

Inženýrskogeologický průzkum:

Vodní dílo Letovice – odstranění sedimentů

Brno 2017

Projekce iGEO s.r.o.
Mathonova 878/8a, Černá Pole, 613 00 Brno
IČ: 061 90 499

tel.: **608022443**
web: **www.igeo.cz**
e-mail: **ivan.poul@igeo.cz**

Geotechnika, statika, inženýrská a stavební geologie, hydrogeologie

Název zakázky: VD Letovice – odstranění sedimentů
Číslo zakázky: 23-06-2017
Objednatel: VZD INVEST s.r.o., Kpt. Nálepky 2332, 530 02 Pardubice

Vodní dílo Letovice – odstranění sedimentů



Zodpovědný řešitel: **RNDr. Ivan Poul, Ph.D.**

Brno 2017

Obsah

1. Úvod.....	1
2. Provedené průzkumné práce.....	2
3. Stručný přehled přírodních poměrů	2
3.1 Geologie	3
3.2 Klimatické poměry	3
4. Výsledky terénního průzkumu.....	3
4.1 Podzemní voda	4
5. Závěr a doporučení	4
Přílohy	6

Přílohy:

Situace

Dokumentace průzkumech sond S1-S9

Laboratorní rozbory zeminy

Rozdělovník:

Výtisk 1-3

Výtisk 4

Digitálně

VZD INVEST s.r.o.

Česká geologická služba - Geofond

Projekce iGEO s.r.o. - archiv

1.Úvod

Na základě objednávky zaslané ze společnosti VZD Invest s.r.o. (Tereze Kudličková) byl dne 29.6.2017 proveden v několika etapách inženýrsko-geologická průzkum za účelem posouzení geologických a hydrogeologických poměrů v západní a severozápadní části vodní nádrže Letovice, resp. u obcí Křetín a Lazínov (parc. č.358, 485/8 a 597).

Studované lokality představují zavlhlé okrajové části polovypuštěné vodní nádrže, které jsou zaneseny sedimentárním materiálem. U obce Křetín se jedná o fluviální sedimenty značně porostlé travinami a vrbami. V obci Lazínov pak jde o písčito-travnatou plochu (zakončenou pláží), kterou ve středu protíná potok ústící do přehrady.

Cílem průzkumných prací dle objednávky bylo:

- **Provedení 5 průzkumných sond** (vrty, nebo dynamické penetrace), **provést dokumentaci a popis provedených děl.**
- **Zjištění geologických a hydrogeologických poměrů na vybraných lokalitách**
- **Odběr a klasifikace porušeného vzorku z vrtu 5 (podle ČSN 75 2410)**



Obr. 1: Oblast průzkumu s vyznačenými zájmovými lokalitami (ČÚZK, <http://www.cuzk.cz>, 2017).

2. Provedené průzkumné práce

Na základě objednávky bylo během června až srpna v okrajových částech přehrady Letovice provedeno celkem 9 průzkumných sond v místech zadáných v objednávce a pak doplněny na základě diskuse s objednatelem. Jednalo se o 3 vrtané sondy do hloubky 2 - 5 m, 2 měření dynamické penetrace a jedna sonda hloubená bagrem. S ohledem na měkké podloží nebylo možné přijet s těžkou mechanizací a pro průzkum byl použit ruční vrták o průměru 54 mm a ruční dynamická penetrace typu SCALA.

V rámci průzkumu bylo realizováno všech 5 sond. Sondy dosáhly hloubek 5 m, 1,2 m a 2,2 m. Dynamická penetrace byla měřena v obou případech do 3 m. Na základě zjištěné situace (větší mocnosti sedimentů než bylo předpokládáno) byl průzkum doplněn o další 3 dynamické penetrace, tentokrát do hloubek 4,7 m, 4,7 m a 5,2 m. Pozice průzkumných sond, dokumentace provedených sond a laboratorní rozbor jsou v příloze.

3. Stručný přehled přírodních poměrů

Posuzované lokality leží na západním a severozápadním okraji vodní nádrže Letovice v její bezprostřední blízkosti. Okolní terén tvoří morfologickou depresi vyplněnou vodním dílem. Nádrž kopíruje východozápadní protažení deprese.

První zájmová lokalita leží v prostoru vodního díla (dále také VD) západně od Křetína. Okolí tvoří vodomilné porosty a luční traviny na jihu a na severu, na západě nádrž navazuje na VD Žleby a směrem na východ pokračuje vodní plochou náležící k přehradě Letovice.

Druhá lokalita se nachází přímo v obci Lazinov a v jižní části navazuje na pláž a vodní plochu. Místo je pokryto vrstvou antropogenní navážky do hloubky 0,5 m

Třetí lokalita se nachází východně od obce Lazinov. Bezprostřední okolí tvoří hustý, stromovo-keřovitý porost remízkovitého typu, který lemuje zátoku vodní nádrže a svažuje se do ní. Remízek je protažen k severu, přičemž je ve stejném směru rozdělen korytem občasného potoka. Na západě a východě přechází porost v pole.

Ve všech třech případech se jedná o morfologické deprese, které jsou situovány v blízkosti místní komunikace. Nadmořská výška posuzovaných území se pohybuje v rozmezí 380 až 385 m.n.m.

Tabulka 1: Průměrné klimatické charakteristiky podle Quitta (1971)

počet dnů s průměrnou teplotou nad 10°C	140-160			
počet letních dnů	30-40			
počet mrazových dnů	110-130			
počet ledových dnů	30-40			
počet dnů se srážkami nad 1 mm	100-120			
počet dnů se sněhovou pokrývkou	60-80			
průměrné srážky ve vegetačním období	400-450			
průměrné srážky v zimním období	250-300			
průměrné teploty	leden	duben	červenec	říjen
	-2 až -3°C	6-7 °C	16-17 °C	7-8 °C

3.1 Geologie

Podloží oblasti je tvořeno amfiboly a svory letovického krystalinika. Nadložní vrstvy představují kvarterní uloženiny převážně vodního prostředí. V okolí Křetína se jedná převážně o fluviální sedimenty. Na lokalitě Lazinov se vyskytují jednak fluviální sedimenty ve spodní části vrstevního sledu, jednak vrstva antropogenní navážky na povrchu. Třetí vrstvu reprezentují mocné deluviální sedimenty.

3.2 Klimatické poměry

Klimaticky se oblast nachází v mírně teplé oblasti (Quitt, 1971). Tato oblast lze charakterizovat normálně dlouhým, mírným až mírně suchým létem. Zima je mírně teplá, suchá až mírně suchá, krátké trvání sněhové pokrývky. Přechodná období jsou krátká s mírným jarem a mírně teplým podzimem. Klimatické charakteristiky dle Quitta (1971) uvádí tab. 1.

