



TEREBO

hydrogeologie - inženýrská geologie - pedologie

tel: 777 674 838

www.terebo.cz

terebo@terebo.cz

Dolní náměstí 1356,

755 01 Vsetín

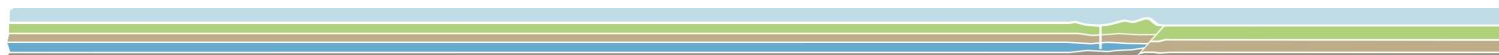
IČO: 053 02 692

k.ú. Bordovice,
p.č. 633/6 a 633/8

Inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum pro projektované kulturně-sportovní zařízení

závěrečná zpráva

Vsetín 2018 - 2019



Zakázka: k.ú. Bordovice, p.č. 633/6 a 633/8 - IG a HG průzkum pro projektované kulturně-sportovní zařízení
Realizace zakázky: prosinec 2018 - leden 2019
Evidenční číslo Geofondu ČR 5507/2018
Evidenční číslo zakázky 020/2018
Objednatel: Obec Bordovice, č.p. 130, Frenštát pod Radhoštěm 744 01 IČ: 006 00 687

k.ú. Bordovice,
p.č. 633/6 a 633/8

Inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum pro projektované kulturně-sportovní zařízení

závěrečná zpráva

Zpracoval: Mgr. Tomáš Proisl

Statutární zástupce: Mgr. Tomáš Proisl

Rozdělovník:

tento posudek je vyhotoven v 5 výtiscích

číslo výtisku

obec Bordovice
archiv zhotovitele
archiv Geofondu ČR

1 - 3
4
5

--

Obsah	strana
1. Úvod	4
1.1. Archivní průzkumy	4
2. Metodika průzkumu, plánované práce, realizované práce	4
3. Morfologické, geologické, hydrologické, hydrogeologické a klimatické poměry	5
4. Výsledky	6
4.1. Penetrační sody	6
4.2. Vrtané sondy	7
4.3. Inženýrskogeologické podmínky	7
4.3.1. F4 CS/F2 CG / G5 GC – SUŤOVITÉ HLÍNY/PÍŠČITÉ JÍLY/JÍLOVITÉ ŠTĚRKY s proměnlivým podílem hrubozrnné složky	7
4.3.2. F8 CH/R6 / R5 – JÍL S VYSOKOU PLASTICITOU / ELUVIUM JÍLOVCE	8
4.4. Agresivita podzemní vody	8
5. Hydrogeologické podmínky	8
5.1. Posouzení možnosti infiltrace dešťových vod do horninového prostředí	9
5.2. Návrh likvidace dešťových vod	11
6. Závěr	11
7. Seznam použité literatury a norem	13

Příloha 1	PŘEHLEDNÁ SITUACE ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ
Příloha 2	PODROBNÁ SITUACE S VYZNAČENÍM PRŮZKUMNÝCH SOND
Příloha 3	PROFILY VRTANÝCH SOND A SOND DYNAMICKÉ PENETRACE
Příloha 4	SCHEMATICKÝ GEOLOGICKÝ ŘEZ ÚZEMÍM
Příloha 5	PROTOKOLY PROVEDENÝCH LABORATORNÍCH ANALÝZ

1. Úvod

Na základě písemné objednávky prací ze dne 24.9.2018 byl prosinci 2018 realizován inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum pro posouzení geologické stavby na pozemků p.č. 633/6 a 633/8, k.ú. Bordovice, s důrazem na složení předpokládaných sedimentů, určení základních geotechnických parametrů, ověření úrovně poloskalního podloží a hladiny podzemní vody.

Po akceptaci nabízených prací byly práce dne řádně ohlášeny na OÚ Bordovice, a evidovány v Geofondu ČR pod číslem 5323/2018. Následně byly vytyčeny inženýrské sítě a bylo požádáno o povolení vstupu na pozemky a realizaci terénních prací v těchto místech, které bylo zástupcem investora (starostou obce) uděleno.

Zájmová lokalita je situována ve středové části obce Bordovice, při jihovýchodním rohu Mariánského náměstí v těsné blízkosti OÚ Bordovice, cca 1,2 km jv od vrcholu Na Peklech (602 m n.m.) a cca. 2,2 km ssz. od vrcholu Velký Javorník (917 m n.m.). Lokalita je situována v údolním dně Lichnovského potoka, na zatravněném pozemku s mírným úklonem k ose vodoteče (SSZ). Nadmořská výška lokality se pohybuje okolo 408 m n. m..

1.1. Archivní průzkumy

V okolí zájmové lokality nejsou evidovány žádné relevantní archivní průzkumné práce. Nejbližší sondou je vrt KV-1 z roku 2010, který je situován cca 450 m zjz. od zájmového území v nadm. výšce 426 m n.m.. Sonda byla hloubena do úrovně 10,0. Vrt byl realizován na druhé straně údolí, v rozdílné nadmořské výšce a v rozdílných morfologických podmínkách, tudíž nebyla pro geologický model využita.

2. Metodika průzkumu, plánované práce, realizované práce

V první fázi průzkumu byl zpracován geologický model. Vzhledem k charakteru lokality byl model zpracován na základě rekognoskace terénu, zkoumání dostupných elektronických databází a zkušeností z předchozího zkoumání blízkých lokalit.

Na základě modelu bylo počítáno s realizací 2 ks sond těžké dynamické penetrace do úrovně 8,0 m, dvou jádrově hloubených vrtů (3,0 m a 6,0 m), vsakovací zkoušky jednorázovým nálevem a odběrem vzorku zemin pro základní laboratorní zařídění.

Sondy těžké dynamické penetrace a vrtané sondy byly provedena formou subdodávky (CENTROPROJEKT GROUP a.s., resp. SOGEO s.r.o.). Podrobný popis sond je součástí přílohy 3. Výčet sondovacích prací je uveden v tabulce 2.1. Rozsah prací byl v průběhu prací upraven pouze mírně.

Oproti původnímu plánu nebyla vzhledem k relativně jednotvárnému podloží provedena analýza zemin. Místo zemin byla analyzována podzemní voda pro určení míry agresivity na beton.

Zatřídění zemin bylo provedeno na základě petrografického popisu provedených vrtů, porovnání s realizovanými penetračními sondami, dosažených hodnot dynamických penetračních odporů, změřených kroutících momentů a odborného posouzení geologem.



Obrázek 1: realizace penetrační sondy DPH2

Hodnoty specifického dynamického odporu Q_d (MPa) u sond těžké dynamické penetrace byly stanoveny ze vztahu:

$$Q_d = \frac{M^2 \cdot H \cdot (n - 0,02Mv)}{A \cdot 0,1 \cdot (M + P)}$$

kde: M tíha beranu (0,0005 MN) P tíha soutyčí (x . 0,00006 + 0,0000548 MN)
 H výška pádu beranu (0,5 m) A plocha hrotu (0,0015 m²)
 n počet úderů na zaražení hrotu o 0,1 m Mv kroutící moment (Nm).

Informace získané z provedených průzkumných sond byly využity k sestavení charakteristického geologického řezu, s popisem jednotlivých vrstev hlín, jílu a eluvia, s vyznačenou úrovní hladiny podzemní vody z období polní etapy průzkumných prací. V kapitole 4.0 jsou uvedeny pro jednotlivé vrstvy zemin odvozené hodnoty geotechnických vlastností.

