14	18	22	°

**II. Geotechnický typ
písčité zeminy**

S4 (SM) – písek hlinitý

Geomechanické vlastnosti	$I_0=0,33$	$I_0=0,4$	$I_0=0,5$	$I_0=0,65$	$I_0=0,7$	Jednotky
Poissonovo číslo ν	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	-
Koeficient β	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	-
Objemová tíha γ	18	18	18	18	18	kN/m ³
Modul deformace $E_{def}(E_{oed})$	16,5	21	23(31)	40,5	55	MPa
Soudržnost efektivní c_{ef}	1,5	2	2,5	3,5	4	kPa
Úhel vnitřního tření efekt. φ_{ef}	30,5	31	33	36	37,5	°

S5 (SC) – písek jílovitý

Geomechanické vlastnosti	Tuhý až pevný $I_0=0,2$	Tuhý až pevný $I_0=0,33$	Tuhý až pevný $I_0=0,4$	Pevný $I_0=0,5$	Jednotky
Poissonovo číslo ν	0,35	0,35	0,35	0,35	-
Koeficient β	0,62	0,62	0,62	0,62	-
Objemová tíha γ	18,5	18,5	18,5	18,5	kN/m ³
Modul deformace E_{def}	8	14,5	18	20	MPa
Soudržnost efektivní c_{ef}	1,7	2	2,5	3,5	kPa
Úhel vnitřního tření efektivní φ_{ef}	22	24	25,5	27	°

**III. Geotechnický typ
štěrkovité zeminy**

G4 (GM) – štěrk hlinitý

Geomechanické vlastnosti	$I_0=0,5$	$I_0=0,65$	$I_0=0,85$	$I_0>0,85$	Jednotky
Poissonovo číslo ν	0,3	0,3	0,3	0,3	-
Koeficient β	0,74	0,74	0,74	0,74	-
Objemová tíha γ	19	19	19	19	kN/m ³
Modul deformace E_{def}	45	45	60	85	MPa
Soudržnost efektivní c_{ef}	2	2,5	3,5	4	kPa
Úhel vnitřního tření efektivní φ_{ef}	29	30	32	40	°

Poznámka: pro štěrky vysokých ulehlostí je k dispozici málo dat, možno použít max. hodnoty pro I_0 .

G5 (GC) – štěrk jílovitý

Geomechanické vlastnosti	$I_0=0,15$ tuhý	Jednotky
Poissonovo číslo ν	0,3	-
Koeficient β	0,74	-
Objemová tíha γ	19,5	kN/m ³
Modul deformace E_{def}	25	MPa
Soudržnost efektivní c_{ef}	1,5	kPa
Úhel vnitřního tření efektivní φ_{ef}	24	°

IV. Geotechnický typ
 poloskalní a skalní horniny

Vlastnosti horniny	R6 Zvětralá prachovec/eluvium		R5 Zvětralý prachovec	R5 Zvětralý prachovec	R4 Navětralý prachovec	Jednotky
Pevnost v prostém tlaku σ_c	0,7		2,5	2,5	10	MPa
Klasifikace pevnosti	Extrémně nízká		Velmi nízká	Velmi nízká	Nízká	-
Typ procesu přetváření	Střední	Křehký	Křehký	křehký	Střední	-
Modul přetvárnosti E_{def}	25	35	70	160	250 <250	MPa
Poissonovo číslo ν	0,35	0,3	0,2	0,2	0,25	-
Střední hustota diskontinuit	60-20	60-20	60-20	200-60	200-60	mm

Dle ČSN 72 1002 lze jemnozrnné jílovité zeminy zařadit do skupiny VII až v některých případech jílu se střední plasticitou VIII Štěrkovité jíly a písčité zeminy, které jsou původem z rozplaveného terasového materiálu jsou ve skupinách V-VII. Zeminy jsou ve vrstvách nad štěrky a skalním podložím nad hladinou podzemní vody, která nebyla sondáží nepravdělně zastižena.

Zeminy čistě štěrkovité a písčité jsou ve skupinách příznivějších pro další zpracování, avšak na staveništi hluboce uložené. Patří do skupin III až V. Vývrty pilot zastihnou zvětralý prachovec ordovického podloží. Tyto horniny jsou však geochemicky specifické tím, že pyrit, který je v krystalické formě způsobuje při rozkladu síranovou agresivitu podzemní vody. Proto je nutno počítat s tím, že část vývrťů zvětralých hornin lze dále použít k hutněným zpětným zásypům. Přestože zeminy podloží staveniště jsou v současné době většinou v pevné konzistenci nebo jsou písčité, ulehle nejsou příliš příznivé pro zpracování do zemních konstrukcí. Poskytují vyhovující podloží. Je však nutno zamezit namrzání, protože jsou vlivem jemnozrnné složky namrzavé. Zeminy – jílovité štěrky, písčité zeminy, které byly v profilech sond dokumentovány jsou v současné době ulehle, mezerová výplň v pevné konzistenci, jsou soudržné, podíl nesoudržných zemin je minimální. Přesto je nutno počítat s tím, že budou v případě nutnosti hloubení stavebních jam tlačivé, což vyplývá z geneze jejich uložení jako svahovin.

Poloskalní resp. skalní podloží ordovických prachovců je dobrým a únosným podložím. Je třeba však brát v úvahu malou odolnost výkopku zemin nebo zvětralé horniny ke klimatickým vlivům. Znamená to, že dochází k rychlému dalšímu zvětrávání, nakypření a rozpadu horniny. Pevnost horniny při zakončení sond prudce roste a skalní masiv lze označit jako prakticky nestlačitelný kvality R3.

7. Návrh založení stavby

Na stavebním pozemku byly zjištěny základové poměry, které lze označit jako jednoduché, stavební objekt o více jak 3 nadzemních podlažích již je nutno považovat za náročnou stavební konstrukci. Návrh založení lze tedy provést v 2. Geotechnické kategorii s využitím všech dostupných archivních zkušeností a podkladů a i nově získaných sondážních dat.

