Geotechnická spoločnosť - GES, spol. s r.o.

Lamačská cesta 8, 811 04 Bratislava

tel./fax : 02-54 77 72 34 mobil : 0915 723 220

IG PRIESKUMNÉ PRÁCE V LOKALITE TRNAVA - PARKOVACÍ DOM PRE BICYKLE

Laboratórne geotechnické skúšky zemín

BRATISLAVA, AUGUST 2016

O B S A H

str.

1. Úvod 1

2. Popisné a klasifikačné skúšky zemín 1

3. Oedometrické skúšky stlačiteľnosti a presadavosti zemín 2

4. Stanovenie súčiniteľa filtrácie pieskov z krivky zrnitosti 3

5. Zhodnotenie výsledkov laboratórnych skúšok 4

5.1 Zatriedenie zemín 4

5.2 Fyzikálno-mechanické vlastnosti neporušených vzoriek zemín 4

5.3 Filtračné vlastnosti pieskov 6

Použitá literatúra, dokumentácia a normatívy

Prílohová časť :

Príloha 1 Krivky zrnitosti a výsledky klasifikačných skúšok zemín

Prílohy 2/1 a 2/2 Záznamy a vyhodnotenie skúšok stlačiteľnosti

1. Úvod

V predkladanej správe uvádzame výsledky laboratórnych geotechnických skúšok zemín, ktoré boli vykonané v rámci inžiniersko geologických prieskumných prác v lokalite "Trnava - parkovací dom pre bicykle". Vzorky boli dodané a laboratórne práce špecifikované spoločnosťou STAS – stavby a sanácie, s.r.o. Celkom boli do laboratória dodané 3 vzorky, z toho 1 porušená so zachovaním prirodzenej vlhkosti (ozn.PV) a 2 neporušené vzorky (ozn.NV).

Náplňou skúšobného programu bolo stanovenie :

- základných popisných a klasifikačných charakteristík zemín,
- oedometrickej stlačiteľnosti a presadavosti,
- priepustnosti nesúdržných zemín nepriamym spôsobom z kriviek zrnitosti.

Počet a druh vykonaných skúšok :

- 3 x vlhkosť,
- 1 x zrnitostné rozbory nesúdržných zemín,
- 2 x komplexné rozbory súdržných a zmesových zemín (zrnitosť, konzistenčné medze),
- 2 x zdanlivá hustota pevných častíc a zŕn (merná hmotnosť),
- 2 x skúška stlačiteľnosti a presadavosti v oedometrickom prístroji.

Laboratórne skúšky a merania boli vykonané v plnom rozsahu v našom laboratóriu podľa metodík príslušných STN, STN EN a literatúry uvedenej v prílohe.

2. Popisné a klasifikačné skúšky zemín

❑ Zrnitostné zloženie sme zisťovali hustomernou skúškou kombinovanou s premývaním a preosievaním. Obsah frakcií nad 0,125mm bol zistený preosievaním na sitách, zrnitostné zloženie frakcie pod 0,125mm bolo stanovené nepriamou hustomernou metódou. Krivky zrnitosti sú vykreslené v prílohe 1, kde sú zeminy aj pomenované podľa STN 72 1001 : 2010.

❑ Vlhkosť v prirodzenom uložení (w_{nc}) bola stanovená sušením pri teplote 105°C až do ustálenia hmotnosti podľa STN 72 1012 : 1981.

Okrem celkovej vlhkosti (w_{nc}) bola výpočtom stanovená aj korigovaná vlhkosť zŕn priemeru 0÷0,5mm, ktorú označujeme (w_{nj}) a ktorá bola použitá pre výpočet indexu konzistencie (I_C), nakoľko konzistenčné medze sa určujú na frakcii zŕn 0÷0,5mm. Taktiež podľa STN 72 1001 : 2010 diagram plasticity (normový obr.2) platí pre častice a zrná s veľkosťou d < 0,5mm. Pre prirodzenú vlhkosť w_{nc} dostaneme prepočtom pri obsahu zŕn nad 0,5mm ($P_{d>0,5mm}$) korigovanú vlhkosť jemnej frakcie w_{nj} nasledovne :

$$w_{nj} = 100 \cdot w_{nc}/(100 - P_{d>0,5mm}), \qquad (1)$$

kde $P_{d>0,5mm}$ je obsah zŕn nad 0,5mm stanovený podľa kriviek zrnitosti v prílohe. K uvedenému prepočtu poznamenávame, že korekcia vlhkosti je správna pre obsah zŕn $P_{d>0,5mm}$ < 30%. Pri vyššom obsahu piesčitej frakcie slúži len na orientačné stanovenie vlhkosti w_{nj} a indexu konzistencie I_C.