Tab. 2.1. - Výčet provedených sond

sonda	hloubka (m)	naražená/ustálená hladina podzemní vody (m p.t.)	Odvozené souřadnice S- JTSK	
			Y	X
DPH1	8,00	4,50/4,46	482 847	1 132 828
DPH2	8,00	3,10/3,05	482 874	1 132 821
IG1	6,00	3,50/3,65	482 844	1 132 815
HG1	3,00	-/-	482 876	1 132 838

3. Morfologické, geologické, hydrologické, hydrogeologické a klimatické poměry

Ve smyslu geomorfologického členění České republiky patří zájmové území k soustavě Vnější Západní Karpaty, do podsoustavy Západobeskydské podhůří, k celku Podbeskydská pahorkatina, k podcelku Frenštátská brázda a k okrsku Veřovická brázda [1, 6, 7].

Lokalita je situovaná při severní patě Velkého Javorníka, resp. na úzkém údolním dně Lichnovského potoka. Povrch lokality je mírně ukloněný, místy až rovinatý (sz. část). Pozemek je zatravněný s několika stromy v sv. části lokality.

Nadmořská výška se v zájmovém území pohybuje v okolo 408 m n.m..

3.2. Základní informace o geologických poměrech zájmového území byly získány z archivních prací, dostupných geologických mapových podkladů, odborných databází a archivu Geofondu ČR [3,5].

Z regionálně geologického hlediska spadá zájmové území do soustavy Karpaty, kde přísluší ke vnější skupině příkrovů oblasti flyšového pásma, přesněji ke slezské jednotce, souvrství těšínsko-hradištského, které je budované drobně až středně rytmickým sledem zpevněných sedimentů spodně křídového stáří, zejména tmavými jílovci, pískovci a pelosiderity [3]. Mělkou sondáží byla zastižena vrstva jílovitoštěrkovitých zemin charakteru svahové sutě naléhající na tmavé, křehké břidlice v podloží (klasifikováno jako eluvium jílovce - F8 / R6 dle ČSN P 73 1005) [5].

Kvartérní sedimenty jsou na lokalitě zastoupeny slabou vrstvou humózní zeminy s travním porostem. Hladina podzemní vody je volná, pozorována v úrovni 3,65 – 4,46 m.

3.3. Dle hydrogeologické rajonizace ČR spadá zájmové území k povodí Odry, k dílčímu povodí III. řádu Odry po Opavu, k dílčímu povodí IV. řádu Lichnovský potok s číslem hydrogeologického pořadí 2-01-01-1320-0-00 a plochou dílčího povodí 13 km² [8].

3.4. Z regionálně hydrogeologického hlediska je horninové prostředí na lokalitě součástí hydrogeologického rajónu č. 3213 – Flyš v mezipovodí Odry, k útvaru podzemních vod č. 32130 – Flyš v mezipovodí Odry [8].

3.5. Dle klimatické rajonizace ČR [4,6] řadíme zájmové území do rajónu MT2, který je charakterizován krátkým, mírným až mírně chladným a mírně vlhkým létem, krátkým přechodným obdobím s mírným jarem a mírným podzimem. Zima je normálně dlouhá s mírnými teplotami, suchá, s normálně dlouhým trváním sněhové pokrývky.

4. Výsledky

Na lokalitě byly zkoumány základní inženýrskogeologické a hydrogeologické parametry s důrazem na ověření složení a charakteru podloží, úrovně poloskalního podloží a ověření mělké úrovně hladiny podzemní vody. Dále byla provedena vsakovací zkouška pro ověření propustnosti podloží a návrh likvidace dešťových vod. Rozmístění sond bylo zvoleno tak, aby dostatečně ověřily geologickou stavbu území s ohledem na geologické podmínky na lokalitě.

4.1. Penetrační sody

Penetrační sondy DPH1 a DPH2 měly stejnou hloubku (8,0 m) a velmi podobný průběh.

Sondou **DPH1** byl v prvních metrech (do 3,8 m) penetrační odpor $Q_d \approx 2,5 - 3,5$ MPa (kroutící moment 10 - 40 Nm). V úrovni od 3,8 do 5,4 m byly zaznamenán nárůst hodnot dynamického odporu ($Q_d \approx 5 - 8$ MPa až 19,3 MPa s kroutícím momentem 40 - 70 Nm). V horizontu 5,4 – 6,4 m byl pozorován pokles odporu na hodnoty v rozmezí 3,0 – 4,0 MPa (kroutící moment 30 - 50 Nm). Od úrovně 6,4 m byl zaznamenán nárůst hodnot odporu na úroveň 18 - 28 MPa (kroutící moment 70 - 110 Nm), na bázi sondy (od 7,8 m) byly zaznamenány hodnoty $Q_d > 45$ MPa (kroutící moment 180 Nm).

V případě sondy **DPH2** byly nízké odpory zaznamenány do úrovně 2,5 m ($Q_d \approx 2,0 - 5,0$ MPa; kroutící moment < 25 Nm). Od úrovně 2,5 m do 6,1 m byl odpor $Q_d \approx 5,0 - 18,0$ MPa (místně až 26 MPa; kroutící moment 30 – 90 Nm, na bázi až 120 Nm). Pokles hodnot byl zaznamenán pouze 0,3 m (6,1 – 6,4 m; $Q_d \approx 7$ MPa; kroutící moment 120 Nm). Od 6,4 m byl patrný rychlý nárůst, kdy specifický dynamický odpor poměrně rychle dosáhl hodnot $Q_d > 30$ MPa, na bázi sondy $Q_d > 100$ MPa (kroutící moment 120 - 250 Nm).

4.2. Vrtané sondy

HG1		
metráž	popis	zatřídění dle ČSN P 75 1005
0,00 – 2,80 –	JÍL PÍŠČITÝ (suťovité hlíny) tuhý s velmi proměnlivým podílem ostrohranné svahové suti, místně až <i>F2 CG (jíl štěrkovitý)</i>	F4 CS / F2 CG
2,80 – 3,00 –	JÍL ŠTĚRKOVITÝ (svahová suť) pevný až tuhý, s ostrohrannými úlomky pískovce 3-8 cm	G5 GC
HPV – nezastižena vzorek – neodebrán		

IG1		
metráž	popis	zatřídění dle ČSN P 75 1005
0,00 – 3,40 –	JÍL PÍŠČITÝ (suťovité hlíny) tuhý s velmi proměnlivým podílem ostrohranné svahové suti, místně až <i>F2 CG (jíl štěrkovitý)</i>	F4 CS / F2 CG
3,40 – 3,80 –	JÍL PÍŠČITÝ MĚKKÝ bez příměsi svahové suti, zvodnělý	F4 CS
3,80 – 4,60 –	JÍL ŠTĚRKOVITÝ (svahová suť) pevný až tuhý, s ostrohrannými úlomky pískovce 3-8 cm	G5 GC
4,60 – 6,00 –	JÍL S VYSOKOU PLASTICITOU (eluvium jílovce) pevný až tvrdý, tmavě šedý, roubíkovitě rozpadavý jíl / křehký jílovec	F8 CH / R6
HPV – nar. 3,5 m p.t., ust. 3,65 m p.t. vzorek – podzemní voda (agresivita na beton)		

4.3. Inženýrskogeologické podmínky

Vlastnosti níže popsaných zemín vyjadřují odvozené hodnoty geotechnických parametrů, které byly určeny na základě vrtných a laboratorních prací, dynamických penetračních odporů, kroutících momentů a na základě archivních průzkumných sond v okolí zájmového území.