Dle veřejných dat ČHMÚ za období 1961-1990 je v této oblasti průměrný roční úhrn srážek 400-450 mm s průměrnou teplotou 8-9°C.

4. Výsledky terénního průzkumu

Křetín

Pro potřeby budoucí hráze bylo provedeno celkem 7 sond (S1 – S8) podle zadaných umístění. Sondy S1 a S3 představují měření dynamické penetrace do hloubky 3 m. Sondy byly ukončeny z důvodu malého množství zarážených tyčí. Sonda S2 zhotovená pomocí vrtáku sahá do hloubky 5 m, kde ale nenarazila na pevné podloží. I v tomto případě byla sonda ukončena před zastižením skalního podloží nebo štěrkové vrstvy. Během realizace docházelo k vyplavování velmi měkkých až kašovitých zemin z vrtáku. V další fázi byly realizovány dynamické penetrace (typ SCALA) až na skalní podloží (případně velmi ulehlý štěrk). Sonda dynamické penetrace č. 6 byla ukončena v hloubce 4,6 m a sonda 7 byla ukončena v hloubce 4,7 m.

Souřadnice sond:

S1 - 49°33.894'N, 016°30.658'E

S2 - 49°33.879'N, 016°30.676'E

S3 - 49°33.869'N, 016°30.687'E

S6 - 49°33.899'N, 016°30.622'E

S7 - 49°33.861'N, 016°30.648'E

Sondy S1, S2, S3, S4, S6, S7, S8 a S9 mají podobný vrstevní sled, který začíná písčitou hlínou s organickým materiálem a směrem do podloží přechází v písčité jíly a následně ve vysoce saturované písky a štěrk. Mocnost jednotlivých vrstev je proměnná. Nejsvrchnější částí profilu představuje písčitá hlína, která sahá do hloubky přibližně 0,5 m. Jedná se o písčité hlíny s organickým materiálem. Další vrstvu tvoří písčité jíly s proměnlivou mocností přibližně 1 m. Spodní horizont představují vysoce saturované písky s různou příměsí jemnozrnných částic a organickým materiálem (sedimenty vodní nádrže).

Lazinov

Vrtanou sondu S4 bylo možné vyhloubit do hloubky jen 1,2 m, současně byl pokus zopakován bez úspěchu. Dle výzkumu i informací od místních obyvatel, jedná o místo, kde dříve stávaly obytné budovy a tyto byly srovnány se zemí (spíše rozhrnuty bagrem). V místě průzkumu se jednalo o příliš velké a pevné úlomky, kterými nebylo možné zvolenými technologiemi projít. Sonda S5 byla vrtána do hloubky 2,2 m ve vzdálenosti 30 m sv. od původní pozice. S8 byla realizována jako dynamická penetrace do hloubky 5,2 m, kde narazila na velmi uhlý štěr, nebo skalní podloží. Sonda bagrem S9 prozkoumala měkké naplaveniny v nadloží jílovitého štěrku (2,7-4,3 m); jemnozrnná frakce je měkká.

Souřadnice sond:

S4 - 49°33.720'N, 016°31.433'E

S8 – 49°33.450'N, 016°31.273'E

S9 – 49°33'43.529"N, 16°31'25.773"E

Čína

Sonda 5 byla vyhloubena za účelem průzkumu pro budoucí zemník pro stavbu hráze. Byl zde odebrán vzorek zeminy pro klasifikaci podle ČSN 75 2410, jedná se o zeminu velmi pevné konzistence F8 CH, která je dle normy pro projekci malých vodních nádrží **nevhodná při použití jako stabilizační zemina**. Zemina je **málo vhodná pro těsnění a homogenní hráz**. Vlhkost zeminy je asi 16,56 %, což je poněkud málo. Pro dobré zpracování zeminy tab. 5 normy ČSN 75 2410 doporučuje vlhkost 19,5-30,5 %.

Souřadnice sond:

S5 - 49°33.599'N, 016°32.238'E

4.1 Podzemní voda

Na posuzované lokalitě byla zastižena hladina podzemní voda vázaná na polohu zvodnělých písků, respektive na vodní nádrž Letovice. Sonda S2 narazila vodu v hloubce 2,1 m, sonda S4 v hloubce 1,15 m. Pod touto úrovní byl v obou případech písek zvodnělý a vyplavoval se. Po vytažení penetrace sondy S8 vystoupala vodní hladina až k povrchu.

5. Závěr a doporučení

Na základě objednávky byl dne 29.6.2017 proveden a posléze vyhodnocen inženýrsko-geologický a hydrogeologický průzkum pro ověření mocnosti fluvialních sedimentů v místě výstavby nové záchytné hráze v oblasti vodního díla Letovice. V oblasti Křetína by měla být vystavena hráz v nejzápadnější části přehrady, kdy úlohou hráze bude zachytávání fluvialních sedimentů a bude celá zaplavena vodou. Na lokalitě Lazinov by se mělo jednat o polopropustnou hráz v zátoce obce.

V rámci průzkumu byly zjištěny velké mocnosti fluvialních sedimentů (kolem 5 m). Sedimenty jsou charakteru rybnického bláta měkké až kašovité konzistence (ČSN 75 2410) s organickou příměsí a případně jemnozrnný zvodnělý písek. **Tyto zeminy nejsou vhodnou základovou půdou a je doporučeno jejich odstranění a nahrazení vhodnou zeminou do podloží hráze.**

Na základě laboratorních analýz ze sondy S5 **průzkum budoucího zemníku**, bylo zjištěno, že zemina je dle ČSN 75 2410 **hodnocena jako F8 CH pevné až tvrdé konzistence. Tyto zeminy jsou málo vhodné pro homogenní hráz a těsnicí část hráze. Zemina je nevhodná pro stabilizaci hráze.**

V místě Lazinova byla zjištěna silná vrstva navážky (stavební rum). Mimo bývalé zbořené domy je mocnost fluviálních zemin asi 5 m. Mocnost jednotlivých vrstev a jejich saturace vodou je na různých místech měření rozličná. Příčinou je především různé množství porostu, silná vrstva navážky a vzdálenost od hladiny vodní nádrže. Pro stavbu hráze bude třeba dostat se až na pevnější vrstvy právě v této hloubce.

Geologická dokumentace a fotodokumentace sond je v přílohách.