Postup při návrhu založení odpovídá tedy 2. geotechnické kategorii – údaje o zjištěných geomechanických vlastnostech charakterizují zpřesněné místní podmínky pro zakládání.

Návrh založení stavby vychází z předpokladu, že povrchová i podzemní voda zůstane mimo zónu základů i ve vlhkých obdobích. Pro pilotové hloubinné založení platí postup obvyklý při zakládání pod hladinu podzemní vody. Údaje ze sondáže mohou být použity pro dimenzování hlubinného založení.

Staveniště musí mít dle aktuálních klimatických podmínek pro bechybnou přípravu HTÚ předem připravený funkční drenážní systém, kterým musí být přívalová srážková voda odvedena již v průběhu výstavby, aby nedošlo ke zničení - ztrátě únosnosti rozbřednutím - zemin v připravované základové spáře obvodových základových pasů a plošných konstrukcí. Rovněž paraplán a vyšší úrovně pláň nestmelených vrstev aktivní zóny plošných konstrukcí musí být provedeny střechovitě a se spádem do drenážního systému. Po ukončení stavby se srážková voda nesmí dostat do podzákladí stavby.

Obecně je nutno při zakládání dodržet pouze minimální nezámraznou hloubku, která je pro tuto lokalitu dle mrazového indexu min. 0,80 m pod úrovní terénu po dokončení stavby a po konečných terénních úpravách.

Zakládat je rovněž možné na základové pasy (možno použít pro spojovací chodbu), pro jejichž únosnost uvádíme údaje v kap. č. 8. Minimální hloubka založení je pro celé staveniště min. 0,80 m od stávajícího terén (úroveň terénu výšky zhlaví sond).

PLOŠNÉ KONSTRUKCE, PODLAHOVÉ KONSTRUKCE, KOMUNIKACE

Na staveništi přístavby školy je možno využít přiměřeně dále uvedený postup:

Únosnost zemní pláň po odstranění povrchové orniční a drnové vrstvy včetně navážek je třeba řešit návrhem parametrů, kterých má být dosaženo v aktivní zóně s využitím ČSN 72 1002, ČSN 73 6133 a ČSN 72 1006 Kontrola zhutnění zemin a sypanin. Podle nároků na zatížení povrchu postupovat již při výstavbě násypu dle ČSN 73 6133 a 72 1006.

Na staveništi byly zjištěny v úrovni nejnižší pláň zemin (po odstranění vegetační vrstvy), které lze zhutnit v úrovni parapláň na min. $E_{def2}=15$ MPa. Úroveň parapláň musí být v projektu stavby uvedena kótou tak, aby spodní stavba podlah mohla zahrnovat aktivní zónu nestmelených vrstev a to dle ČSN 72 1006 Kontrola zhutnění zemin a sypanin. Minimální mocnost aktivní zóny nestmelených vrstev dle této normy je 0,50 m.

Po skryvce drnové a orniční vrstvy je třeba provést odtěžení podorniči do - 0,70 m (od původního terénu úroveň zhlaví sond) a vzniklou parapláň střechovitě tvaru (kvůli odvodnění) zhutnit. Provést pojezdovou zkoušku, případně měření statickou deskou a prokázat modul deformace min. $E_{def2}=15$ MPa. Následně je možno položit separační geotextilii min. 300 g/m².

Dále pokračovat s hutněním šterkodrtě frakce 0/63 nestmelených vrstev aktivní zóny. Na povrchu aktivní zóny nestmelených vrstev je třeba pro dosažení bezporuchovosti podlah - u bezespárové podlahy dosáhnout min. $E_{def2}=80$ MPa a poměru modulů z první a druhé zatěžovací větve do 2,6 a to pro zatížení cca 2 t/m².

Při nepříznivých klimatických vlivech nebo pro překonání zimního období v úrovni parapláň je možno stabilizovat zeminu (i v relativně malém měřítku) vápnem do 3 % objemové hmotnosti, při písčité příměsi cementem a to příměsí cca do 6% objemové hmotnosti upravované zeminu a chránit krycí vrstvou. Tento

postup je možno použít i pro eventuální místní sanace po dřívějších výkopech nebo při poškození pláně.

Paraplán po zhuštění nebo úpravě stabilizací musí mít vyšší pevnost než v předešlém případě a to pevnost vyjádřenou $E_{def2}=45$ MPa při poměru modulů do 2,6. Pro podlahovou desku je možno provést libovolnou hutněnou šterkovou vrstvu aktivní zóny podle nároků zatížení podlah viz. výše. Pro komunikace a parkoviště platí, že po položení separační geotextilie je třeba zhuštnout min. 2 x 0,25 m vrstvu šterku frakce 0/63 a dosáhnout tak $E_{def2}=120$ MPa při poměru modulů do 3,5. Celá výše uvedená spodní stavba vodorovných zatížených konstrukcí musí být odvodněna a to během stavby dočasným a pak trvalým drenážním systémem.

8. Únosnost, sedání

Únosnost základové půdy pro stavební konstrukce byla stanovena výpočtem z hodnot geomechanických vlastností podložních vrstev s nejméně příznivými vlastnostmi jílovitých zemin pro stanovení únosnosti v zóně rozkladu působení sil od zatížení stavbou. Výpočet byl proveden podle I. mezního stavu pro základové pasy minimální technologické šířky 0,80 m a modelové délky minimálních dilatačních celků betonových základových konstrukcí 20 m při minimální hloubce založení 0,80 m.

UNOSNOST ZAKLADOVÉ PŮDY - MEZNÍ STAV UNOSNOSTI

Objemová tíha nad	gama1	18,5 [kN.m-3]	*****
objemová tíha pod	gama2	21 [kN.m-3]	*****
šířka základu	b	0,8 [m]	*****
délka základu	l	20 [m]	*****
hloubka založení	d	0,8 [m]	*****
hodnota soudržnosti	cd	7,5 [kPa]	*****
úhel odklonu od svislice	delta	0 [grad]	*****
úhel vnitřního tření	fid	19 [grad]	*****
	delta	0,00 [rad]	
	fid	0,33 [rad]	
	i	1,00	
	Nd,c,b	5,80	13,93 2,48
	sd,c,b	1,01	1,01 0,99
	dd,c,b	1,08	1,10 1,00

UNOSNOST

Rd 230,18 [kPa]

$R_d = 230$ kPa základový pas

Únosnost hlubinných základů lze počítat z hodnot geomechanických vlastností podložního skalního masivu s využitím osvědčené normy ČSN 73 1002 Pilotové základy a souvisejících předpisů.