4.3.1. F4 CS/F2 CG / G5 GC – SUŤOVITÉ HLÍNY/PÍŠČITÉ JÍLY/JÍLOVITÉ ŠTĚRKY s proměnlivým podílem hrubozrnné složky

Sedimenty byly zachyceny penetračními i vrtanými sondami až do úrovně cca 4,6 - 6,0 m p.t.. Vrtnými pracemi byly zachyceny tuhé až pevné písčité jíly, lokálně s polohami ostrohranné svahové suti (pískovec). V úrovni hladiny podzemní vody byly písčité jíly až měkké konzistence (3,4 – 3,8 m). V převážně jílovitých polohách byl zaznamenán penetrační odpor $Q_d \approx 2,5 - 5,0$ MPa s polohami < 1 MPa. Ve štěrkovitých polohách se penetrační odpor pohyboval v rozmezí $Q_d \approx 5,0 - 18,0$ MPa. Vlastnosti těchto svahovin lze vyjádřit následujícími průměrnými odvozenými hodnotami geotechnických charakteristik:

			F4 CS / F2 CG	G5 GC
objemová tíha	γ_n	$\approx$	19	19,5 kN/m ³
modul přetvárnosti	E_{def}	$\approx$	6	20 MPa
Poissonovo číslo	ν	$\approx \sim$	~0,35	~0,30
efektivní soudržnost	C_{ef}	$\approx$	10	2 kPa
efektivní úhel vnitřního tření	φ_{ef}	$\approx$	26°	30°
třída těžitelnosti (ČSN P 73 1005)				třída I.

4.3.2. F8 CH/R6 / R5 – JÍL S VYSOKOU PLASTICITOU / ELUVIUM JÍLOVCE

Eluviální sedimenty flyšových hornin s převahou tmavě šedých jílovců byly v penetračních sondách pozorovány od úrovně cca 6,0 m (ve vrtané sondě IG1 již od 4,6 m, Q_d cca 3,0 – 6,0 MPa). Sedimenty se po krátkém poklesu projevovaly zvýšením penetračních odporů v úrovni cca 4,6 m p.t. (18-28 MPa, na bázi penetračních sond $Q_d > 30$ MPa). Jejich vlastnosti lze vyjádřit v závislosti na dosažených penetračních odporech následujícími průměrnými hodnotami geotechnických charakteristik:

			F8 CH / R6	R5
objemová tíha	γ_n	$\approx$	2	22 kN/m ³
modul přetvárnosti	E_{def}	$\approx$	8	≥ 30 MPa
Poissonovo číslo	ν	$\approx \sim$	~0,40	~0,25
efektivní soudržnost	C_{ef}	$\approx$	12	20 kPa
efektivní úhel vnitřního tření	φ_{ef}	$\approx$	23°	30°
třída těžitelnosti (ČSN P 73 1005)			třída I	třída I/II

4.4. Agresivita podzemní vody

Výsledky analýz podzemní vody odpovídají stupni agresivity XA1, voda je slabě agresivní vůči betonu. Nadlimitní jsou zejména hodnoty CO_2 . Laboratorní protokol je součástí přílohy č.5.

5. Hydrogeologické podmínky

Pro ověření propustnosti testovaných vrstev horninového prostředí byla vrtu HG1 provedena opakovaná nálevová zkouška (formou zkoušky s proměnnou hladinou vody tzv. „slug test“).

Vlastní realizace slug testu spočívá v naliní vody do vyhloubené sondy a v následném měření poklesu hladiny v průběhu času.

Metodika vyhodnocení testu vyžaduje měření úrovně hladiny vody v sondě v pravidelných intervalech, kdy se snížení $(H-dh)/(H-H_0)$ vynese ve formě přirozeného logaritmu jako funkce času. Body se následně proloží křivka a pro hodnotu zbývajících snížení 0,37 (odvození hodnoty 0,37 viz [2]) se odečte hodnota času T_0 , která se využije jako výpočet propustnosti horninového prostředí.

K výpočtu koeficientu vsaku se používá vztah:

$$k = \frac{r^2 \cdot \ln\left(\frac{L}{R}\right)}{2 \cdot L \cdot T_0}, [m \cdot s^{-1}]$$

kde r je poloměr sondy či vrtu, L je délka perforované části (v tomto případě uvažujeme vsakování v celém profilu sond tj. do hloubky 3,00 m p.t.), R je poloměr perforované části (v tomto případě stejné jako r) a T_0 je čas v hodnotě snížení 0,37 m. V tomto případě nebylo hodnoty snížení 0,37 m dosaženo. Čas T_0 byl tedy na základě výsledků měření propočítán z výsledků vsakovací zkoušky na hodnotu 1 134 400 s (tedy cca 315 hodin, tedy 13 dní 3 hodiny). Vypočítané hodnoty propustnosti jsou uvedeny v tabulce č. 5.1.

Tab. č. 5.1: Vypočtené hodnoty koeficientu vsaku

průzkumná vsakovací sonda	testovaná etáž [m p.t.]	koeficient vsaku [m/s]
HG1	0,00 -3,00	7,50-09

5.1. Posouzení možnosti infiltrace dešťových vod do horninového prostředí

V zájmovém území je plánováno umístění kulturně sportovního zařízení. Dešťové vody, které dopadnou na bezodtoké plochy této stavby by měly být v souladu s platnou legislativou utráceny přednostně do horninového podloží.

Podmínky pro vsakování klasifikujeme jako velmi složité, bez patrné infiltrační vrstvy. Vyšší propustnosti brání zejména jemnozrnný charakter geologického podloží a stupeň konzistence zachycených zemin a malá využitelná vsakovací plocha. Zjištěné hodnoty koeficientu vsaku samy o sobě kompletní infiltraci prakticky vylučují.

Předmětná stavba se z hlediska zasakování řadí mezi náročné stavby s redukovanou půdorysnou plochou >>200 m².

Redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy A_{red} (tab. č.5.1.1)

Stanoví se podle vztahu:

$$A_{red} = \sum_{i=1}^n A_i * \psi_i \text{ , [m}^2\text{]}$$

A_i	půdorysný průmět odvodňované plochy;
ψ_i	součinitel odtoku srážkových vod;
n	počet odvodňovaných ploch určitého druhu.

Tab.č.5.1.1.: Přibližný redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy A_{red}

	přibližný půdorysný průmět odvodňované plochy [m ²]	součinitel odtoku srážkových vod	redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy [m ²]
střechy s nepropust. horní vrstvou	649	1,0	649
celkem	-	-	649

Poznámka: V rámci výpočtů bylo počítáno s tzv. „maximální variantou“, tedy s hodnotami relevantními v případě realizace všech prvků projektu a při použití standardních materiálů (dlažba s pískovými spárami, nepropustná střecha,...) Je tedy možné, že se reálný redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy a s ním i parametry retenčně vsakovacího systému můžou v průběhu realizace měnit.

Vsakovaný odtok Q_{vsak}

Dalším parametrem počítaným při návržení vsakovacího systému je vsakovaný odtok, který se vypočítá podle vztahu:

$$Q_{vsak} = \frac{1}{f} * k_v * A_{vsak} [m^3.s^{-1}]$$

f	součinitel bezpečnosti vsaku (doporučuje se $f \geq 2$);
k_v	koeficient vsaku (průměrná hodnota dle tab. 5.1.1);
A_{vsak}	vsakovací plocha retenčně-vsak. zařízení (potřebná expoziční plocha na plášti)

Vsakovaný odtok Q_{vsak} je závislý na vsakovací ploše, koeficientu vsaku a koeficientu bezpečnosti vsaku. Koeficient bezpečnosti vsaku vyjadřuje bezpečnost a předpokládané změny vsakovací schopnosti horninového prostředí po určitém čase provozu retenčně-vsakovacího zařízení.