❑ Konzistenčné medze boli zisťované štandardnými postupmi na frakcii zeminy vytriedenej na site s priemerom ôk 0,5mm. Stanovené boli :

- medza plasticity ..... w_P (%),
- medza tekutosti ..... w_L (%),
- index plasticity ..... $I_P = w_L - w_P$ (%),
- index konzistencie ..... $I_C = (w_L - w_{nj})/I_P$ (-).

Medzu tekutosti sme stanovili podľa Britskej metódy BS1377: Pt2;1990 kužeľovou skúškou, pričom parametre kužeľa sú 30°/80g. Skúška je zhodná so štvorbodovou metódou podľa STN 72 1014 : 1968. Medza plasticity sa zisťovala metódou podľa STN 72 1013 : 1968.

- Fyzikálny stav neporušených vzoriek je v prílohách popísaný nasledujúcimi charakteristikami :

- objemovou hmotnosťou prirodzene vlhkej vzorky stanovenou podľa STN 72 1010 : 1982 metódou "A", podľa ktorej objemová hmotnosť je daná vzťahom :

$$\rho_n = m / V, \qquad (kg \cdot m^{-3}) \qquad (2)$$

kde m je hmotnosť vzorky (kg),
V - objem vzorky (m^3).

- hmotnostnou vlhkosťou w_n (%) stanovenou podľa STN 72 1012 : 1981,
- objemovou hmotnosťou sušiny ..... $\rho_d = \rho_n/(1 + w_n/100)$, $(kg \cdot m^{-3})$ (3)
- pórovitosťou ..... $n = 100 \cdot (1 - \rho_d/\rho_s)$, (%) (4)
- číslom pórovitosti ..... $e = (\rho_s/\rho_d - 1)$, (-) (5)
- stupňom nasýtenia pórov vodou ..... $S_r = w_n \cdot \rho_s \cdot (1-n)/n \cdot \rho_w$. (%) (6)
- objemovou tiažou zeminy pri prirodzenej vlhkosti γ_n $(kN \cdot m^{-3})$, t.j. pri zistenom stupni nasýtenia pórov vodou S_r, vyčíslenou z objemových hmotností podľa vzťahu : $\gamma_n = \rho_n \cdot g = \rho_n \cdot 9{,}81 \cdot 10^{-3}\ kN \cdot m^{-3}$,
- zdanlivou hustotou pevných častíc a zŕn (mernou hmotnosťou) zistenou pyknometrickou metódou podľa STN 72 1011 : 1981.

3. Oedometrické skúšky stlačiteľnosti a presadavosti zemín

Stlačiteľnosť bola meraná podľa STN 72 1027 : 1984 v oedometrických prístrojoch na skúšobných vzorkách priemeru d = 100 mm a počiatočnej výšky h_o = 30 mm, ktoré boli vyrezané v laboratóriu z neporušených vzoriek.

V zmysle čl.20 až 23 vyššie citovanej normy boli vzorky rekonsolidované geostatickým napätím pôsobiacim v mieste odberu vzorky, ktoré sme stanovili podľa vzťahu :

$$\sigma_{or} = \gamma_n \cdot h, \quad (MPa) \qquad (7)$$

kde γ_n je objemová tiaž zeminy v mieste odberu vzorky ($\gamma_n = \rho_n \cdot g = \rho_n \cdot 9{,}81 \cdot 10^{-6} MN \cdot m^{-3}$),
h - hĺbka v mieste odberu vzorky (m).

Rekonsolidačné napätie dosahovalo v závislosti od hĺbky odberu neporušených vzoriek hodnoty σ_{or} = 0,050 a 0,100MPa.

Po rekonsolidácii sa ďalej použila skúšobná metóda stupňovitého nanášania zaťaženia, pričom napätia jednotlivých zaťažovacích stupňov i = 3÷5 boli zvyšované po prírastkoch $\Delta\sigma_i$ = 3 x 0,100MPa. Doba trvania každého zaťažovacieho stupňa bola 24 hodín. Z nameraných ustálených hodnôt stlačení vzoriek na konci zaťažovacích stupňov ($s_{c,i}$) boli vyhodnotené pomerné deformácie – stlačenia :

$$\varepsilon_{c,i} = 100 \cdot s_{c,i}/h_{or}, \quad (\%) \qquad (8)$$

kde $h_{or} = h_o - s_{or}$ je výška vzorky po rekonsolidácii (mm),
h_o - počiatočná výška vzorky (mm),
s_{or} - rekonsolidačné stlačenie (mm).