Konečné sednutí je možno zjistit výpočtem podle II. mezního stavu při známé hodnotě přitížení stavbou do základové spáry (kontaktní napětí).

9. Základová jáma

Otvírka výkopů a základová jáma (výkopy pro základové pasy nebo patky) může být otevřena strmým svahováním 4 : 1 nebo i vertikálně, ale na tomto staveništi je to možné pouze krátkodobě (do 10 dnů). Pak je třeba počítat s nestabilitou stěn a je třeba počítat s pracným odstraňováním napadávky. Zajištění proti napadávce je možné i jen stabilizačním nástřikem (řídkou cementovou maltou) a to podle aktuálního posouzení již v průběhu otvírky. Trvalé svahování terénu v okolí stavby při konečných terénních úpravách je nutno realizovat se sklony min. 1 : 2,2 pro stálý stabilní sklon svahu a to podle osazení stavby do terénu.

Pro stabilitu výkopů a při déle otevřené stavební jámě platí požadavek pro zapažení od hloubky 1,00 m (bezpečnostní hledisko viz. příloha č. 5).

Je však třeba počítat s tím, že vegetační vrstva nebo místy i nesoudržná kyprá navážka (při hranici pozemku u plotu) při povrchu bude krátkodobě stabilní ve vlhčích obdobích jen tam, kde je ulehlejší a má jílovitý podíl. Pažení rovněž umožní pohyb stavebních mechanismů v okolí stavby.

Podle projektu odvodnění je nutno připravit již v jámě systém odvodnění a rozhodnout kam bude odvedena případná srážková voda. Rovněž je nutno připravit štěrk na úpravu okolí staveniště a čištění mechanismů, aby nedocházelo ke zněčištění přilehlých komunikací rozbředlou zeminou ze stavby. Základové jámy a výkopy musí být rovněž ochráněny před vniknutím povrchové vody z výše položených ploch.

Pro hlubinné zakládání je nutno počítat s výpažnicemi při vývrtech pilot a rovněž s odčerpáváním podzemní vody před betonáží komínovým způsobem.

10. Základová spára

Základová spára pro plošné konstrukce a pro zakládání tunelové chodby smí být odkryta v základové jámě dočasně nebo déle jen pod ochranou některého typu pažení (bezpečnostní hledisko viz. příloha č. 5). Hloubka základové spáry je dána vždy tak, aby byla zaručena homogenita podzákladí a je nutno zajistit tento rozměr vždy od kóty povrchu terénu (zhlaví sond) a rovněž současně minimálně 0,80 m (což je minimální nezámrazná hloubka = tzv. mrazové krytí).

Na základovou spáru je nutno po odstranění eventuálního příronu povrchové vody, nebo při zvlhčení v důsledku špatných klimatických podmínek, dát 0,10 m polštář ze suchého hutněného betonu (zavlhlá směs S1). Tak bude dosaženo, aby proběhla homogenizace základové spáry pro založení objektu. Tento 0,10 m silný polštář musí být hutněn (tuto vrstvu možno považovat za tzv. podkladní beton a započítat do nosné konstrukce). Modul vrstvy suchého betonu, která musí být zhutněna min. 4 pojezdy hutněního mechanismu nebo vibrační deskou, zaručuje, že nedojde k nežádoucímu sednutí stavby. V případě vniknutí dešťové vody je třeba vodu odčerpat a provést sanaci popřípadě cementovou stabilizaci poškozených zemin. Při příznivých klimatických podmínkách (sucho, teplota nad 5°C) je možno základovou spáru rovnou betonovat.

Obecně platí pro základovou spáru následující poznámky pro plošné založení

Níže uvedené zásady je nutno dodržet z důvodu, že největší část sednutí a eventuálních poruch základových konstrukcí vzniká právě v základové spáře.

Základová spára musí být odkryta tak, aby nedošlo k jejímu poškození nakypřením stavebními mechanismy. Poslední vrstva zeminy cca 20 cm nad jmenovitou hloubkou musí být odebrána se zvláštním zřetelem k možnosti nakypření.

Základová spára může být za příznivých klimatických podmínek po odkrytí ihned vybetonována nebo zakryta vrstvou hutněného suchého betonu (tato vrstva může sloužit jako podkladní beton). Základová spára nesmí přezimovat. Pokud dojde k rozbřednutí zemin v základové spáře, musí být tyto zeminy ze základové spáry odstraněny a nahrazeny únosnou vrstvou betonu. Povrchová voda musí být odvedena z dosahu zhutněného okolí základů tak, aby se zamezilo jejímu vniknutí do podzákladí stavby (vybudovat záchytný příkop nad staveništěm).

Pro hlubinné zakládání platí rovněž podmínky pro přebírku základových konstrukcí geologem.

11. Podzemní voda

Podzemní voda byla v době průzkumu naražena a to mimo zónu rozkladu sil od eventuelních plošných základových konstrukcí. Podzemní voda se může vyskytovat v závislosti předchozích klimatických vlivů v hloubce cca 7 až 7,50 m. Je však třeba počítat s tím, že v obdobích bohatých na srážky může voda ve vývrtech pilot nastoupat až 3 m pod terén a bude nutno při betonáži používat pažení a odčerpávat vodu z vývrtů pilot.

Rovněž při stavbě v letním období je třeba počítat s tím, že přívalové deště mohou zaplavit staveniště a bude nutno udělat dočasný odvodňovací systém a provozovat ho již během stavby.

Podzemní voda na lokalitě jeví XA1 agresivitu síranového iontu dle ČSN EN 206.