Retenční objem V_{vz}

Přítok do retenčně-vsakovacího zařízení je ve většině případů rychlejší než vsak. Proto je nutné aby retenčně-vsakovací zařízení mělo dostatečný retenční objem V_{vz} , jenž se stanoví podle vztahu:

$$V_{vz} = \frac{h_d}{1000} * (A_{red} + A_{vz}) - \frac{1}{f} * k_v * A_{vsak} * t_c * 60, [m^3]$$

h_d	návrhový úhrn srážek;	f	součinitel bezp. vsaku (doporučuje se $f \geq 2$);
A_{red}	redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy;	k_v	koeficient vsaku
A_{vz}	plocha retenčně-vsak. zařízení (pouze u povrch. zařízení);	A_{vsak}	vsakovací plocha retenčně-vsak. zařízení;
		t_c	doba trvání srážky určité periodicity.

Doba prázdnění vsakovacího zařízení T_{pr}

Doba prázdnění vsakovacího zařízení T_{pr} se stanoví podle vztahu:

$$T_{pr} = \frac{V_{vz}}{Q_{vsak}}$$

V_{vz}	největší vypočtený retenční objem (návrhový objem);
Q_{vsak}	vsakovaný odtok

Doba prázdnění vsakovacího zařízení nemá překročit 72 hodin.

Vzhledem k velmi nepříznivým podmínkám pro vsakování vod do horninového podloží a větší odvodňované ploše, je v případě zájmové lokality požadována enormní plocha retence (řádově tisíce m²) s retenčním objemem vsakovacího systému min. 23,2 m³.

5.2. Návrh likvidace dešťových vod

Je zřejmé, že dimenze zasakovacího zařízení, schopného likvidace veškerých srážkových vod formou jejich kompletního zásaku, je v zájmovém území nerealizovatelná a to jak z geologického pohledu, tak i z technického a ekologického hlediska.

Vzhledem k charakteru horninového prostředí proto hodnotíme podmínky pro zasakování na lokalitě jako nevhodné, a to zejména z následujících důvodů:

- Prostředí jílu a jílovitých štěrků je z hlediska infiltrace vod prostředím nevhodným. Puklinově propustný jílovcový skalní masiv v podloží je rovněž z hlediska infiltrace prostředím nevhodným.
- Varianta jakéhokoli plošného nebo mělce podpovrchového vsakovacího prvku by projekčně narazila na problém požadavku extrémně rozsáhlé infiltrační plochy (řádově tisíce metrů čtverečních).
- Varianta koncentrického vsakovacího prvku by v prostředí s nízkým koeficientem vsaku, pomalou dobou prázdnění a sklonem svahu mohla vést k systematické saturaci okolních zemín a ke změnám jejich geomechanických vlastností, tedy k potencionálnímu ohrožení statiky projektovaných a stávajících konstrukcí a iniciaci svahových nestabilit, které dosud na pozemku nebyly pozorovány.
- Vzhledem k úklonu lokality směrem k ose vodoteče je zřejmé, že atmosférické srážky z lokality rychle povrchově odtékají ke vsaku téměř nedochází.

Likvidaci dešťových vod proto doporučujeme řešit maximálně jako částečnou a vícestupňovou. První částí retenčně vsakovacího systému by byla soustava velkoobjemových akumulčních nádrží se souhrnným efektivně využitelným objemem cca **12 - 17 m³**. Nádrž by byla využita jako zdroj užitkové vody pro provoz stavby, případně jako rezervní požární nádrž pro blízkou hasičskou zbrojnici. Ve druhé části by akumulční nádoba byla osazena bezpečnostním přepadem, který by ústil do dešťové kanalizace, resp. do blízké vodoteče.

Takto dimenzované zařízení by mělo mít dostatečný retenční objem pro zachycení dešťových srážek trvajících 20 - 60 minut. V případě delších srážek zajistí dostatečné zpoždění nekontrolovaného odtoku bezpečnostním přepadem.

Poznámka: Tato varianta je principiálně možným návrhem likvidace dešťových vod a je možné ji modifikovat v rámci zachování účinnosti zařízení. Konečné řešení vsakovacího systému je plně v kompetenci příslušného projektanta stavby.

6. Závěr

Na základě písemné objednávky prací ze dne 24.9.2018 byl prosinci 2018 realizován inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum pro posouzení geologické stavby na pozemku p.č. 633/6 a 633/8, k.ú. Bordovice, s důrazem na složení předpokládaných sedimentů, určení základních geotechnických parametrů, ověření úrovně poloskalního podloží a hladiny podzemní vody.

Celkem byly provedeny 2 ks těžké dynamické penetrace, 2 ks vrtů a byl odebrán 1 vzorek podzemní vody pro určení míry agresivity na beton. Na HG vrtu byla realizována vsakovací zkouška pro určení koeficientu vsaku a pro následný návrh likvidace dešťových vod.

- V celém zájmovém území od úrovně terénu pozorovány jílovitoštěrkovité sedimenty charakteru suťovitých hlín až pískovcových sutí, které byly dle ČSN P 73 1005 klasifikovány jako F4 CS/F2 CG až G5. Sedimenty byly zachyceny penetračními i vrtanými sondami do úrovně cca 4,6 - 6,0 m p.t.. V převážně jílovitých polohách byl zaznamenán penetrační odpor $Q_d \approx 2,5 - 5,0$ MPa s polohami < 1 MPa odpovídající měkké hlíně třídy F4. V suťovitých polohách se penetrační odpor pohyboval v rozmezí $Q_d \approx 5,0 - 18,0$ MPa.
- V úrovni od cca 6,0 m p.t. byly pozorovány eluviální sedimenty flyšových hornin s převahou tmavě šedých jílovců. Sedimenty se od úrovně 6,5 m projevovaly zvýšením penetračních odporů (18-28 MPa, na bázi penetračních sond $Q_d > 30$ MPa). Odvozené vlastnosti jednotlivých vrstev základových půd jsou součástí kapitoly 4.
- Hladina podzemní vody je volná, převážně vázaná na hrubozrnnou frakci svahových sutí.
- Výsledky analýz podzemní vody odpovídají stupni agresivity XA1, voda je slabě agresivní vůči betonu. Nadlimitní jsou zejména hodnoty CO_2 . Laboratorní protokol je součástí přílohy č.5.
- Podmínky pro vsakování klasifikujeme jako velmi složité, a to vzhledem k jílovito štěrkovitému podloží, absenci jakékoliv infiltrační vrstvy, úklonu svahu a blízké zástavbě.
- Likvidaci dešťových vod doporučujeme řešit jako částečnou a vícestupňovou. Systém by měl obsahovat dostatečně objemnou akumulární nádobu pro druhotné využití dešťové vody (min 12 – 17 m³ využitelného objemu) s bezpečnostním přepadem do dešťové kanalizace, resp. blízké vodoteče. Vsakování srážkových vod do jílovitého podloží způsobuje zhoršení stability jílovitých sedimentů.
- Takto provedené zařízení by mělo dostatečný efektivní akumulární prostor pro zachycení výrazně většiny srážkových eventů (návrh systému je uveden vy kap. 5.1.).
- Podmínky pro projektovanou výstavbu na lokalitě hodnotíme jako jednoduché až složité.
- Optimálním způsobem zakládání nadzemního objektu v daných základových poměrech s vyšší mocností nevytříděných svahových sutí bude použití vrtaných pilot vetknutých do flyšových sedimentů tř. R5 s odvozenými hodnotami geotechnických vlastností uvedených v kap. 4.3.2, při překročení svrchní, intenzivně zvětralé zóny.
- Při přebírání základové spáry doporučujeme potvrdit dostatečně únosné podloží geologem, nebo geotechnikem.