Z vyčíslených prírastkov napätí $\Delta\sigma_i = \sigma_i - \sigma_{i-1}$ a pomerných deformácií vzoriek $\Delta\varepsilon_{c,i} = \varepsilon_{c,i} - \varepsilon_{c,i-1}$ boli vyhodnotené prírastkové hodnoty oedometrických modulov stlačiteľnosti v intervaloch napätí $\sigma_{i-1} \div \sigma_i$ podľa vzťahu :

$$E_{oed} = 100 \cdot \Delta\sigma_i/\Delta\varepsilon_{c,i}. \quad (MPa) \qquad (9)$$

Okrem jednotlivých zaťažovacích stupňov i = 2÷5 sú v prílohách vyhodnotené aj oedometrické moduly stlačiteľnosti v intervale geostatického napätia σ_{or} až maximálneho napätia $\sigma_{i=5} = \sigma_{max}$.

V tab.3 bol oedometrický modul prepočítaný na deformačný modul podľa vzťahu :

$$E_{def} = \beta \cdot E_{oed}, \quad \text{(MPa)} \qquad (10)$$

pričom súčiniteľ β je pre zeminy príslušných tried udaný v tab.11 a 12 STN 73 1001 : 1988.

Na stanovenie presadavosti bola použitá metóda "jednej krivky", kedy sa súčiniteľ pomernej presadavosti I_{mp} vyčísli z dodatočnej deformácie (stlačenia) vzorky po jej nasýtení vodou na konci skúšky (zaťažovací stupeň 5*) pri napätí $\sigma_{i=5}$ = 0,350 a 0,400MPa podľa vzťahu :

$$I_{mp} = 100 \cdot \Delta s_p/(h_0 - s_{c,i}), \quad (\%) \qquad (11)$$

kde Δs_p je dodatočné stlačenie vzorky po nasýtení vodou pri zaťažení $\sigma_{i=5}$,
$s_{c,i}$ - stlačenie vzorky pri tlaku $\sigma_{i=5}$ pred podliatím (mm).

Celkom boli vykonané oedometrické skúšky E1 a E2 na 2 neporušených vzorkách. Výsledky skúšok spolu s fyzikálnymi vlastnosťami vzoriek sú uvedené v prílohách 2/1 a 2/2 kde sú vykreslené aj čiary stlačiteľnosti $\varepsilon_c = f(\sigma)$ v semilogaritmických súradniciach.

4. Stanovenie súčiniteľa filtrácie pieskov z krivky zrnitosti

Na vyčíslenie súčiniteľov filtrácie pieskov z krivky zrnitosti sme použili Beyer-Schweigerov vzťah, ktorý má tvar (Mucha, I. & Šestakov, V., 1987) :

$$k_f = 7{,}5 \cdot 10^6 \cdot C \cdot d_{10}^2, \quad (m \cdot s^{-1}) \qquad (12)$$

kde $C = a \cdot (d_{60}/d_{10})^b$. Hodnoty charakteristických priemerov zŕn d_{10} a d_{60} sa dosadzujú v metroch, pričom súčinitele “a“ a “b“ vyjadrujú vplyv uľahnutosti zeminy podľa tabuľky 1.

Tab.1 Súčinitele “a“, “b“ vyjadrujúce vplyv hutnosti na súčiniteľ filtrácie

Súčiniteľ	a	b
Kyprý stav (K)	0,015	-0,150
Stredne uľahnutý (SU)	0,012	-0,204
Uľahnutý (U)	0,010	-0,230

Výsledky výpočtov podľa Beyer-Schweigerovho vzťahu sú uvedené v tabuľke 2, kde sú súčinitele filtrácie vyčíslené pre kyprý (K), stredne uľahnutý (SU) a uľahnutý (U) stav pieskov.

Tab.2 Súčinitele filtrácie vyhodnotené podľa Beyer-Schweigerovho vzorca

Označenie vrtu a hĺbky odberu vzorky	Druh zeminy		Súčinitele filtrácie stanovené podľa Beyer-Schweigerovho vzorca z krivky zrnitosti pre stav kyprý (K) stredne uľahnutý (SU) a uľahnutý (U)							
	Trieda	Symbol	d_{10}	d_{30}	d_{60}	C_c	C_u	k_f (K)	k_f (SU)	k_f (U)
			(mm)	(mm)	(mm)	(-)	(-)	$(m \cdot s^{-1})$	$(m \cdot s^{-1})$	$(m \cdot s^{-1})$
B-1, hl.9,0-9,4m	S3	S-F	0,16	0,66	2,10	1,30	13,1	1,96E-03	**1,36E-03**	1,06E-03

5. Zhodnotenie výsledkov laboratórnych skúšok

5.1 Zatriedenie zemín

Z vykonaných zrnitostných rozborov a klasifikačných skúšok zemín odobratých v rámci IG prieskumných prác v lokalite " Trnava - parkovací dom pre bicykle" vyplýva, že z celkového počtu analyzovaných vzoriek n = 3 boli jednotlivé geotechnické typy zemín zastúpené nasledovne :

- Íly s nízkou plasticitou (CL) triedy F6 ..... n = 2 vzorky.
- Piesky s prímesou jemnej zeminy (S-F) triedy S3 ..... n = 1 vzorka.