Brně dne 10.8. 2017

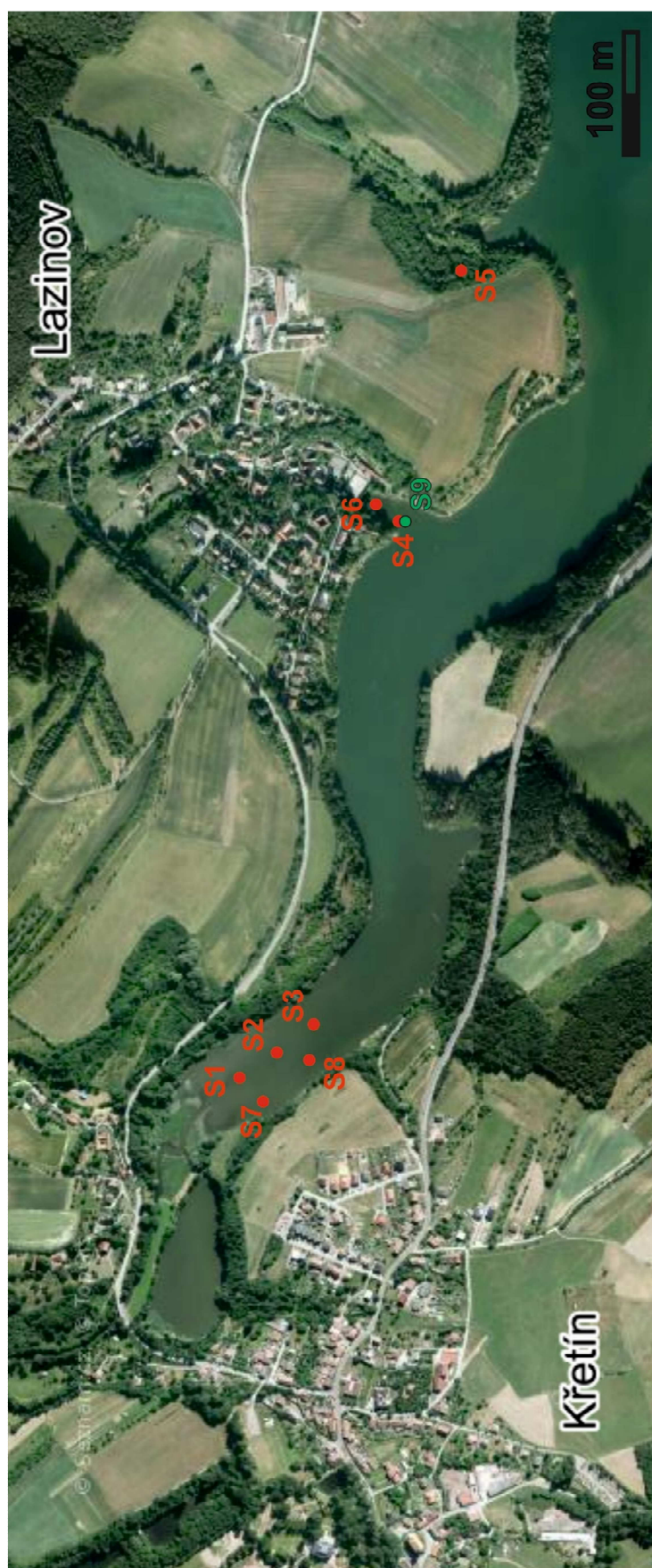
Zpracovali: Mgr. Karolína Faktorová

RNDr. Mgr. Ivan Poul, Ph.D., aut. ing., GIPENZ

Zodpovědný řešitel: RNDr. Mgr. Ivan Poul, Ph.D., aut. ing., GIPENZ

Přílohy

Příloha 1) Situace





Zakázka: VD Letovice, odstranění sedimentů

Strana: 1

z: 1/1

Měřítko: 1:50

Souřadnice BPV

Dokumentoval: F + B

Popis zeminy	Symbol	Hloubka (m)	ISO 14688	ČSN 75 2410	Scala údery/100 mm	Vzorkování	Podzemní voda	Index konzistence (Ic)	Neodvodněná smyk. pevnost (kPa)	Neodvodněná smyková pevnost (kPa)			
										50	100	150	
0-0,6 m HLÍNA S PŘÍMĚSÍ PÍSKU, ornice, vlhká, tuhá, tmavě hnědá, s příměsí organického materiálu.													
				(F4)									
		0.5						0.5	38	x			
0,6-1,7 m JÍL PÍŠČITÝ, vlhký, tuhý, plastický, tmavě hnědý až do modra (pustupné zvyšování plasticity s hloubkou).													
		1.0						0.8	60	x			
				(F8)									
		1.5						0.4	32	x			
1,7-3,5 m PÍSEK S PŘÍMĚSÍ JÍLU, mokrý (vyplavování z jádronice), kyprý, tmavě šedočerný.													
		2.0						0.4	32	x			
							V naražená						
		2.5						0.4	31	x			
				(S5)									
		3.0						0.2	12	x			
		3.5						0.2	12	x			

Konec sondy v hloubce 3,5 m

Metoda: ruční vrták

vrt průměru 52 mm

[illegible]

Konec vtru v hloubce 1,2 m

Metoda: ruční vrták

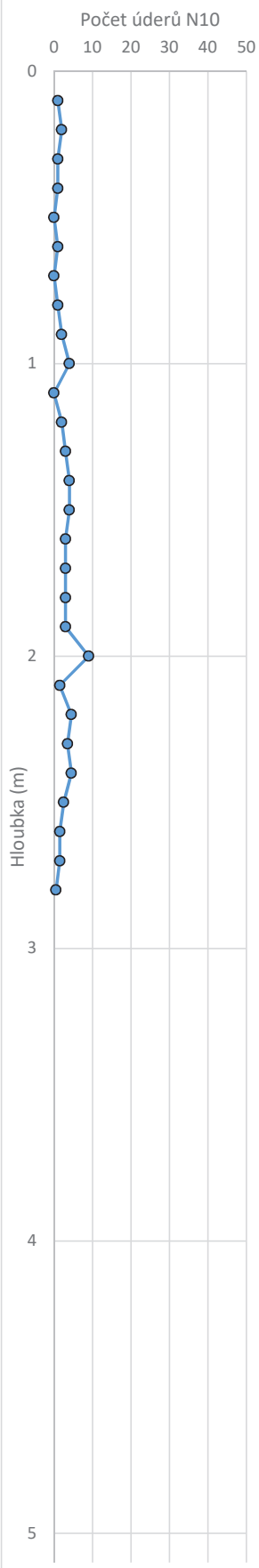
vrt průměru 52 mm

 Projekce iGEO s.r.o.		Projekce iGEO s.r.o., www.igeo.cz, mobil.: 608 022 443				S5							
Zakázka: VD Letovice, odstranění sedimentů						Strana: 1 z: 1/1							
Měřítko: 1:50 Souřadnice BPV						Dokumentoval: F + B							
Popis zeminy	Symbol	Hloubka (m)	ISO 14688	ČSN 75 2410	Scala údery/100 mm	Vzorkování	Podzemní voda	Index konzistence (Ic)	Neodvodněná smyk. pevnost (kPa)	Neodvodněná smyk. pevnost (kPa)			
										50	100	150	
0-0,8 m HLÍNA PÍŠČITO-PRACHOVITÁ, suchá, měkká, žlutooranžová.													
													