Ve Vsetíně dne 7.1. 2019

zpracoval:
Mgr. Tomáš Proisl

kontroloval:
RNDr. Oldřich Janík

7. Seznam použité literatury a norem

- [1] Demek J. a kol.: Zeměpisný lexikon ČSR. Hory a nížiny. Československá akademie věd, Praha 1987.
- [2] Fetter C.W.: Applied Hydrogeology, 4th Edition, 2000.
- [3] Chlupáč I. a kol.: Geologická minulost České republiky. Academia, Praha, 2002.
- [4] Quitt E.: Klimatické oblasti Československa. Studia geographica 16. ČSAV, Brno, 1971.

online zdroje a databáze:

- [5] Česká geologická služba - mapové aplikace: [http://mapy.geology.cz/geocr_50/], citováno dne 20.12.2018.
- [6] MapoMat - Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky: [<http://mapy.nature.cz/>], citováno dne 20.12.2018.
- [7] Národní portál INSPIRE: [<https://geoportal.gov.cz/web/guest/map>], citováno dne 20.12.2018.
- [8] Výzkumný ústav vodohodpodářský T. G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce: [http://heis.vuv.cz/data/webmap/isapi.dll?map=mp_heis_voda&], citováno dne 20.12.2018.

normy

ČSN P 73 1005 Inženýrskogeologický průzkum

ČSN 73 6133 Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací

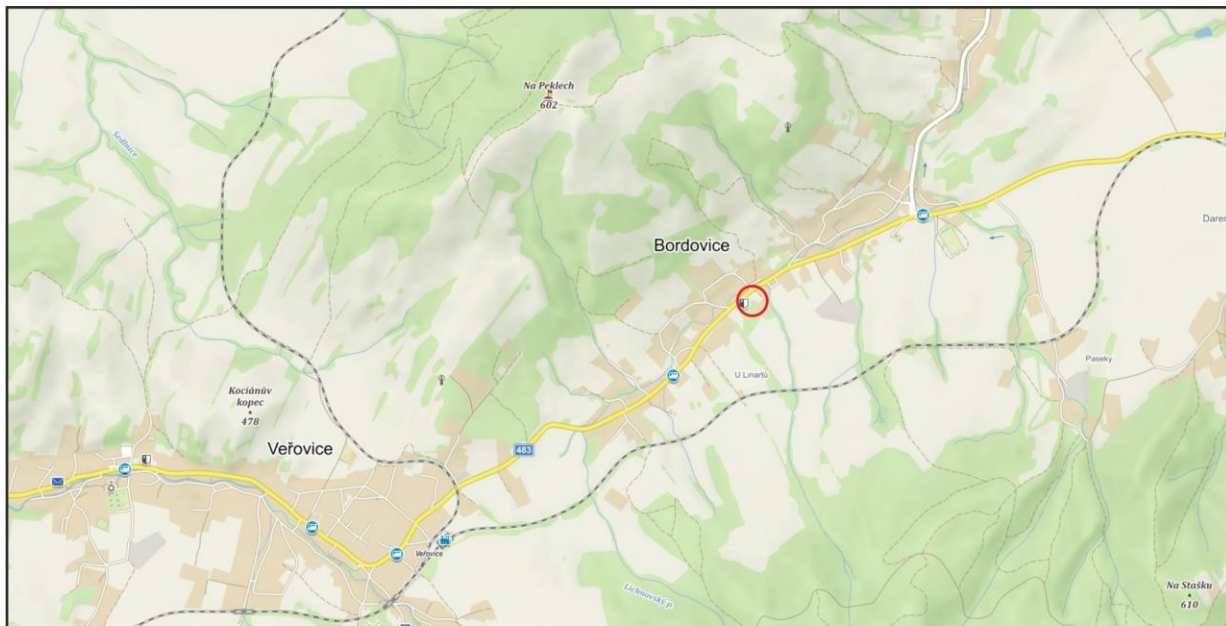
ČSN EN ISO 14688 Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařizování zemin – Část 1:
Zásady pro zařizování

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1	PŘEHLEDNÁ SITUACE ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ
Příloha 2	PODROBNÁ SITUACE S VYZNAČENÍM PRŮZKUMNÝCH SOND
Příloha 3	PROFILY VRTANÝCH SOND A SOND DYNAMICKÉ PENETRACE
Příloha 4	SCHEMATICKÝ GEOLOGICKÝ ŘEZ ÚZEMÍM
Příloha 5	PROTOKOLY PROVEDENÝCH LABORATORNÍCH ANALÝZ

k.ú. Bordovice,
p.č. 633/6 a 633/8

**Inženýrskogeologický
a hydrogeologický
průzkum pro projektované
kulturně-sportovní
zařízení**



měřítko grafické



měřítko 1:1000

Legenda:



zájmové území

název úkolu:
k.ú. Bordovice p.č. 633/6 a 633/8

**IG a HG průzkum pro projektované
kulturně-sportovní zařízení**

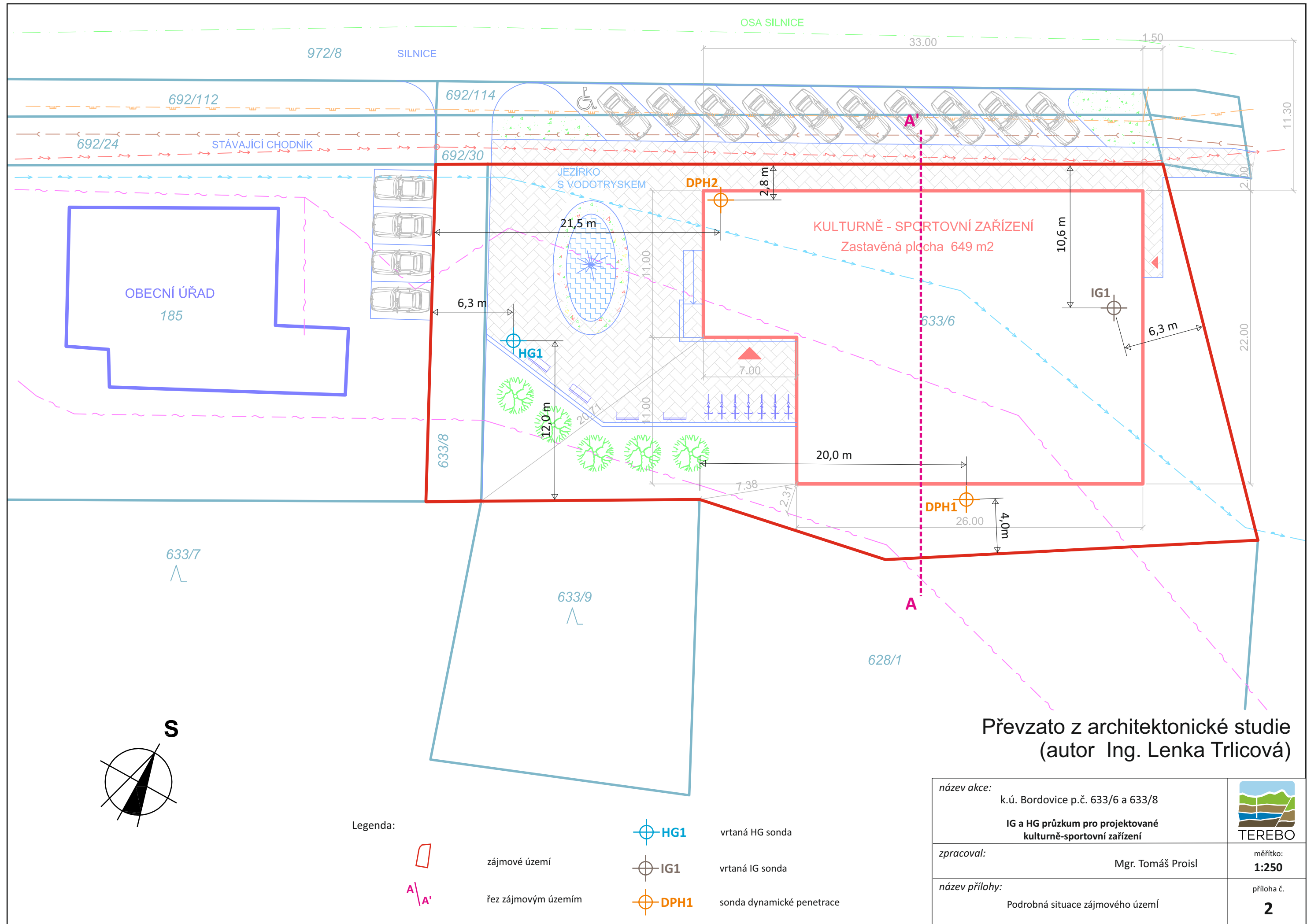
zpracoval:
Mgr. Tomáš Proisl

název přílohy:
Přehledná situace zájmového území



měřítko:
grafické

příloha č.
1



SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1	PŘEHLEDNÁ SITUACE ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ
Příloha 2	PODROBNÁ SITUACE S VYZNAČENÍM PRŮZKUMNÝCH SOND
Příloha 3	PROFILY VRTANÝCH SOND A SOND DYNAMICKÉ PENETRACE
Příloha 4	SCHEMATICKÝ GEOLOGICKÝ ŘEZ ÚZEMÍM
Příloha 5	PROTOKOLY PROVEDENÝCH LABORATORNÍCH ANALÝZ

k.ú. Bordovice,
p.č. 633/6 a 633/8

**Inženýrskogeologický
a hydrogeologický
průzkum pro projektované
kulturně-sportovní
zařízení**



k.ú. Bordovice, p.č. 633/6 a 633/8 - IG a HG průzkum pro projektované kulturně-sportovní zařízení

vrt

IG1

Strana: 1

 $z: 1$

Zakázka: 020/2018

Datum: 17.12.2018

BPV

Dokumentoval: Mgr. Proisl

METODA: pásová vrtná souprava FRASTE, jádrové vrtání, průměr 156 mm, HPV - nar. 3,50 m p.t./ust. 3,65 m p.t.

A. č.:

Str.: 1

VYHODNOCENÍ DYNAMICKÉ PENETRACE

Lokalita / Akce : Bordovice			Sonda : DPH-1		
Souřadnice:		x =	y =	z =	Z. č.:
Provedl: Ing. Karel Seidl		Zpracoval: Ing. Karel Seidl		Vyhodnotil: Mgr. Tomáš Proisl	Datum: 6. 12. 2018
VÝPOČET				specifický dynamický odpor Qd (MPa)	
Hloubka	Krouticí moment	Počet úderů	Odpor Qd		
m	Nm	N ₁₀	MPa		
0,0-0,1	0	0	0,0	0,0-0,1	
0.2	10	1	1.1	0.2	
0.3	10	2	2.4	0.3	
0.4	10	2	2.4	0.4	
0.5	10	2	2.4	0.5	
0.6	10	1	1.1	0.6	
0.7	10	2	2.4	0.7	
0.8	20	3	3.5	0.8	
0.9	30	4	4.6	0.9	
1.0	30	4	4.6	1.0	
1.1	30	4.5	4.8	1.1	
1.2	30	4.5	4.8	1.2	
1.3	30	4.5	4.8	1.3	
1.4	40	3.5	3.3	1.4	
1.5	40	3.5	3.3	1.5	
1.6	40	3.5	3.3	1.6	
1.7	40	3.5	3.3	1.7	
1.8	40	3.5	3.3	1.8	
1.9	40	3.5	3.3	1.9	
2.0	40	3.5	3.3	2.0	
2.1	40	4	3.6	2.1	
2.2	40	4	3.6	2.2	
2.3	40	4	3.6	2.3	
2.4	30	3	2.7	2.4	
2.5	30	3	2.7	2.5	
2.6	30	3	2.7	2.6	
2.7	30	4	3.9	2.7	
2.8	30	3	2.7	2.8	
2.9	30	3	2.7	2.9	
3.0	30	2	1.6	3.0	
3.1	30	3	2.5	3.1	
3.2	30	3	2.5	3.2	
3.3	30	3	2.5	3.3	
3.4	30	3	2.5	3.4	
3.5	30	3	2.5	3.5	
3.6	30	3	2.5	3.6	
3.7	40	5	4.4	3.7	
3.8	40	4	3.4	3.8	
3.9	40	6	5.5	3.9	
4.0	40	9	8.6	4.0	
4.1	40	8	7.0	4.1	
4.2	40	7	6.0	4.2	
4.3	50	9	7.8	4.3	
4.4	50	9	7.8	4.4	
4.5	50	10	8.8	4.5	
4.6	50	8	6.8	4.6	
4.7	60	10	8.6	4.7	
4.8	60	21	19.3	4.8	
4.9	70	8	6.4	4.9	
5.0	70	9	7.4	5.0	
5.1	70	8	6.0	5.1	
5.2	70	8	6.0	5.2	
5.3	60	6	4.4	5.3	
5.4	60	6	4.4	5.4	
5.5	50	4	2.7	5.5	
5.6	50	4	2.7	5.6	
5.7	40	5	3.8	5.7	
5.8	40	6	4.7	5.8	
5.9	30	4	3.1	5.9	
6.0	30	4	3.1	6.0	
6.1	30	5	3.8	6.1	
6.2	30	6	4.6	6.2	
6.3	30	4	2.9	6.3	
6.4	30	5	3.8	6.4	
6.5	40	10	7.9	6.5	
6.6	50	18	14.5	6.6	
6.7	60	20	16.1	6.7	
6.8	70	22	17.6	6.8	
6.9	110	37	29.7	6.9	
7.0	110	35	28.0	7.0	
7.1	120	38	28.7	7.1	
7.2	120	38	28.7	7.2	
7.3	130	32	23.7	7.3	
7.4	140	35	25.9	7.4	
7.5	150	35	25.8	7.5	
7.6	160	31	22.4	7.6	
7.7	170	32	23.0	7.7	
7.8	180	60	45.4	7.8	
7.9	190	107	83.1	7.9	
8.0				8.0	
hladina podzemní vody: 4.46 m pod terénem				Parametry těžké dynymické penetrace tíha beranu 0.0005 MN výška pádu 0.5 m plocha hrotu 0.0015 m² tíha tyče 0.00006 MN tíha kovadliny 0.0000548 MN	