5.2 Fyzikálno-mechanické vlastnosti neporušených vzoriek zemín

Na základe zistených intervalových a priemerných hodnôt popisných a fyzikálno-mechanických vlastností, ktoré sú uvedené v nasledujúcej tabuľkách 3 a 5, hodnotíme skúšané zeminy nasledovne :

- Neporušené vzorky súdržných zemín triedy F6/CL klasifikujeme z hľadiska litologického ako sprašové sedimenty.

Tab.3 Prehľad fyzikálno-mechanických vlastností zemín triedy F6/CL

Geotechnický typ zeminy	Íly nízkej plasticity F6/CL			
Vlastnosť	n	min	max	ϕ
Obsah ílovitej frakcie c (%)	2	19,5	20,8	**20,2**
Obsah prachovitej frakcie si (%)	2	69,9	70,0	**70,0**
Vlhkosť w_{nc} (%)	2	14,08	18,56	**16,32**
Objemová hmotnosť ρ_n (kg·m^{-3})	2	1923	2013	**1968**
Objemová tiaž γ_n (kN·m^{-3})	2	18,86	19,75	**19,3**
Objemová hmotnosť ρ_d (kg·m^{-3})	2	1686	1698	**1692**
Pórovitosť n (%)	2	37,6	38,1	**37,9**
Číslo pórovitosti e (-)	2	0,603	0,615	**0,609**
Stupeň nasýtenia S_r (%)	2	62,3	83,8	**73,1**
Vlhkosť na medzi tekutosti w_L (%)	2	32,8	33,0	**32,9**
Index plasticity I_P (%)	2	14,8	16,7	**15,8**
Index konzistencie I_C (-)	2	0,86	1,26	**1,06**
Oedometrický modul E_{oed} (MPa)	2	8,45	15,52	**11,99**
Modul deformácie E_{def} (MPa)	2	3,97	7,29	**5,63**
Súčiniteľ pomernej presadavosti I_{mp} (%)	2	0,05	0,16	**0,11**

- Podľa ŠAJGALÍKA, J. & MODLIDBU, I., 1983 sprašové sedimenty možno rozdeliť do dvoch skupín : spraše (eolické) a sprašoidné (polygenetické) sedimenty. Spraše sú prevažne žlté eolické prachové kremité sedimenty s prevládajúcim zrnitostným zložením od 0,005 do 0,063mm, makropórovité, viac alebo menej vápnité. Medzi sprašoidné zeminy patria sedimenty, ktoré boli vytvorené činnosťou vetra, ale neboli "zosprašované", alebo boli zosprašované, prípadne resedimentované, a to najčastejšie preplavené. Majú väčšie zastúpenie ílovitých minerálov, menší obsah uhličitanov, menšiu pórovitosť, pričom makropórovitosť sa vyskytuje zriedka.

▪ Schopnosť spraší presadať a veľkosť presadnutia závisia od ich počiatočného fyzikálneho stavu : vlhkosti (w_n), pórovitosti (n) a hlavne stupňa nasýtenia pórov vodou (S_r). Presadavosť je možné očakávať len pri čiastočnom nasýtení pórov vodou. Klesajúci stupeň nasýtenia a rastúca pórovitosť zvyšujú potenciál presadnutia spraší. Dôležitý vplyv na mieru presadnutia spraší má aj veľkosť zaťaženia. Ako uvádzajú RYBÁROVÁ, P. & ŠAJGALÍK, J., 1982 "veľká pórovitosť je predpokladom pre vznik preliačivých deformácií, ale podstatným faktorom je stupeň nasýtenia zeminy". Vysoká pórovitosť je teda podmienka nutná. Dostačujúcou podmienkou presadnutia je porušenie štruktúrnych väzieb medzi pevnými časticami, ktoré je spôsobené nasýtením zemín vodou a zaťažením.

▪ Podľa STN 72 1001 : 2010, čl.6.7.2 k presadaniu môže dochádzať u jemnozrnných zemín, ktoré spĺňajú nasledujúce nepriame kritériá :

- obsah prachovitej zložky je väčší ako 60%,
- obsah ílovitej zložky je menší ako 15%,
- stupeň nasýtenia S_r < 70%,
- medza tekutosti w_L < 35%,
- pórovitosť n > 40%,
- vlhkosť w < 15%.

▪ MASLOV, N.N. & KOTOV, M.F., 1971 rozlišujú na základe pórovitosti päť stupňov presadavostí spraší (tabuľka 4).