12. Závěr

Inženýrskogeologický průzkum stavebního pozemku objasnil podmínky pro úspěšné a ekonomické založení stavby na pozemku. Pro úplnost uvádíme i únosnost podloží vrstev jemnozrnných zemin pro plošné základy. Sondáž je provedena do hloubky skalního podloží, takže lze stavbu nadimenzovat i s hlubinnými základy.

Do zemních konstrukcí v okolí nového pavilonu školy, nebo k hutnění pod podlahy nemůže být použit výkopek zemin ze základů nebo z přípravy "kufu" HTÚ pro podlahovou desku. Použit musí být certifikovaný dovezený materiál (recyklát, kamenivo). Výkopek a zeminy z přípravy HTÚ jsou vhodné pouze do nezátížených zemních konstrukcí.

Ostatní podmínky a postupy důležité pro založení předmětné stavby na zájmovém pozemku jsou obsahem všech předchozích kapitol závěrečné zprávy, proto je nutno tuto aplikovat jako celek.

Zpracovatel si vymíní osobní přebírku základové spáry plošných i hlubinných konstrukcí (pilot) zápisem do stavebního deníku a právo provedení změn dle sondami nezjištěných skutečností.

Tato zpráva může být citována nebo interpretována jen se souhlasem autora, a to v plném znění.

V Berouně 19.2.2017

Zpracoval:

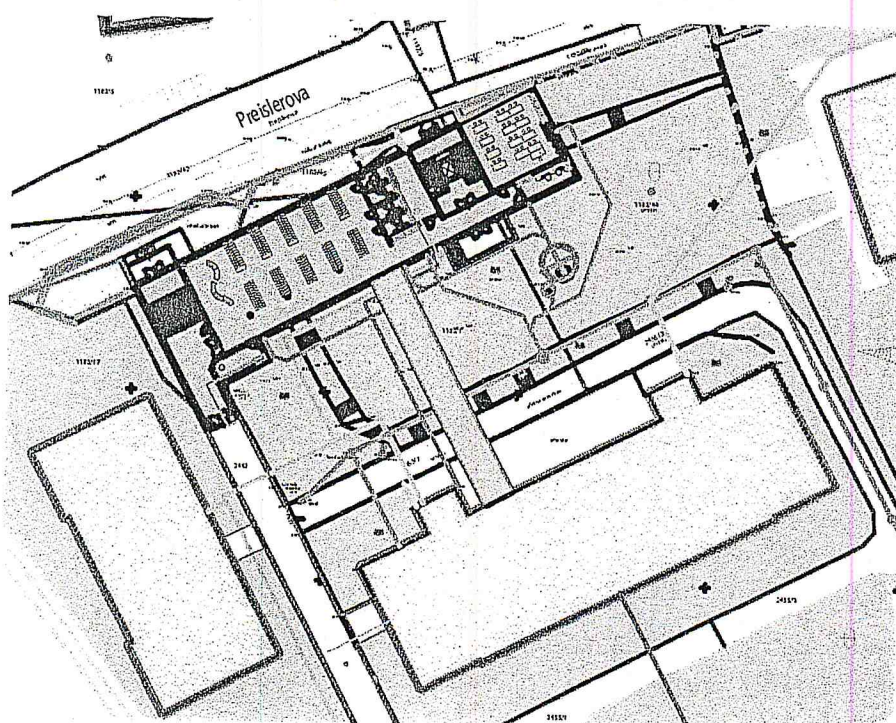
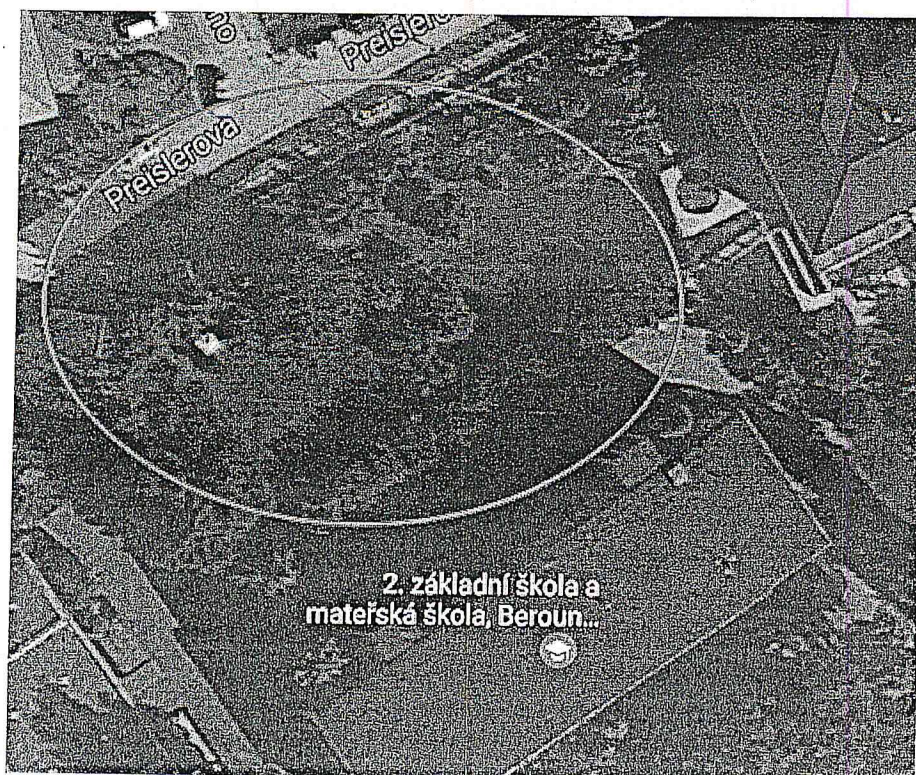
RNDr. Jaroslav Chalupa

Za CHALUPA GGS s.r.o.:

RNDr. Soňa Chalupová

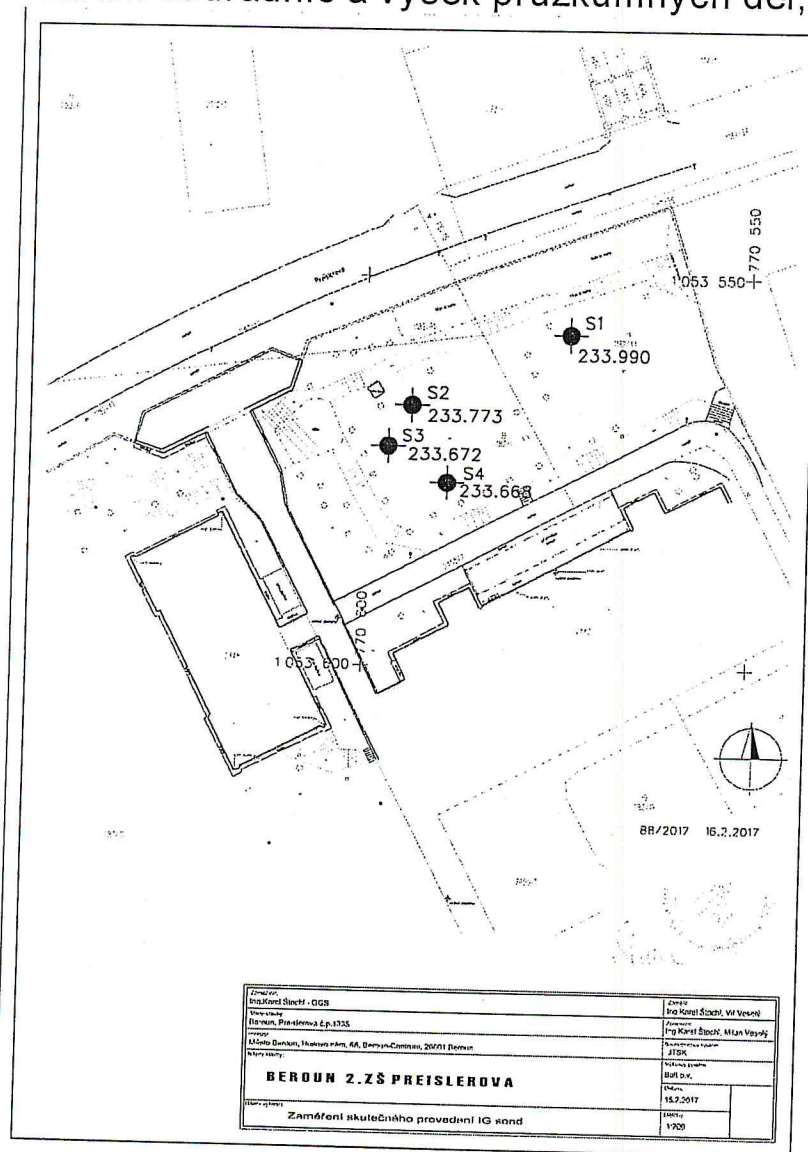
Příloha č. 1

Přehledná situace lokality



Příloha č. 2

Schématické zaměření staveniště s umístěním sond s výškami v Bpv, seznam souřadnic a výšek průzkumných děl, technická zpráva zaměření



Seznam souřadnic zaměřených IG sond
Akce: BEROUN 2. ZŠ PREISLEROVA

Souřadnicový systém: JTSK
Výškový systém: Balt .v.

č.b.	Y	X	Z
S1	770573.631	1053557.260	233.990
S2	770594.095	1053566.495	233.773
S3	770597.034	1053571.841	233.672
S4	770589.332	1053576.549	233.668

Zpracoval: Ing. Karel Štěpán - GGS	Zpracoval: Ing. Karel Štěpán, Václav Václav
Období: Beroun, Preislereva č.p. 1325	Období: Ing. Karel Štěpán, Milan Václav
Město: Beroun, Husova ulice, 44, Beroun-Čestmír, 26071 Beroun	Období: JTSK
Město: Beroun, Husova ulice, 44, Beroun-Čestmír, 26071 Beroun	Období: Balt .v.
BEROUN 2. ZŠ PREISLEROVA	Období: 15.2.2017
Zaměření skutečného provedení IG sond	Období: 1700

Příloha č. 3

Základní dokumentace sondáže CPT GOUDA HOLLAND 200 kN

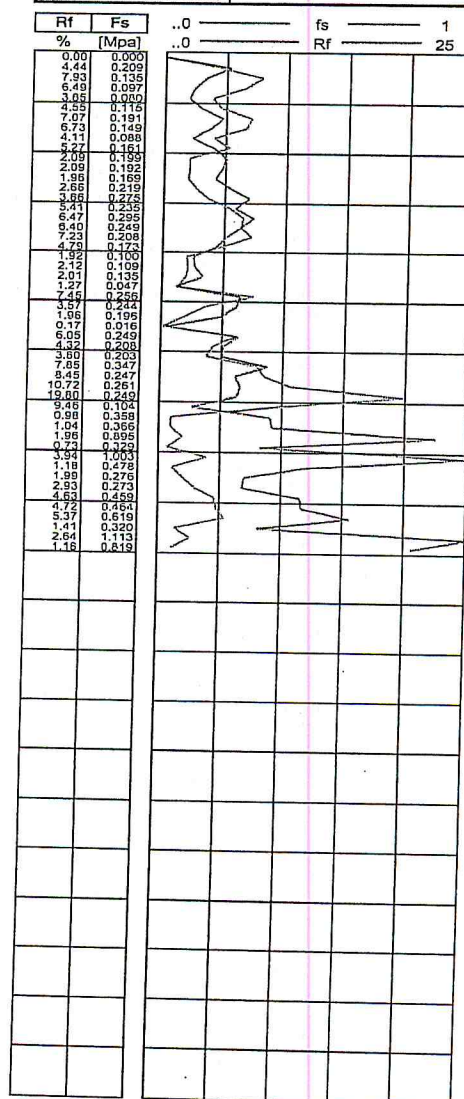
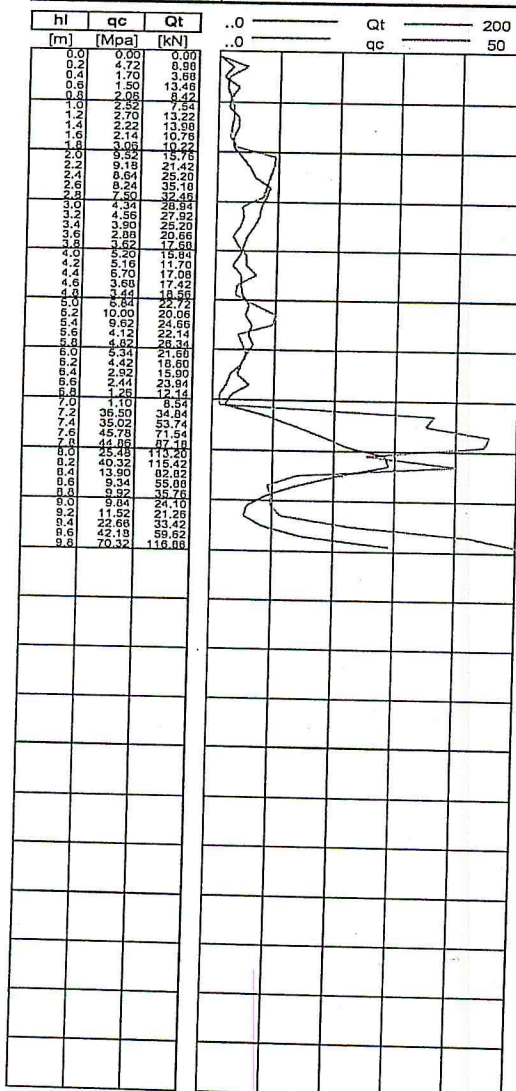
TERRATEST s. r. o.