													
				(F6)									
		0.5											
													
0,8-2 m JÍL PÍŠČITÝ, suchá, tuhá, oranžovohnědá, vyšší plasticita.													
													
													
													
		1.0	msaCl	F8 CH		P		1,12			X		
													
2-2,2 m JÍL, suchá, měkký, hnědobéžový.													
													
													
													
		1.5											
													
Konec sondy v hloubce 2,2 m													
				(F8)									
Metoda: ruční vrták													
vrt průměru 52 mm													

Sonda 1

Interpretoval: I. Poul

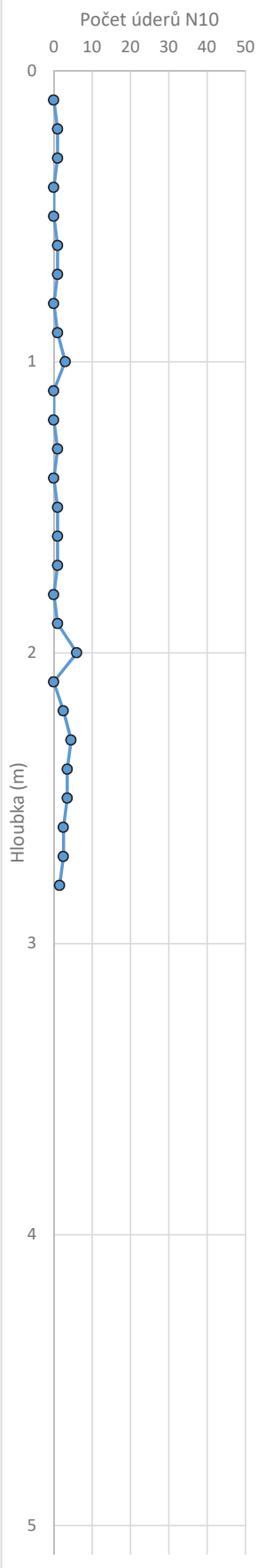
H (m)	N	N10L
0.1	1	1
0.2	2	2
0.3	1	1
0.4	1	1
0.5	0	0
0.6	1	1
0.7	0	0
0.8	1	1
0.9	2	2
1	4	4
1.1	1	0
1.2	4	2
1.3	5	3
1.4	6	4
1.5	6	4
1.6	5	3
1.7	5	3
1.8	5	3
1.9	5	3
2	11	9
2.1	6	2
2.2	9	5
2.3	8	4
2.4	9	5
2.5	7	3
2.6	6	2
2.7	6	2
2.8	5	1
2.9		0
3		0
3.1		0
3.2		0
3.3		0
3.4		0
3.5		0
3.6		0
3.7		0
3.8		0
3.9		0
4		0
4.1		0
4.2		0
4.3		0
4.4		0
4.5		0
4.6		0
4.7		0
4.8		0
4.9		0
5		0
5.1		0

[illegible]

Sonda **3**

Interpretoval: I. Poul

H (m)	N	N10L
0.1		0
0.2	1	1
0.3	1	1
0.4	0	0
0.5	0	0
0.6	1	1
0.7	1	1
0.8	0	0
0.9	1	1
1	3	3
1.1	2	0
1.2	2	0
1.3	3	1
1.4	2	0
1.5	3	1
1.6	3	1
1.7	3	1
1.8	2	0
1.9	3	1
2	8	6
2.1	4	0
2.2	7	3
2.3	9	5
2.4	8	4
2.5	8	4
2.6	7	3
2.7	7	3
2.8	6	2
2.9		0
3		0
3.1		0
3.2		0
3.3		0
3.4		0
3.5		0
3.6		0
3.7		0
3.8		0
3.9		0
4		0
4.1		0
4.2		0
4.3		0
4.4		0
4.5		0
4.6		0
4.7		0
4.8		0
4.9		0
5		0
5.1		0

[illegible]

INTERPRETACE LEHKÉ DYNAMICKÉ PENETRACE (SCALA)

podle ČSN EN 1997-2

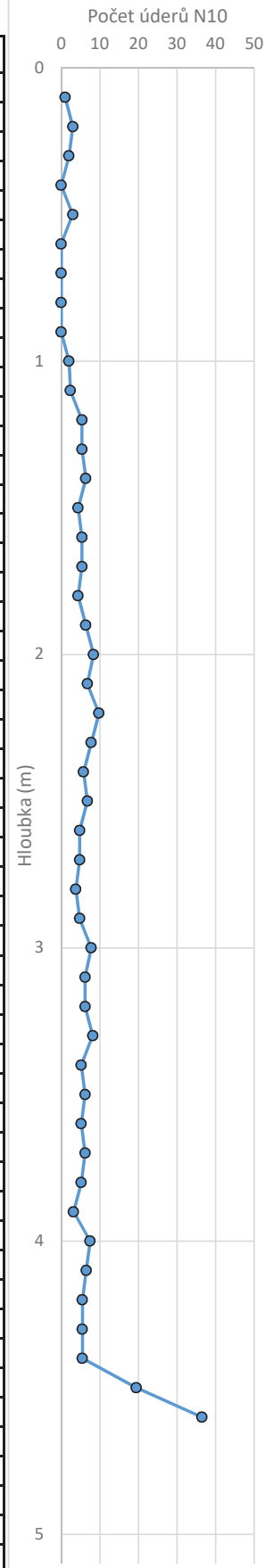
Akce: Letovice
Zakázka: 23.06.2017

γ
kN/m³
15

Sonda 6

Interpretoval: I. Poul

H (m)	N	N10L
0.1	1	1
0.2	3	3
0.3	2	2
0.4		0
0.5	3	3
0.6		0
0.7		0
0.8		0
0.9		0
1	2	2
1.1	4	2
1.2	7	5
1.3	7	5
1.4	8	6
1.5	6	4
1.6	7	5
1.7	7	5
1.8	6	4
1.9	8	6
2	10	8
2.1	8	7
2.2	11	10
2.3	9	8
2.4	7	6
2.5	8	7
2.6	6	5
2.7	6	5
2.8	5	4
2.9	6	5
3	9	8
3.1	7	6
3.2	7	6
3.3	9	8
3.4	6	5
3.5	7	6
3.6	6	5
3.7	7	6
3.8	6	5
3.9	4	3
4	11	7
4.1	10	6
4.2	9	5
4.3	9	5
4.4	9	5
4.5	23	19
4.6	40	36
4.7		0
4.8		0
4.9		0
5		0
5.1		0