Tab.4 Hodnotenie stupňa presadavosti spraší podľa pórovitosti

Stupeň presadavosti spraší	Pórovitosť n (%)
Nepresadavé	< 40
Slabo presadavé	40 - 45
Presadavé	45 - 50
Silne presadavé	50 - 55
Veľmi silne presadavé	> 55

▪ Podľa kritérií uvedených v tabuľke 4 vyhodnocujeme spraše zo skúmanej lokality na základe zisteného rozsahu pórovitosti n = 37,6 - 38,1, $\overline{n}$ = 37,9% < 40% ako "nepresadavé". Z vykonaných skúšok vyplýva, že zeminy v prirodzenom uložení majú rozpätie vlhkosti w = 14,08 až 18,56, $\overline{w}$ = 16,32%, mierne pod a aj nad hranicou kritéria w < 15% a rovnako aj stupeň nasýtenia pórov vodou S_r = 62,3 až 83,8, $\overline{S}_r$ = 73,1%, je pod a tiež aj nad kritériom S_r < 70%. Obsah ílovitej hmoty c = 19,5 až 20,8%, $\overline{c}$ = 20,2% ja vyšší ako 15%. Na základe nepriamych normových kritérií podľa čl.6.7.2 STN 72 1001 : 2010 vyhodnocujeme spraše ako "nepresadavé".

▪ Podľa STN 72 1001 : 2010, čl. 6.7.2 sa za presadavé považujú zeminy, u ktorých je súčiniteľ I_{mp} > 1,0% pri konsolidačnom tlaku σ_k, ktorému zodpovedá súčet tiaže nadložia a priemerného priťaženia od stavby. Hodnoty súčiniteľa pomernej presadavosti namerané oedometrickými skúškami sú z intervalu : I_{mp} = 0,05 až 0,16% a v zmysle uvedeného kritéria vyhodnocujeme spraše ako "nepresadavé", keďže namerané súčinitele pomernej presadavosti sú << 1,0%.

▪ Oedometrické moduly stlačiteľnosti E_{oed} a deformačné moduly E_{def}, ktoré boli vyhodnotené v celom skúšobnom obore napätí, t.j. od geostatického napätia pôsobiaceho v mieste odberu vzoriek σ_{or} až po maximálne skúšobné napätie σ_{max}, sú prehľadne uvedené v tabuľke 5.

Hodnoty oedometrických a deformačných modulov stlačiteľnosti spraší v závislosti od hĺbky odberu a konzistencie sú :

- *h = 2,8-3,0m, I_c = 1,26* ..... ***E_{oed} = 15,5MPa, E_{def} = 7,3MPa,***
- *h = 5,3-5,5m, I_c = 0,86* ..... ***E_{oed} = 8,5MPa, E_{def} = 4,0MPa.***

Tab.5 Prehľad fyzikálnych vlastností vzoriek a výsledkov skúšok stlačiteľnosti a presadavosti

Vrt a hĺbka odberu vzorky	B-1; hl.2,8-3,0m	B-1; hl.5,3-5,5m
Geotechnický typ zeminy	F6/CL	F6/CL
Obsah ílovitej frakcie cl (%)	**20,8**	**19,5**
Obsah prachovitej frakcie si (%)	70,0	69,9
Vlhkosť w_n (%)	14,08	18,56
Pórovitosť n (%)	**38,1**	**37,6**
Stupeň nasýtenia S_r (%)	***62,3***	***83,8***
Vlhkosť na medzi tekutosti w_L (%)	32,8	33,0
Index plasticity I_P (%)	14,8	16,7
Index konzistencie I_C (-)	***1,26***	***0,86***
Súčiniteľ pomernej presadavosti I_{mp} (%)	*0,16 nepresadavé*	*0,05 nepresadavé*
Oedometrický modul E_{oed} (MPa)	***15,52***	***8,45***
Deformačný modul E_{def} (MPa)	***7,29***	***3,97***

5.3 Filtračné vlastnosti pieskov

Filtračný súčiniteľ vyhodnotený z krivky zrnitosti podľa Beyer-Schweigerovho vzťahu (tabuľka 2) dosahuje pre stredne uľahnutý stav (SU) nasledujúcu hodnotu :

- Piesky s prím. jemnej zeminy S3/S-F ..... **$k_f = 1,36.10^{-3}$ m·s^{-1}.**

V tabuľkách 6 a 7 uvádzame kritériá na slovné hodnotenie priepustnosti a drenážnej schopnosti zemín na základe súčiniteľa filtrácie podľa HEAD, K. H., 1982.

Tab.6 Hodnotenie priepustnosti zemín podľa súčiniteľa filtrácie

Hodnotenie priepustnosti zemín	Súčiniteľ filtrácie k_f (m·s^{-1})
prakticky nepriepustné	< $1·10^{-9}$
veľmi nízko priepustné	$1·10^{-9}$ - $1·10^{-7}$
nízko priepustné	$1·10^{-7}$ - $1·10^{-5}$
stredne priepustné	$1·10^{-5}$ - $1·10^{-3}$
vysoko priepustné	$1·10^{-3}$ >

Tab.7 Hodnotenie drenážnej schopnosti podľa súčiniteľa filtrácie

Hodnotenie drenážnej schopnosti zemín	Súčiniteľ filtrácie k_f ($m \cdot s^{-1}$)
žiadna	$< 1 \cdot 10^{-8}$
zlá	$1 \cdot 10^{-8}$ - $1 \cdot 10^{-6}$
dobrá	$1 \cdot 10^{-6} >$

Podľa vyššie uvedených kritérií hodnotíme piesky triedy S3/S-F ako “vysoko priepustné“ s “dobrou“ drenážnou schopnosťou.