Za Školou 10, 25089 Lázně Toušeň, tel / fax: 326 992 183, 602 312 337



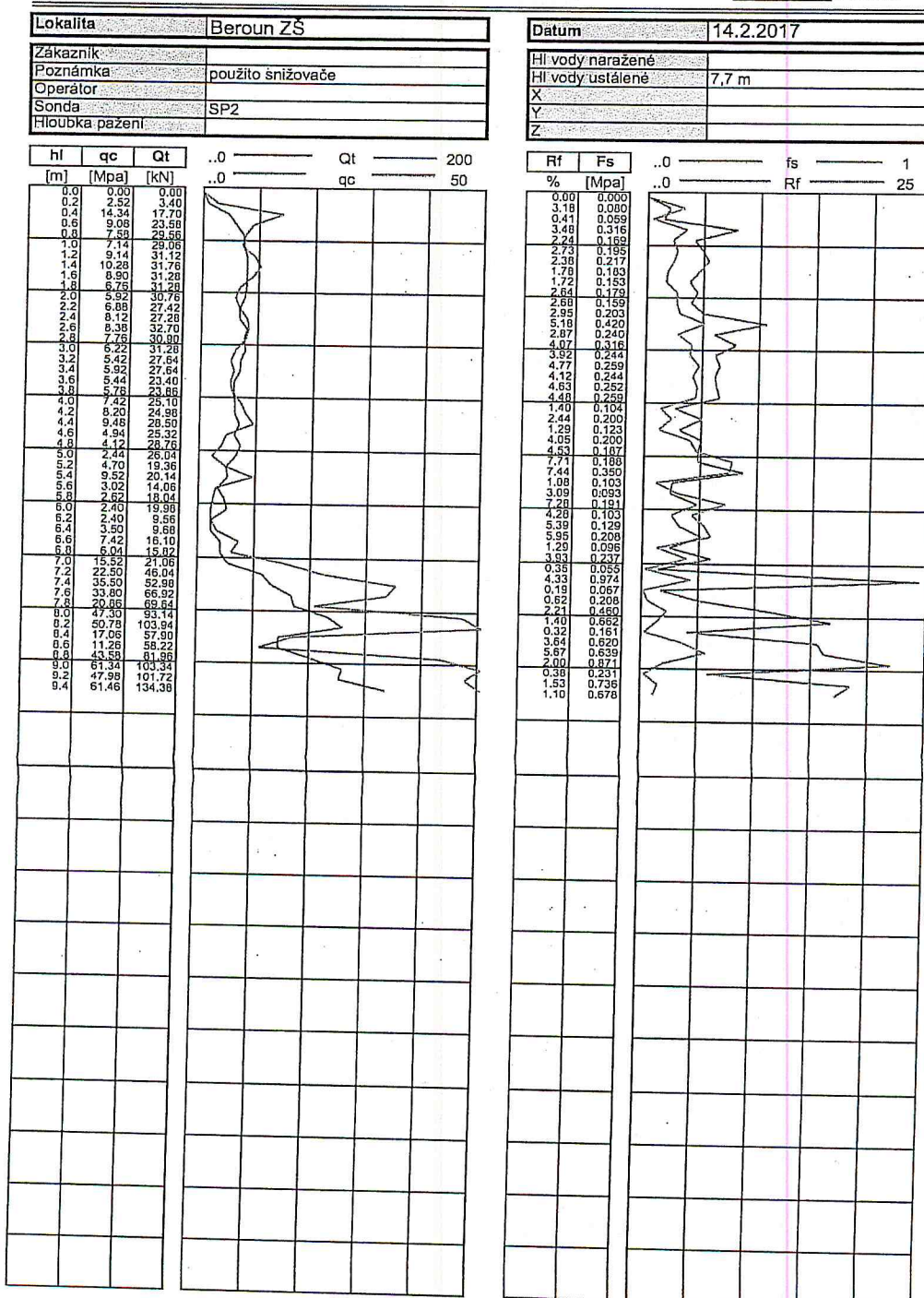
Lokalita	Beroun ZS
Zákazník	
Poznámka	použito snížovače
Operátor	
Sonda	SP1
Hloubka pažení	

Datum	14.7.2017
Hl vody naražené	
Hl vody ustálené	7,7 m
X	
Y	
Z	



TERRATEST s. r. o.

Za Školou 10, 25089 Lázně Toušeň, tel / fax: 326 992 183, 602 312 337



TERRATEST s. r. o.