VYHODNOCENÍ DYNAMICKÉ PENETRACE

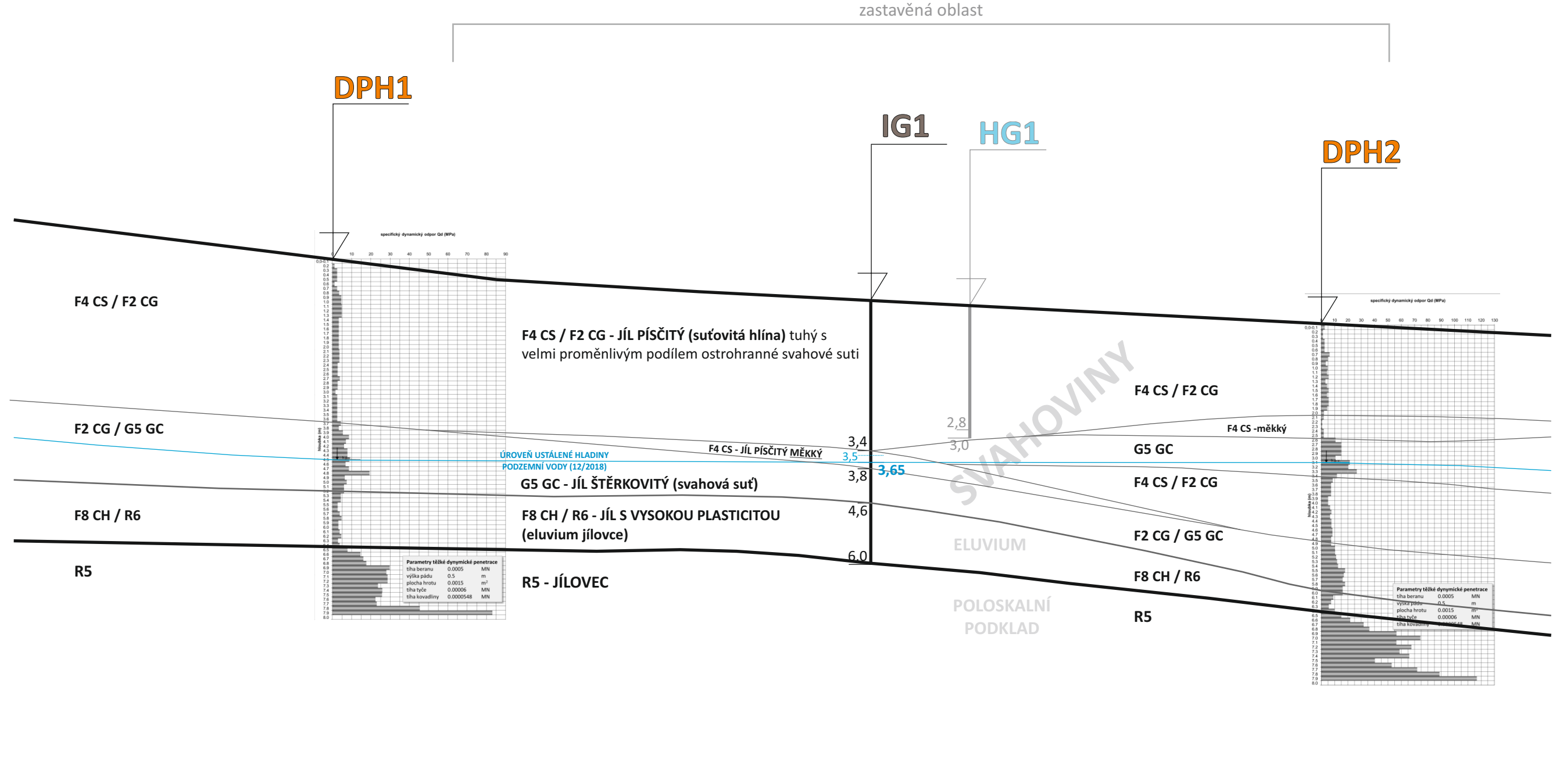
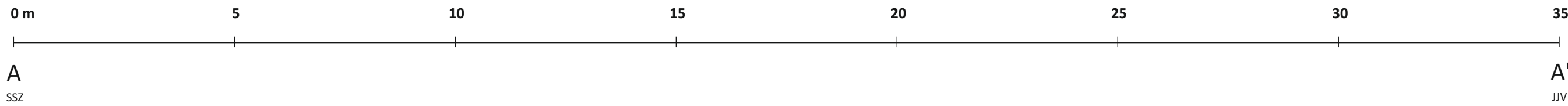
Lokalita / Akce : Bordovice			Sonda : DPH-2	
Souřadnice:		x =	y =	z =
Z. č.:				
Provedl: Ing. Karel Seidl		Zpracoval: Ing. Karel Seidl		Vyhodnotil: Mgr. Tomáš Proisl
Datum:		6. 12. 2018		
VÝPOČET				specifický dynamický odpor Qd (MPa)
Hloubka	Krouticí moment	Počet úderů	Odpor Qd	
m	Nm	N ₁₀	MPa	
0,0-0,1	5	2	2,6	0,0-0,1
0,2	5	1	1,2	0,2
0,3	5	1	1,2	0,3
0,4	10	2	2,4	0,4
0,5	10	2	2,4	0,5
0,6	10	2	2,4	0,6
0,7	20	5	6,2	0,7
0,8	20	4	4,9	0,8
0,9	25	3	3,4	0,9
1,0	25	4	4,7	1,0
1,1	25	4	4,3	1,1
1,2	25	5	5,6	1,2
1,3	25	3	3,1	1,3
1,4	25	4	4,3	1,4
1,5	25	5	5,6	1,5
1,6	25	4	4,3	1,6
1,7	25	5	5,6	1,7
1,8	25	5	5,6	1,8
1,9	20	4	4,4	1,9
2,0	20	2	2,0	2,0
2,1	20	2	1,8	2,1
2,2	20	1	0,7	2,2
2,3	20	1	0,7	2,3
2,4	20	2	1,8	2,4
2,5	20	2	1,8	2,5
2,6	30	10	10,7	2,6
2,7	30	14	15,2	2,7
2,8	30	14	15,2	2,8
2,9	30	14	15,2	2,9
3,0	30	10	10,7	3,0
3,1	30	21	21,4	3,1
3,2	30	20	20,3	3,2
3,3	30	26	26,6	3,3
3,4	40	12	11,7	3,4
3,5	40	9	8,6	3,5
3,6	50	8	7,3	3,6
3,7	50	8	7,3	3,7
3,8	50	8	7,3	3,8
3,9	60	6	5,0	3,9
4,0	60	6	5,0	4,0
4,1	60	8	6,6	4,1
4,2	60	9	7,6	4,2
4,3	60	8	6,6	4,3
4,4	60	9	7,6	4,4
4,5	60	9	7,6	4,5
4,6	70	10	8,4	4,6
4,7	70	10	8,4	4,7
4,8	70	9	7,4	4,8
4,9	70	9	7,4	4,9
5,0	70	12	10,3	5,0
5,1	80	13	10,4	5,1
5,2	90	14	11,1	5,2
5,3	100	15	11,8	5,3
5,4	110	16	12,6	5,4
5,5	120	22	17,9	5,5
5,6	120	21	16,9	5,6
5,7	120	20	16,0	5,7
5,8	120	22	17,9	5,8
5,9	120	20	16,0	5,9
6,0	120	20	16,0	6,0
6,1	120	13	9,1	6,1
6,2	120	11	7,4	6,2
6,3	120	9	5,6	6,3
6,4	120	14	9,9	6,4
6,5	120	20	15,0	6,5
6,6	130	28	21,7	6,6
6,7	140	40	31,8	6,7
6,8	140	45	36,1	6,8
6,9	150	69	56,4	6,9
7,0	150	90	74,4	7,0
7,1	150	73	56,4	7,1
7,2	150	87	67,6	7,2
7,3	150	76	58,8	7,3
7,4	150	85	66,0	7,4
7,5	200	54	40,3	7,5
7,6	220	70	52,8	7,6
7,7	230	94	72,0	7,7
7,8	240	115	88,7	7,8
7,9	250	150	116,8	7,9
8,0				8,0
hladina podzemní vody: 3.05 m pod terénem				