V Bratislave 08.08.2016.

GEOTECHNICKÁ SPOLOČNOSŤ - GES
spol. s r.o.
Lamačská cesta 8, 811 04 Bratislava

Vypracoval : Ing. P. Dovičin

Použitá literatúra, dokumentácia a normatívy

Head, K.H. 1982 : Soil laboratory Testing - Volume 2. Permeability, Shear strength and Compressibility tests. Pentech Press, London

Hyánková, A., 1985 : Laboratórny výskum vlastností hornín. Skriptá UK

Maslov, N.N. & Kotov, M.F., 1971 : Inžinernaja geologia. Moskva Izd. Lit. Po stroitelstvu

Mucha, I. & Šestakov, V.,1987 : Hydraulika podzemných vôd. ALFA/SNTL - Bratislava

Rybárová, P. & Šajgalík, J., 1982 : Preliačivosť spraší - jej prognóza a laboratórne určenie. Inžinierske stavby č.10

Šajgalík, J. & Modlitba, I., 1983 : Spraše Podunajskej nížiny a ich vlastnosti. Veda - SAV, Bratislava

STN 72 1001 : 2010 Klasifikácia zemín a skalných hornín

STN 72 1010 : 1982 Stanovenie objemovej hmotnosti zemín. Laboratórne a poľné metódy

STN 72 1011 : 1981 Stanovenie zdanlivej hustoty pevných častíc zemín

STN 72 1012 : 1981 Laboratórne stanovenie vlhkosti zemín

STN 72 1013 : 1968 Laboratórne stanovenie medze plasticity zemín

STN 72 1014 : 1968 Laboratórne stanovenie medze tekutosti zemín

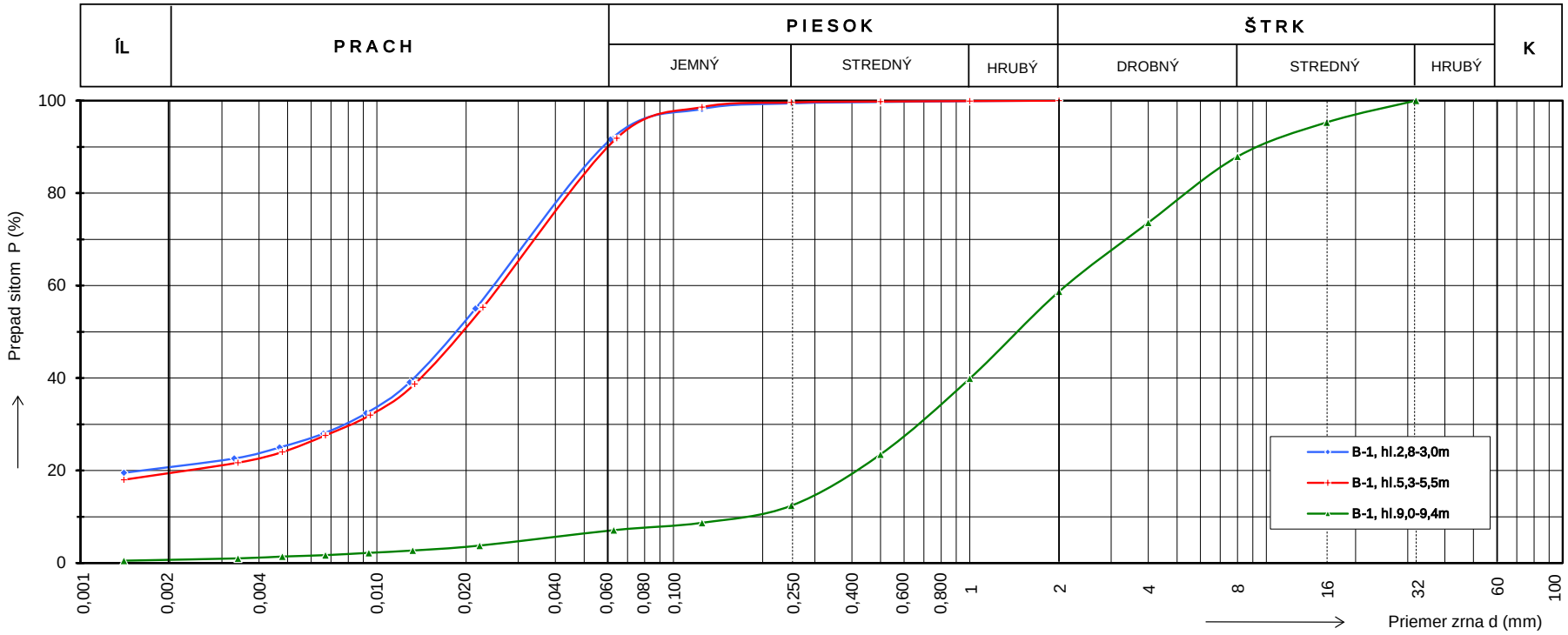
STN 72 1027 : 1984 Laboratórne stanovenie stlačiteľnosti zemín v oedometri