Interpr.	Zemina	ID	IC	Eoed MPa	ϕ_{ef} °
Soudržná	jíl			2.3	
Soudržná	jíl			2.9	
Soudržná	jíl			2.7	
Soudržná	jíl			2.1	
Soudržná	jíl			3.0	
Soudržná	jíl			2.2	
Soudržná	jíl			2.2	
Soudržná	jíl			2.3	
Soudržná	jíl			2.3	
Soudržná	jíl			3.0	
Soudržná	jíl			3.1	
Soudržná	jíl			4.1	
Soudržná	jíl			4.2	
Soudržná	jíl			4.5	
Soudržná	jíl			3.9	
Soudržná	jíl			4.3	
Soudržná	jíl			4.4	
Soudržná	jíl			4.1	
Soudržná	jíl			4.8	
Soudržná	jíl			5.6	
Soudržná	jíl			5.1	
Soudržná	jíl			6.2	
Soudržná	jíl			5.6	
Soudržná	jíl			4.9	
Soudržná	jíl			5.3	
Soudržná	jíl			4.6	
Soudržná	jíl			4.7	
Soudržná	jíl			4.3	
Soudržná	jíl			4.7	
Soudržná	jíl			6.0	
Soudržná	jíl			5.4	
Soudržná	jíl			5.4	
Soudržná	jíl			6.3	
Soudržná	jíl			5.1	
Soudržná	jíl			5.6	
Soudržná	jíl			5.2	
Soudržná	jíl			5.7	
Soudržná	jíl			5.3	
Soudržná	jíl			4.5	
Soudržná	jíl			6.4	
Soudržná	jíl			6.0	
Soudržná	jíl			5.6	
Soudržná	jíl			5.7	
Soudržná	jíl			5.7	
Sypká	štěrk			77.2	
Sypká	štěrk			92.4	

INTERPRETACE LEHKÉ DYNAMICKÉ PENETRACE (SCALA)

podle ČSN EN 1997-2

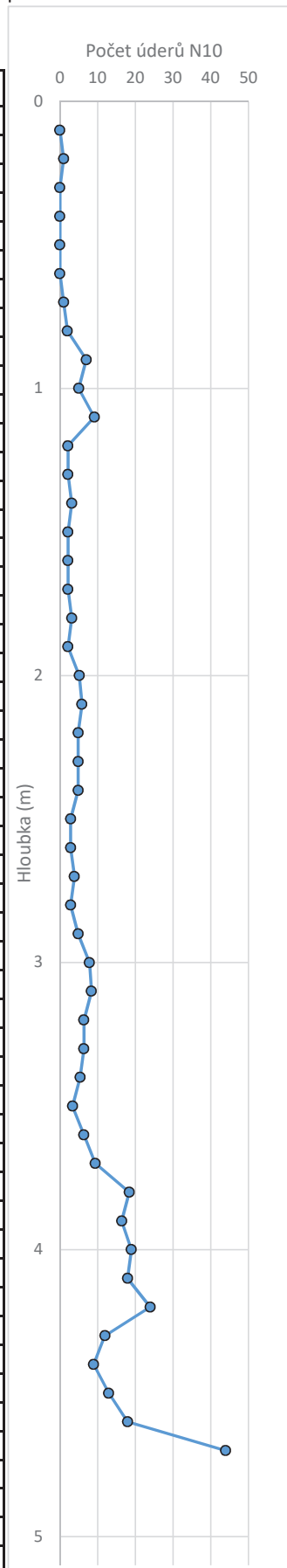
Akce: Letovice
Zakázka: 23.06.2017

γ
kN/m³
15

Sonda 7

Interpretoval: I. Poul

H (m)	N	N10L
0.1		0
0.2	1	1
0.3		0
0.4		0
0.5		0
0.6		0
0.7	1	1
0.8	2	2
0.9	7	7
1	5	5
1.1	11	9
1.2	4	2
1.3	4	2
1.4	5	3
1.5	4	2
1.6	4	2
1.7	4	2
1.8	5	3
1.9	4	2
2	7	5
2.1	8	6
2.2	7	5
2.3	7	5
2.4	7	5
2.5	5	3
2.6	5	3
2.7	6	4
2.8	5	3
2.9	7	5
3	10	8
3.1	10	8
3.2	8	6
3.3	8	6
3.4	7	5
3.5	5	3
3.6	8	6
3.7	11	9
3.8	20	18
3.9	18	16
4	21	19
4.1	20	18
4.2	26	24
4.3	14	12
4.4	11	9
4.5	15	13
4.6	20	18
4.7	46	44
4.8		0
4.9		0
5		0
5.1		0



Interpr.	Zemina	ID	IC	Eoed MPa	ϕ_{ef} °
Soudržná	jíl			2.0	
Soudržná	jíl			2.3	
Soudržná	jíl			2.1	
Soudržná	jíl			2.1	
Soudržná	jíl			2.2	
Soudržná	jíl			2.2	
Soudržná	jíl			2.5	
Soudržná	jíl			2.9	
Soudržná	písek			4.4	
Soudržná	písek			3.9	
Soudržná	písek			5.2	
Soudržná	jíl			3.1	
Soudržná	jíl			3.1	
Soudržná	jíl			3.5	
Soudržná	jíl			3.2	
Soudržná	jíl			3.2	
Soudržná	jíl			3.3	
Soudržná	jíl			3.7	
Soudržná	jíl			3.4	
Soudržná	jíl			4.4	
Soudržná	jíl			4.8	
Soudržná	jíl			4.4	
Soudržná	jíl			4.5	
Soudržná	jíl			4.5	
Soudržná	jíl			3.8	
Soudržná	jíl			3.9	
Soudržná	jíl			4.3	
Soudržná	jíl			4.0	
Soudržná	jíl			4.8	
Soudržná	jíl			6.0	
Soudržná	jíl			6.3	
Soudržná	jíl			5.5	
Soudržná	jíl			5.6	
Soudržná	jíl			5.2	
Soudržná	jíl			4.4	
Soudržná	jíl			5.7	
Soudržná	jíl			7.0	
Sypká	písek			72.4	
Sypká	písek			70.3	
Sypká	písek			74.0	
Sypká	písek			73.3	
Sypká	písek			80.4	
Soudržná	jíl			8.5	
Soudržná	jíl			7.2	
Soudržná	jíl			9.1	
Sypká	šterk			75.7	
Sypká	šterk			97.4	