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1	PŘEHLEDNÁ SITUACE ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ
Příloha 2	PODROBNÁ SITUACE S VYZNAČENÍM PRŮZKUMNÝCH SOND
Příloha 3	PROFILY VRTANÝCH SOND A SOND DYNAMICKÉ PENETRACE
Příloha 4	SCHEMATICKÝ GEOLOGICKÝ ŘEZ ÚZEMÍM
Příloha 5	PROTOKOLY PROVEDENÝCH LABORATORNÍCH ANALÝZ

k.ú. Bordovice,
p.č. 633/6 a 633/8

**Inženýrskogeologický
a hydrogeologický
průzkum pro projektované
kulturně-sportovní
zařízení**



HG1

hydrogeologický vrt

IG1

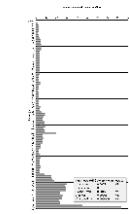
inženýrskogeologický vrt

DPH2

sonda dynamické penetrace

3,65

ověřená úroveň ustálené hladiny podzemní vody



profil sondy dynamické penetrace se záznamem specifického dynamického odporu (Q_d)

<i>název akce:</i> k.ú. Bordovice p.č. 633/6 a 633/8 IG a HG průzkum pro projektované kulturně-sportovní zařízení	 TEREBO
<i>zpracoval:</i> Mgr. Tomáš Proisl	měřítko: 1:100/1xA3
<i>název přílohy:</i> geologický řez zájmovou lokalitou	příloha č. 4

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1	PŘEHLEDNÁ SITUACE ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ
Příloha 2	PODROBNÁ SITUACE S VYZNAČENÍM PRŮZKUMNÝCH SOND
Příloha 3	PROFILY VRTANÝCH SOND A SOND DYNAMICKÉ PENETRACE
Příloha 4	SCHEMATICKÝ GEOLOGICKÝ ŘEZ ÚZEMÍM
Příloha 5	PROTOKOLY PROVEDENÝCH LABORATORNÍCH ANALÝZ

k.ú. Bordovice,
p.č. 633/6 a 633/8

**Inženýrskogeologický
a hydrogeologický
průzkum pro projektované
kulturně-sportovní
zařízení**



UNIGEO a.s.
Místecká 329/258,
Hrabová, 720 00 Ostrava
tel. 59 67 06 368, fax. 59 67 21 197
Středisko ekologické a analytické laboratoře

Evidenční č. protokolu : 2541
Počet listů : 1
List číslo : 1

LABORATORNÍ PROTOKOL

Zkušební laboratoř č. 1412.3 akreditovaná ČIA dle normy ČSN EN ISO/IEC 17025:2005

Číslo vzorku : 2541
Vzorek : podzemní voda
Označení vzorku zadavatelem : HV - 1
Název akce : Bordovice - HG, IG pro tělocvičnu
Vzorek odebral : Mgr. Proisl
Datum převzetí vzorku : 18.12.2018
Datum provedení analýzy : 18.12. - 3.1.2019
Zadavatel : TEREBO s.r.o., Mgr. Proisl

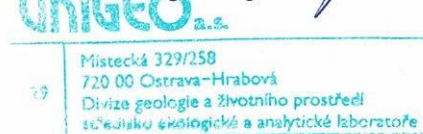
Stanovovaná složka	Výsledky zkoušek	Měrná jednotka	Metoda / Typ	Nejistota měření [%]
pH	7,1	-	SOP 1 (ČSN ISO 10523) / A	±0,05 pH
Elektrická konduktivita	29,3	mS / m	SOP 6 (ČSN EN 27888) / A	±10
KNK - 8,3	0,00	mmol / l	SOP 9 (ČSN EN ISO 9963-1) / A	±5
KNK - 4,5	2,60	mmol / l	SOP 9 (ČSN EN ISO 9963-1) / A	±5
ZNK - 4,5	0,00	mmol / l	SOP 10 (ČSN 75 7372) / A	±5
ZNK - 8,3	0,65	mmol / l	SOP 10 (ČSN 75 7372) / A	±5
Tvrdost celková	1,20	mmol / l	SOP 12 (ČSN ISO 6059) / A	±10
vápenatá	0,725	mmol / l	SOP 13 (ČSN ISO 6058) / A	±10
hořečnatá	0,475	mmol / l	SOP 12 (ČSN ISO 6059) / A	±10
uhličitánová	-	mmol / l	SOP 9 (ČSN EN ISO 9963-1) / A	±5
Stanovení forem CO ₂ - volný	28,38	mg / l	SOP 11 (ČSN 75 7373) / A	±15
Stanovení forem CO ₂ - Heyer	19,8	mg / l	SOP 11 (ČSN 75 7373) / A	±15
Stanovení forem CO ₂ - agres.	18	mg / l	SOP 11 (ČSN 75 7373) / A	±15
Stanovení forem - Langelier. ind.	-0,5	-	SOP 11 (ČSN 75 7373) / A	-
HCO ₃ ⁻ - Hydrogenuhlíčitany	158,60	mg / l	SOP 9 (ČSN EN ISO 9963-1) / A	±10
CO ₃ ²⁻ - Uhlíčitany	0,00	mg / l	SOP 9 (ČSN EN ISO 9963-1) / A	±10
OH ⁻ - Hydroxidové ionty	0,00	mg / l	SOP 9 (ČSN EN ISO 9963-1) / A	±10
Amonné ionty	0,11	mg / l	SOP 20 (ČSN ISO 7150-1) / A	±10
Chloridy	14,2	mg / l	SOP 14 (ČSN ISO 9297) / A	±10
Sířany	23,2	mg / l	SOP 15 (TNV 75 7476) / A	±10
Ca	29,1	mg / l	SOP 13 (ČSN ISO 6058) / A	±10
Mg	11,6	mg / l	SOP 12 (ČSN ISO 6059) / A	±10

Poznámka : znak < znamená, že obsah složky je menší než mez stanovitelnosti. Všechny údaje a výsledky se vztahují k předloženému vzorku a nenahrazují jiné dokumenty. Protokol může být reprodukován jediné celé, jinak s písemným souhlasem laboratoře. Součástí tohoto protokolu jsou odkazy na použité metody stanovení. Metody ve sloupci Typ : "A" akreditované, "N" neakreditované, "SA" subdodávky zkoušek akreditované. Nejistota měření je definována jako rozšířená nejistota měření na hladině významnosti 95 % s koeficientem rozšíření k=2 a je v souladu s EA 4/16. Odběr vzorků není předmětem akreditace.

OSTRAVA - HRABOVÁ

3.1.2019

Vedoucí laboratoře : Ing. Sonntagová Marie



CHARAKTERISTIKA VODY

Laboratorní číslo vzorku 2541

CHARAKTERISTIKA VODY dle pH : neutrální
celkové tvrdosti : měkká
mineralizace : prostá sladká

POSOUZENÍ AGRESIVITY VODY

Laboratorní číslo vzorku 2541

Agresivita dle ČSN 038375 - Ochrana kovových potrubí uložených v půdě nebo ve vodě proti korozi. (agresivita označena x)

AGRESIVITA	velmi nízká	střední	zvýšená	velmi vysoká
konduktivita			x	
pH	x			
SO ₃ + Cl	x			
CO ₂ agres. dle Heyera				x

Chemické působení podzemní vody dle ČSN EN 206 Beton - Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda. (agresivita označena x)

CHEMICKÁ CHARAKTERISTIKA	slabá	střední	vysoká
pH			
CO ₂ agres. dle Heyera	x		
Mg ²⁺			
NH ₄ ⁺			
SO ₄ ²⁻			

Ostrava - Hrabová, datum : 3.1.2019

Hodnocení provedla : Ing. Marie Sonntagová, vedoucí laboratoře