STN 73 1001 : 1988 Základová pôda pod plošnými základmi

EC7 - STN EN 1997-1: 2005 – Navrhovanie geotechnických konštrukcií Časť 1 : Všeobecné pravidlá

EC7 - STN EN 1997-2: 2008 – Navrhovanie geotechnických konštrukcií Časť 2 : Prieskum a skúšanie horninového prostredia

Automatizácia skúšok pre geotechniku, Software EMCon, s.r.o., 1995



Označenie vzorky a miesta odberu		Obsah frakcií zŕn					Kvalitatívne znaky zemín						Klasifikácia zemín podľa STN 72 1001		
Ozn. vzorky	Vrt a hĺbka odberu vzorky	Íl (%)	Prach (%)	Íl+prach (%)	Piesok (%)	Štrk (%)	$P_{d>0,5mm}$ (%)	w_{nc} (%)	w_{nj} (%)	w_L (%)	I_P (%)	I_C (-)	Trieda	Symbol	Názov
NV1	B-1, hl.2,8-3,0m	20,8	70,0	90,8	9,2	0,0	0,30	14,08	14,12	32,8	14,8	1,26	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
NV2	B-1, hl.5,3-5,5m	19,5	69,9	89,4	10,6	0,0	0,20	18,56	18,60	33,0	16,7	0,86	F6	CL	Íl s nízkou plasticitou
PV1	B-1, hl.9,0-9,4m	0,7	6,2	6,9	51,8	41,3	76,50	11,85	-	-	-	-	S3	S-F	Piesok s prím. jemn. zeminy

Príloha 1 Krivky zrnitosti a výsledky klasifikačných skúšok zemín odobratých z vrtu B-1 v lokalite Trnava - parkovací dom pre bicykle

Záznam a vyhodnotenie skúšky stlačiteľnosti a presadavosti — Príloha 2/1

Lokalita : Trnava - parkovací dom pre bicykle	Označenie skúšky : E1
Vrt a hĺbka odberu : B-1; hl.2,8-3,0m	Neporušená vzorka : NV1

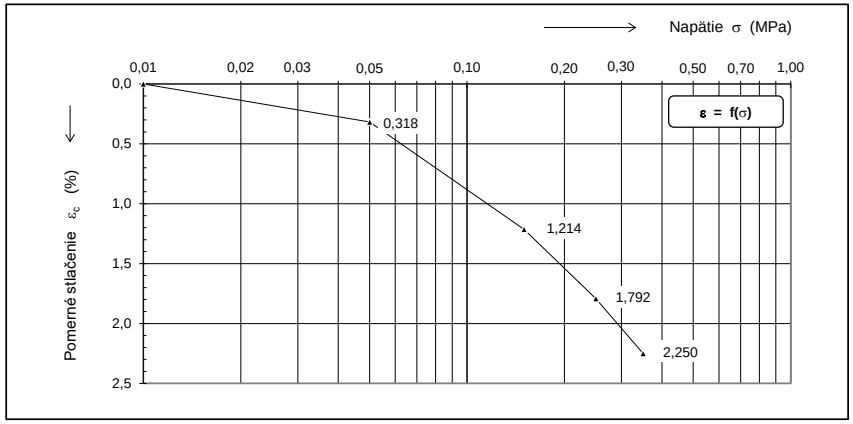
Počiatočné rozmery a fyzikálne parametre skúšobnej vzorky								
d	h_0	w_n	ρ_n	ρ_d	ρ_s	n	e	S_r
(mm)	(mm)	(%)	($kg \cdot m^{-3}$)	($kg \cdot m^{-3}$)	($kg \cdot m^{-3}$)	(%)	(-)	(%)
100,00	30,00	14,08	1923	1686	2722	38,1	0,615	62,34

Rekons. napätie σ_{or} (MPa) :	0,050	Výška vzorky po rekons. h_{or} (mm) :	29,905
Rekons. stlačenie s_{or} (mm) :	0,095	Pomerné rekons. stlač. ε_{or} (%) :	0,318