INTERPRETACE LEHKÉ DYNAMICKÉ PENETRACE (SCALA)

podle ČSN EN 1997-2

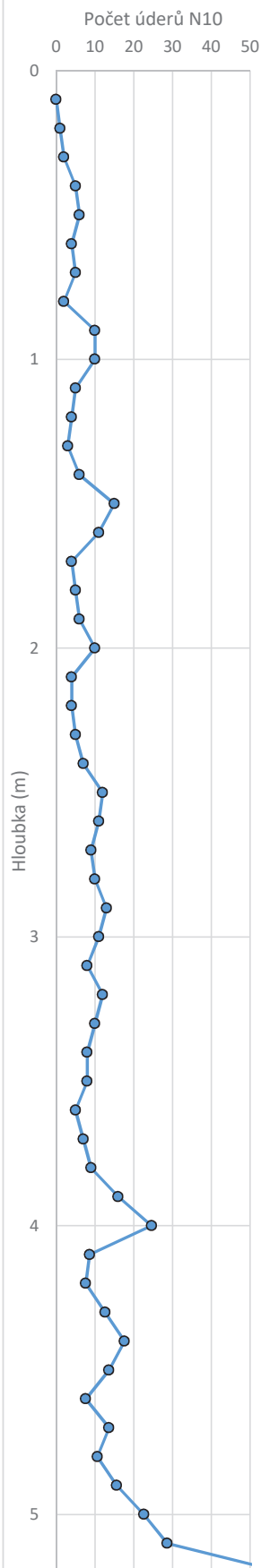
Akce: Letovice
Zakázka: 23.06.2017

γ
kN/m³
17

Sonda 8

Interpretoval: I. Poul

H (m)	N	N10L
0.1		0
0.2	1	1
0.3	2	2
0.4	5	5
0.5	6	6
0.6	4	4
0.7	5	5
0.8	2	2
0.9	10	10
1	10	10
1.1	5	5
1.2	4	4
1.3	3	3
1.4	6	6
1.5	15	15
1.6	11	11
1.7	4	4
1.8	5	5
1.9	6	6
2	10	10
2.1	4	4
2.2	4	4
2.3	5	5
2.4	7	7
2.5	12	12
2.6	11	11
2.7	9	9
2.8	10	10
2.9	13	13
3	11	11
3.1	8	8
3.2	12	12
3.3	10	10
3.4	8	8
3.5	8	8
3.6	5	5
3.7	7	7
3.8	9	9
3.9	16	16
4	31	25
4.1	15	9
4.2	14	8
4.3	19	13
4.4	24	18
4.5	20	14
4.6	14	8
4.7	20	14
4.8	17	11
4.9	22	16
5	29	23
5.1	35	29
5.2	65	59



Interpr.	Zemina	ID	IC	Eoed MPa	ϕ_{ef} °
Soudržná	jíl			2.6	
Soudržná	jíl			3.0	
Soudržná	jíl			3.3	
Soudržná	jíl			4.5	
Soudržná	jíl			4.9	
Soudržná	jíl			4.2	
Soudržná	jíl			4.6	
Soudržná	jíl			3.6	
Soudržná	písek			6.6	
Soudržná	písek			6.7	
Soudržná	jíl			4.8	
Soudržná	jíl			4.5	
Soudržná	jíl			4.2	
Soudržná	jíl			5.4	
Sypká	písek			65.7	
Soudržná	písek			7.5	
Soudržná	jíl			4.7	
Soudržná	jíl			5.2	
Soudržná	jíl			5.7	
Soudržná	písek			7.4	
Soudržná	jíl			4.9	
Soudržná	jíl			5.0	
Soudržná	jíl			5.4	
Soudržná	jíl			6.4	
Soudržná	písek			8.6	
Soudržná	jíl			8.3	
Soudržná	jíl			7.4	
Soudržná	jíl			8.0	
Soudržná	písek			9.4	
Soudržná	jíl			8.6	
Soudržná	jíl			7.2	
Soudržná	jíl			9.2	
Soudržná	jíl			8.3	
Soudržná	jíl			7.4	
Soudržná	jíl			7.5	
Soudržná	jíl			6.1	
Soudržná	jíl			7.1	
Soudržná	jíl			8.1	
Sypká	písek			79.6	
Sypká	písek			91.2	
Soudržná	jíl			8.1	
Soudržná	jíl			7.7	
Soudržná	jíl			10.3	
Sypká	písek			84.5	
Soudržná	písek			10.9	
Soudržná	jíl			7.9	
Soudržná	písek			11.1	
Soudržná	písek			9.5	
Sypká	písek			83.6	
Sypká	písek			94.2	
Sypká	štěrk			101.1	
Sypká	štěrk			121.4	

PROTOKOL O VÝSLEDČÍCH LABORATORNÍCH ZKOUŠEK č.: 65/17

Název zakázky: **Letovice**
Číslo zakázky: -
Objednatel: Projekce iGEO s.r.o., Matonohova 878/8a, 613 00 Brno
Odběr vzorků: objednatel
Datum odběru: -
Datum převzetí vzorků: 3.6.2017
Zkoušel: Koshan M., Bc. Petříková L.
Datum zpracování zakázky: 7.-10.7.2017
Celkový počet stran: 4

Identifikace zkušebních postupů prováděných v rozsahu akreditace:

Stanovení vlhkosti ČSN EN ISO 17892-1: 2015

Stanovení zrnitosti ČSN EN ISO 17892-4: 2017*

Stanovení konzistenčních mezí ČSN CEN ISO/TS 17892-12: 2005

Stanovení zdánlivé hustoty pevných částic ČSN EN ISO 17892-3: 2016

Stanovení objemové hmotnosti ČSN EN ISO 17892-2: 2015, metodou přímého měření

Výše uvedené zkušební postupy jsou prováděny v rozsahu akreditace udělené laboratoři GEODRILL s.r.o. Laboratoř mechaniky zemin a hornin pod číslem 1596.

Nejistota měření:

$\pm 6 \%$ vlhkost, $\pm 4 \%$ zdánlivá hustota, $\pm 2 \%$ zrnitost, $\pm 2 \%$ mez tekutosti, $\pm 5 \%$ mez plasticity, $\pm 2 \%$ objemová hmotnost zeminy, $\pm 6 \%$ objemová hmotnost sušiny.

Rozšířená nejistota odpovídá úrovni spolehlivosti 95% a je uvedena v relativním tvaru. Rozšířená nejistota je stanovena pro koeficient rozšíření $k = 2$ podle EA 4/02.