Za Školou 10, 25089 Lázně Toušeň, tel / fax: 326 992 183, 602 312 337

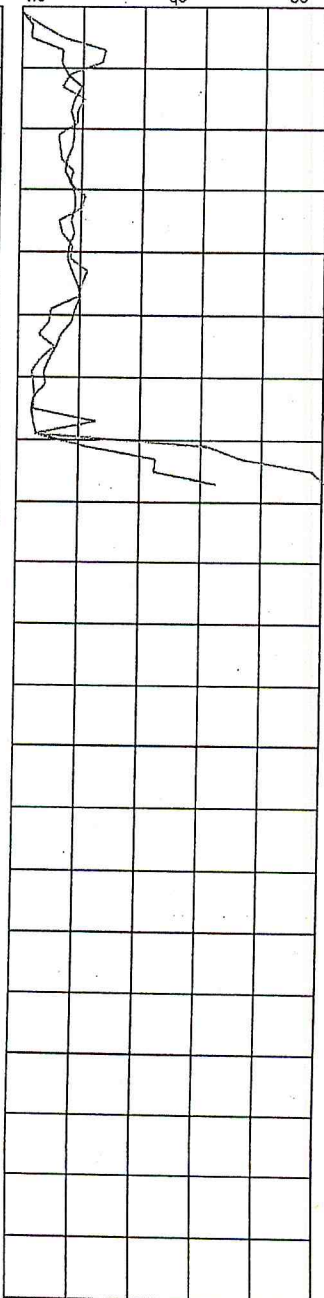


Lokalita	Beroun ZŠ
Zákazník	
Poznámka	použito snížovače
Operátor	
Sonda	SP3
Hloubka pažení	

Datum	14.2.2017
Hl. vody naražené	
Hl. vody ustálené	suchá
X	
Y	
Z	

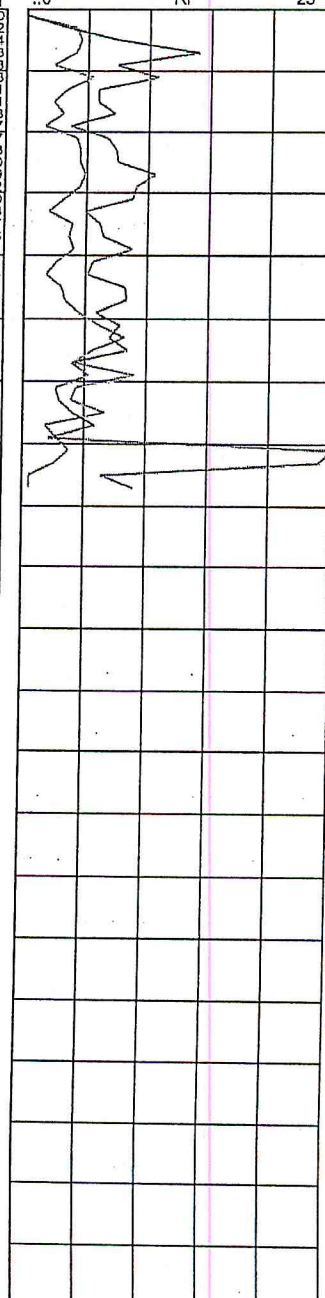
hl	qc	Qt
[m]	[Mpa]	[kN]
0.0	0.00	0.00
0.2	3.28	6.98
0.4	6.80	6.40
0.6	13.84	27.20
0.8	13.12	25.44
1.0	7.84	30.56
1.2	6.74	39.38
1.4	10.30	34.40
1.6	9.32	32.50
1.8	9.24	34.28
2.0	6.30	35.02
2.2	6.54	33.42
2.4	6.76	30.30
2.6	8.60	29.56
2.8	8.08	32.50
3.0	10.68	35.48
3.2	10.12	36.12
3.4	6.40	34.10
3.6	7.08	35.88
3.8	8.74	32.84
4.0	8.38	31.08
4.2	11.32	35.04
4.4	10.48	38.04
4.6	9.74	40.04
4.8	5.26	35.50
5.0	5.08	34.30
5.2	3.36	28.22
5.4	6.00	25.20
5.6	3.80	18.92
5.8	2.34	16.92
6.0	2.52	18.48
6.2	2.92	10.56
6.4	2.48	9.74
6.6	12.96	10.30
6.8	2.88	12.94
7.0	31.12	44.46
7.2	36.62	89.98
7.4	48.34	89.60
7.6	61.78	130.22

..0 ————— Qt ————— 200
 ..0 ————— qc ————— 50



Rf	Fs
%	[Mpa]
0.00	0.000
4.03	0.132
4.47	0.304
4.03	0.558
2.24	0.293
5.46	0.428
3.42	0.231
2.24	0.231
3.09	0.288
1.69	0.147
4.23	0.267
4.49	0.293
4.44	0.300
4.87	0.419
4.48	0.352
3.27	0.350
1.91	0.193
3.86	0.247
3.63	0.256
4.01	0.351
2.64	0.221
1.81	0.205
3.12	0.327
3.41	0.332
4.49	0.236
6.17	0.313
8.22	0.276
5.63	0.338
4.11	0.166
2.08	0.212
4.34	0.109
3.93	0.115
6.62	0.164
1.81	0.235
2.07	0.093
3.71	1.154
2.60	0.958
0.53	0.256
0.58	0.359