Zaťažovací stupeň	Napätie - interval napätí, rozdiel napätí			Stlačenie, pomerné stlačenie, rozdiel pomerného stlačenia			Oedometrický modul stlačiteľnosti
i	σ_i	$\sigma_{i-1} \div \sigma_i$	$\Delta\sigma_i$	$s_{c,i}$	$\varepsilon_{c,i}$	$\Delta\varepsilon_{c,i}$	E_{oed}
(-)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(mm)	(%)	(%)	(MPa)
1	0,010	-	-	0,000	0,000	-	-
2	0,050	0,010÷0,050	0,040	0,095	0,318	0,318	-
3	0,150	0,050÷0,150	0,100	0,363	1,214	0,896	11,16
4	0,250	0,150÷0,250	0,100	0,536	1,792	0,578	17,29
5	0,350	0,250÷0,350	0,100	0,673	2,250	0,458	21,83
Presadnutie vzorky po nasýtení vodou pri napätí σ = 0,350MPa							
5*	0,350	-	-	0,720	2,408	-	-

Oedometrický modul stlačiteľnosti E_{oed} v intervale napätí σ = 0,050÷0,350MPa	**15,52**

Súčiniteľ pomernej presadavosti I_{mp} (%) pre napätie σ = 0,350MPa	**0,16**



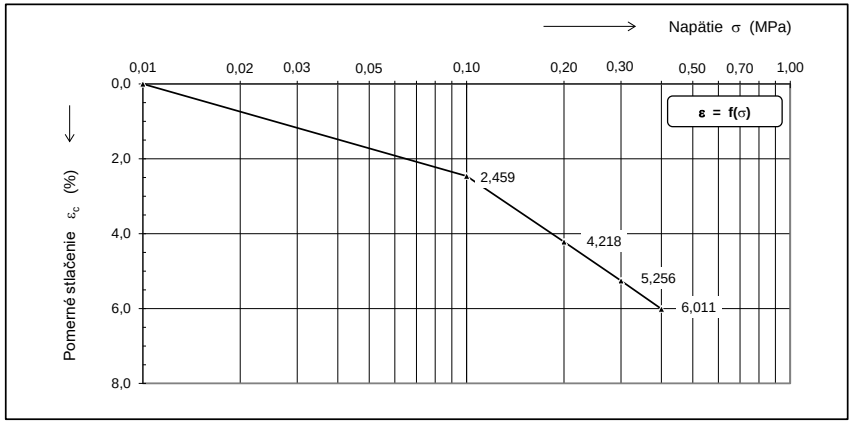
Záznam a vyhodnotenie skúšky stlačiteľnosti a presadavosti — Príloha 2/2

Lokalita : Trnava - parkovací dom pre bicykle	Označenie skúšky : E2
Vrt a hĺbka odberu : B-1; hl.5,3-5,5m	Neporušená vzorka : NV2

Počiatočné rozmery a fyzikálne parametre skúšobnej vzorky								
d	h_0	w_n	ρ_n	ρ_d	ρ_s	n	e	S_r
(mm)	(mm)	(%)	($kg \cdot m^{-3}$)	($kg \cdot m^{-3}$)	($kg \cdot m^{-3}$)	(%)	(-)	(%)
100,00	30,00	18,56	2013	1698	2721	37,6	0,603	83,81

Rekons. napätie σ_{or} (MPa) :	0,100	Výška vzorky po rekons. h_{or} (mm) :	29,280
Rekons. stlačenie s_{or} (mm) :	0,720	Pomerné rekons. stlač. ε_{or} (%) :	2,459

Zaťažovací stupeň	Napätie - interval napätí, rozdiel napätí			Stlačenie, pomerné stlačenie, rozdiel pomerného stlačenia			Oedometrický modul stlačiteľnosti
i	σ_i	$\sigma_{i-1} \div \sigma_i$	$\Delta\sigma_i$	$s_{c,i}$	$\varepsilon_{c,i}$	$\Delta\varepsilon_{c,i}$	E_{oed}
(-)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(mm)	(%)	(%)	(MPa)
1	0,010	-	-	0,000	0,000	-	-
2	0,100	0,010÷0,100	0,090	0,720	2,459	2,459	-
3	0,200	0,100÷0,200	0,100	1,235	4,218	1,759	5,69
4	0,300	0,200÷0,300	0,100	1,539	5,256	1,038	9,63
5	0,400	0,300÷0,400	0,100	1,760	6,011	0,755	13,25
Presadnutie vzorky po nasýtení vodou pri napätí σ = 0,400MPa							
5*	0,400	-	-	1,775	6,062	-	-

Oedometrický modul stlačiteľnosti E_{oed} v intervale napätí σ = 0,100÷0,400MPa	**8,45**

Súčiniteľ pomernej presadavosti I_{mp} (%) pre napätie σ = 0,400MPa	**0,05**