Protokol: 65/17

Související dokumenty:

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

Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací ČSN 73 6133

Klasifikace zemin pro dopravní stavby ČSN 72 1002 (1993)**

Klasifikace zemin pro silniční komunikace ČSN 72 1002 (1971)**

Poznámky:

Výpočtové parametry mimo rozsah akreditace:

- 1) Filtrační součinitel byl stanoven výpočtem dle Jákyho.
- 2) Určení upraveného Scheibleho kritéria namrzavosti bylo provedeno dle Klasifikace zemin pro dopravní stavby ČSN 72 1002 (1993)**.
- 3) Určení kapilární vztlakovosti bylo provedeno dle Klasifikace zemin pro silniční komunikace ČSN 72 1002 (1971)**.
- 4) Součástí protokolu jsou křivky zrnitosti zemin, získané z hodnot stanovených na základě postupu dle ČSN EN ISO 17892-4*, včetně klasifikace dle ČSN 73 6133 "Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací" a dle ČSN EN ISO 14688-2 "Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařizování zemin – Část 2: Zásady pro zařizování".
- 5) Pokud není uvedena hodnota zdánlivé hustoty pevných částic, byla do výpočtu použita odhadnutá hodnota: $2,7 \text{ Mg.m}^{-3}$ pro jemnozrnné zeminy / $2,65 \text{ Mg.m}^{-3}$ pro hrubozrnné zeminy.

* Norma byla aktualizována v rámci aktualizace normativních dokumentů.

** Normy byla ukončena platnost.

Datum vystavení protokolu: 10.7.2017

Protokol vystavil a schválil:

Mgr. Radka Drápalová
zástupce vedoucího laboratoře

Zkušební laboratoř prohlašuje, že protokol o zkoušce může být reprodukován jako celek, jinak jen s písemným souhlasem laboratoře. Výsledky zkoušek se týkají pouze zkoušených vzorků.

Název akce	Letovice					
Sonda		S5				
Hloubka		1,0				
Číslo vzorku		10748				
Klasifikace	ČSN 73 6133	F8 CH				
Klasifikace	ČSN EN ISO 14688-2	saCl				
Vlhkost	ČSN EN ISO 17892-1	w [%]	16,56			
Mez tekutosti	ČSN CEN ISO/TS 17892-12	w_L [%]	55,01			
Mez plasticity		w_P [%]	20,79			
Index plasticity		I_P [%]	34,22			
Stupeň konzistence		I_C [-]	1,12			
Filtrační součinitel dle Jákyho		k [m/s]	5,33E-09			
Podíl zrn > 0,5 mm		g [%]	2			
Zdánlivá hustota zeminy	ČSN EN ISO 17892-3	ρ_s [Mg/m ³]	---			
Objemová hmot. vlhké zeminy	ČSN EN ISO	ρ [Mg/m ³]	---			
Objemová hmot. suché zeminy	17892-2	ρ_d [Mg/m ³]	---			
Pórovitost		n [%]	---			
Stupeň nasycení		S_r [%]	---			
Vhodnost do násypu	ČSN 73 6133		N			
Vhodnost pro podloží vozovky			N			
Scheibleho kritérium namrzavosti	Odhad z křivky zrnitosti		1			
Kapilární vztlínavost	Posouzení	H_s [m]	3,63			
		H_{max} [m]	15,78			
Index koloidní aktivity		I_A [-]	0,88			
Číslo nestejnozrnatosti		C_u [-]	15,33			
Číslo křivosti		C_c [-]	0,07			
Vhodnost do homogenní hráze	ČSN 75 2410		MV			
Vhodnost do těsnící části hráze			MV			
Vhodnost do stabilizační části hráze			N			

Vhodnost zemin pro různé zóny hrází:

VV	velmi vhodná
Vh	vhodná
MV	málo vhodná
N	nevhodná

KŘIVKA ZRNITOSTI ZEMINY

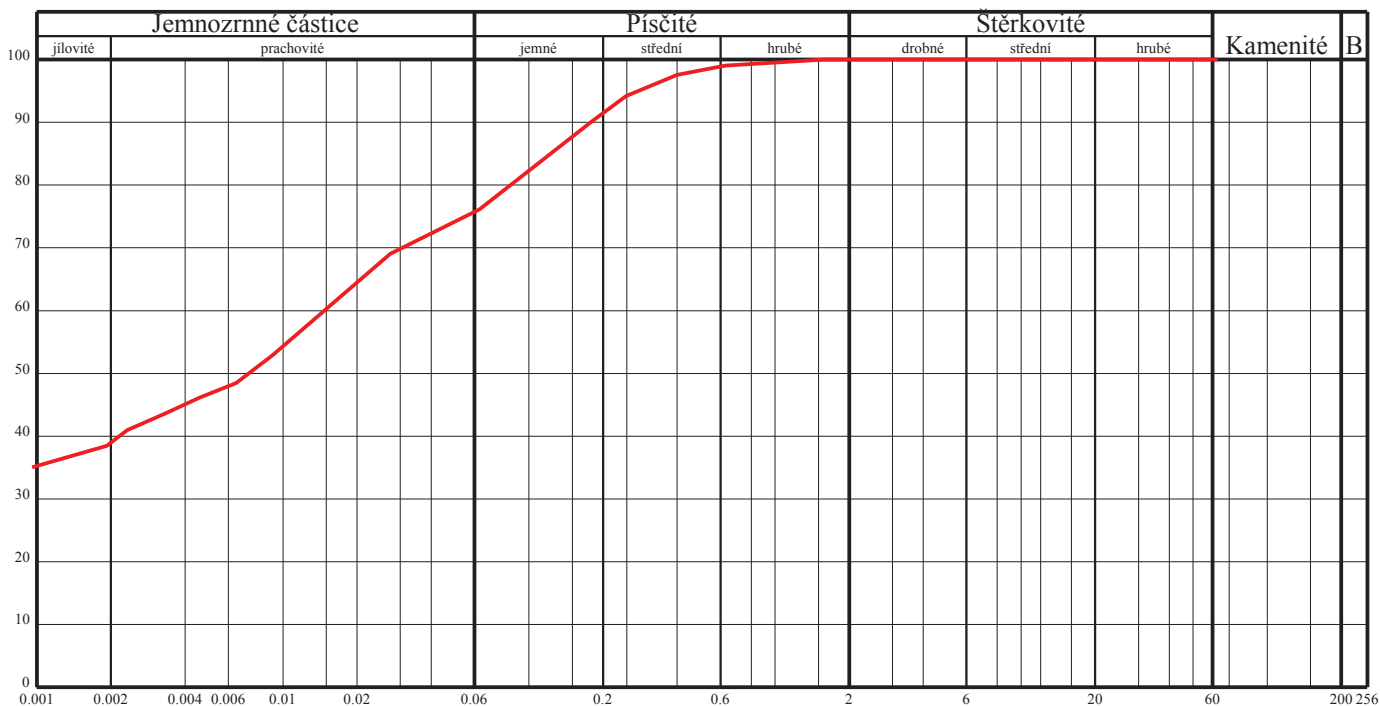
Název akce: Letovice

Lokalita: Letovice

Sonda: S5

Hloubka: 1,0

Vzorek: 10748



Klasifikace	ČSN 73 6133			F8 CH
Název zeminy				jíl s vysokou plasticitou
Klasifikace	ČSN EN ISO 14688-2			saCl
Název zeminy				písčitý jíl
Vlhkost	ČSN EN ISO 17892-1	w	[%]	16.56
Mez tekutosti	ČSN CEN ISO/TS 17892-12	w_L	[%]	55.01
Mez plasticity		w_P	[%]	20.79
Index plasticity		I_P	[%]	34.22
Stupeň konzistence		I_C	[-]	1.12
Podíl zrn > 0,5 mm		g	[%]	1.66
Filtrační součinitel dle Jákyho		k	[m/s]	$5.327 \cdot 10^{-9}$
Zdánlivá hustota zeminy	ČSN EN ISO 17892-3	ρ_s	[Mg.m ⁻³]	---
Obj. hmot. vlhké zeminy	ČSN EN ISO 17892-2	ρ	[Mg.m ⁻³]	---
Obj. hmot. suché zeminy		ρ_d	[Mg.m ⁻³]	---
Pórovitost		n	[%]	---
Stupeň nasycení		S_r	[%]	---
Vhodnost do násypu	ČSN 73 6133	N		Nevhodná
Vhodnost pro podloží vozovky		N		Nevhodná
Scheibleho kritérium namrzavosti	Odhad z křivky zrnitosti	skupina		1 Vysoce namrzavé
Kapilární vztlakovost	Posouzení	H_s	[m]	3.63
		H_{max}	[m]	15.78
Index koloidní aktivity		I_A	[-]	0.88
Číslo nestejnozrnatosti		C_u	[-]	15.33
Číslo křivosti		C_c	[-]	0.07

Protokol č.: 65/17

METODIKA LABORATORNÍCH ZKOUŠEK ZEMIN

VLHKOST w (%)

– poměr hmotnosti vody v zemině k hmotnosti vysušené zeminy. Je stanovena dle normy ČSN EN ISO 17892-1 „Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemin – Část 1: Stanovení vlhkosti“.

Zkušební vzorek se suší při teplotě 105 °C až 110 °C na ustálenou hmotnost.

Vlhkost se počítá dle vzorce: $w = \frac{m_w}{m_d} \times 100$

m_w hmotnost vody odstraněné vysoušením (g)

m_d hmotnost vysušeného zkušební vzorku (g)

ZRNITOST

– hmotnostní podíl jednotlivých zrnitostních frakcí přítomných v dané zemině. Je stanovena dle ČSN EN ISO 17892-4 „Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemin – Část 4: Stanovení zrnitosti“ * [1] kombinovanou metodou prosévání případně sedimentací (hustoměrnou zkouškou).

Vysušený zkušební vzorek se proseje na sadě sít až do minimální velikosti oka 0,063 mm. Zbytky na sítích po prosévání a materiál pod sítím 0,063 mm se zváží a vypočítá se kumulativní hmotnost zrn zachycených na každém sítě.

Pro hustoměrnou zkoušku se zkušební vzorek promyje přes síto o velikosti ok 0,063 mm a přelije do válce o objemu 1 litr. Do zkušební vzorku zeminy musí být přidáno 100 ml dispergačního roztoku. Vzniklá suspenze se promíchá a začíná se odečítat hustota v určených časových intervalech. Odečet probíhá v lázni s řízenou konstantní teplotou.

Granulometrické složení zeminy je graficky dokumentováno křivkou zrnitosti v semilogaritmickém grafu a zařazením dle ČSN EN ISO 14688-2 „Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařizování zemin – Část 2: Zásady pro zařizování“ a dle ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“, přílohy A.

KONZISTENČNÍ MEZE

– zahrnují stanovení meze tekutosti a plasticity v souladu s normou ČSN CEN ISO/TS 17892-12 „Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemin – Část 12: Stanovení konzistenčních mezí“

- **Mez tekutosti w_L (%)** – je vlhkost, při které zemina přechází ze stavu tekutého do stavu plastického. Stanovení probíhá kuželovou zkouškou ze zkušební vzorku získaného

Protokol č.: 65/17

z přirozené zeminy nebo ze zeminy, u které byl odstraněn materiál zachycený na síť 0,5 mm.

- **Mez plasticity w_p (%)** – je nejnižší vlhkost zeminy, při které je zemina plastická. Princip stanovení spočívá v dosažení a stanovení vlhkosti, kdy se válečky zeminy o průměru 3 mm rozpadají v podélném i příčném směru.
- **Index plasticity I_p** – ukazuje, jak intenzivní jsou vazby vody v zemině. Vyšší hodnota indexu zpravidla poukazuje na jílovitější charakter zeminy a nižší propustnost. Vypočítá se jako rozdíl meze tekutosti a meze plasticity $I_p = w_L - w_p$.
- **Stupeň konzistence I_C** – je číselnou charakteristikou konzistenčního stavu.

Stupeň konzistence je stanoven výpočtem podle následujícího vzorce $I_C = \frac{w_L - w}{I_p}$.

- **Stupeň konzistence redukovaný I_{CR}** – používá se pro výpočet čísla konzistence u zemin s příměsí pískových zrn větších než 0,5 mm nebo štěrkových zrn.

$$\text{Výpočet dle Herštuse [2]} \quad I_{CR} = \frac{w_L - w_{0,5}}{I_p} \quad w_{0,5} = \frac{100w - w_g \cdot g}{100 - g}$$

$w_{0,5}$ vlhkost zahrnující přepočet pro frakce nad 0,5 mm
 g zrna větší než 0,5 mm (odečet z křivky zrnitosti)
 w_g odhadovaná vlhkost frakce nad 0,5 mm (zpravidla 5–10 %)

Tabulka 1. – Rozlišení konzistence zemin

ČSN 73 6133		ČSN EN ISO 14 688-2	
Konzistence	Stupeň konzistence I_C	Konzistence hlín a jílu	Stupeň konzistence I_C
kašovitá	< 0,05	velmi měkká	< 0,25
měkká	0,05 až 0,50	měkká	0,25 až 0,50
tuhá	0,50 až 1,00	tuhá	0,50 až 0,75
pevná	> 1,00	pevná	0,75 až 1,00
tvrdá	-	velmi pevná	> 1,00

[1] * Norma byla aktualizována v rámci aktualizace normativních dokumentů.

[2] HERŠTUS, J. *Upřesnění postupu v zatřídování zemin podle 73 1001 – Základová půda pod plošnými základy*. Inženýrské stavby, ročník 28, Praha: 1980.