..0 ————— fs ————— 1
 ..0 ————— Rf ————— 25



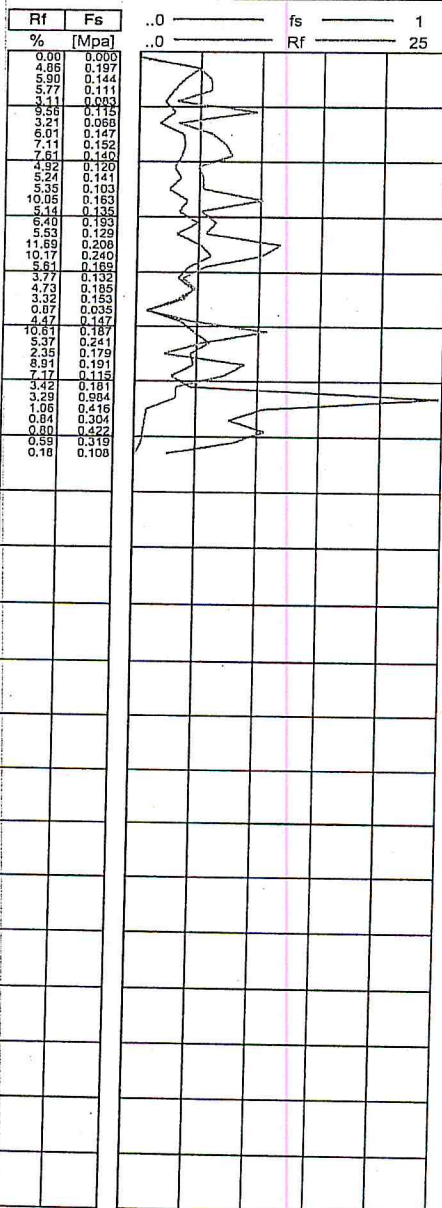
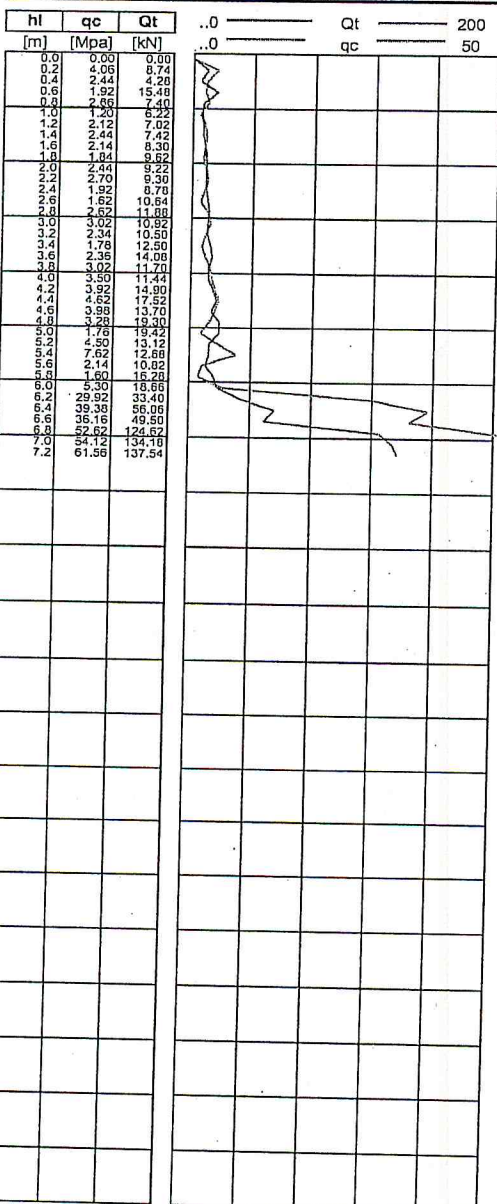
TERRATEST s. r. o.

Za Školou 10, 25089 Lázně Toušeň, tel / fax: 326 992 183, 602 312 337



Lokalita	Beroun ZŠ
Zákazník	
Poznámka	použito snížovače
Operátor	
Sonda	SP4
Hloubka pažení	

Datum	14.2.2017
Hl vody naražené	
Hl vody ustálené	suchá
X	
Y	
Z	



- INŽENÝRSKÁ GEOLOGIE (ZAKLÁDÁNÍ STAVEB, STABILITA)
- PŘÍPRAVNÉ PRŮZKUMNÉ PRÁCE PRO STAVBY
- HYDROGEOLOGIE (KONTAMINACE, SANACE)
- RADIOLOGIE (RADONOVÝ INDEX)
- GEOFYZIKÁLNÍ MĚŘENÍ

Příloha č. 4

Schematický geologický řez podložím staveniště

Příloha č. 5

Bezpečnost práce při výkopech NAŘÍZENÍ VLÁDY č. 591/2006 Sb.

V. Zajištění stability stěn výkopů

Stěny výkopu musí být zajištěny proti sesutí.

Svislé boční stěny ručně kopaných výkopů musí být zajištěny pažením při hloubce výkopu větší než 1,3 m v zastavěném území a 1,5 m v nezastavěném území. V zeminách nesoudržných, podmačených nebo jinak náchylných k sesutí a v místech, kde je nutno počítat s opakovanými otřesy, musí být stěny těchto výkopů zabezpečeny podle stanoveného technologického postupu i při hloubkách menších, než je stanoveno ve větě první.

Pažení stěn výkopu musí být navrženo a provedeno tak, aby spolehlivě zachytilo tlak zeminy a zajišťovalo tak bezpečnost fyzických osob ve výkopech, zabránilo poklesu okolního terénu a sesouvání stěn výkopu, popřípadě vyloučilo nebezpečí ohrožení stability staveb v sousedství výkopu.

Do strojem vyhloubených nezapažených výkopů se nesmí vstupovat, pokud jejich stěny nejsou zajištěny proti sesutí ochranným rámem, bezpečnostní klecí, rozpěrnou konstrukcí nebo jinou technickou konstrukcí. Strojně hloubené příkopy a jámy se svislými nezajištěnými stěnami, do kterých nebudou v souladu s technologickým postupem vstupovat fyzické osoby, lze ponechat nezapažené po dobu stanovenou technologickým postupem.

Nejmenší světlá šířka výkopů se svislými stěnami, do kterých vstupují fyzické osoby, činí 0,8 m. Rozměry výkopů musí být voleny tak, aby umožňovaly bezpečné provedení všech návazných montážních prací spojených zejména s uložením potrubí, osazením tvarovek a armatur, napojením přípojek, provedením spojů nebo svařováním.

Při ručním odstraňování pažení stěn výkopu se musí postupovat zespodu současného zasypávání odpaženého výkopu tak, aby byla zajištěna bezpečnost práce.

Hrozí-li při přepažování nebo odstraňování pažení nebezpečí sesutí stěn výkopu nebo poškození staveb v jeho blízkosti, musí být pažení ponecháno v potřebné výšce ve výkopu.