

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

**Lamačská cesta 8, 811 04 Bratislava**

**tel. 0915 723 220 e-mail : [geo-ges@orangemail.sk](mailto:geo-ges@orangemail.sk)**

### **IG PRIESKUMNÉ PRÁCE V LOKALITE NITRA - DIELY III., BLOK C 307, 33b.j.**

**Laboratórne geotechnické skúšky zemín**

**BRATISLAVA, NOVEMBER 2016**



## O B S A H

---

	str.
1. Úvod .....	1
2. Popisné a klasifikačné skúšky zemín .....	1
3. Nepriame stanovenie súčiniteľa filtrácie súdržných zemín z empirickej závislosti .....	1
4. Zhodnotenie výsledkov laboratórnych skúšok .....	2
4.1 Zatriedenie zemín .....	2
4.2 Filtračné vlastnosti zemín .....	3

Použitá literatúra, dokumentácia a normatívy

Prílohová časť :

Príloha 1/1 Súhrnný prehľad výsledkov laboratórnych skúšok zemín

Príloha 1/2 Zobrazenie súčiniteľov filtrácie podľa vrstov, hĺbky odberu  
a zatriedenia zemín

Prílohy 2/1 a 2/2 Krivky zrnitosti a výsledky klasifikačných skúšok zemín

## 1. Úvod

V predkladanej správe uvádzame výsledky laboratórnych geotechnických skúšok zemín, ktoré boli vykonané v rámci inžiniersko geologických prieskumných prác v lokalite "Nitra - Diely III. Blok C 307, 33 b.j.". Vzorky boli dodané a laboratórne práce špecifikované RNDr. V. Horváthom zo spoločnosti WH GEOTREND, s.r.o.

Celkom bolo do laboratória dodaných 8 porušených vzoriek so zachovaním prirodzenej vlhkosti (ozn. PV). Prehľad vrstev, hĺbok odberu, označenia vzoriek a výsledkov laboratórnych skúšok uvádzame v prílohe 1/1. Náplňou skúšobného programu bolo stanovenie :

- základných popisných a klasifikačných charakteristík zemín,
- priepustnosti súdržných zemín nepriamym spôsobom z empirickej závislosti.

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

## 2. Popisné a klasifikačné skúšky zemín

□ Zrnitostné zloženie sme zisťovali hustomernou skúškou kombinovanou s premývaním a preosieváním. Obsah frakcií nad 0,125mm bol zistený preosieváním na sitách, zrnitostné zloženie frakcie pod 0,125mm bolo stanovené nepriamou hustomernou metódou. Krivky zrnitosti sú vykreslené v prílohách 2/1 a 2/2, kde sú zeminy aj pomenované podľa STN 72 1001 : 2010 "Klasifikácia zemín a skalných hornín".

□ Vlhkosť v prirodzenom uložení ( $w_{nc}$ ) bola stanovená sušením pri teplote 105°C až do ustálenia hmotnosti podľa STN 72 1012 : 1981 "Laboratórne stanovenie vlhkosti zemín".

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  $d < 0,5\text{mm}$ . Pre prirodzenú vlhkosť  $w_{nc}$  dostaneme prepočtom pri obsahu zŕn nad 0,5mm ( $P_{d>0,5\text{mm}}$ ) korigovanú vlhkosť jemnej frakcie  $w_{nj}$  nasledovne :

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

kde  $P_{d>0,5\text{mm}}$  je obsah zŕn nad 0,5mm stanovený podľa kriviek zrnitosti v prílohe. K uvedenému prepočtu poznamenávame, že korekcia vlhkosti je správna pre obsah zŕn  $P_{d>0,5\text{mm}} < 30\%$ . 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 kuželovou skúškou, pričom parametre kužela sú 30°/80g. Skúška je zhodná so štvorbodovou metódou podľa STN 72 1014 : 1968 "Laboratórne stanovenie medze tekutosti zemín". Medza plasticity sa zisťovala metódou podľa STN 72 1013 : 1968 "Laboratórne stanovenie medze plasticity zemín".

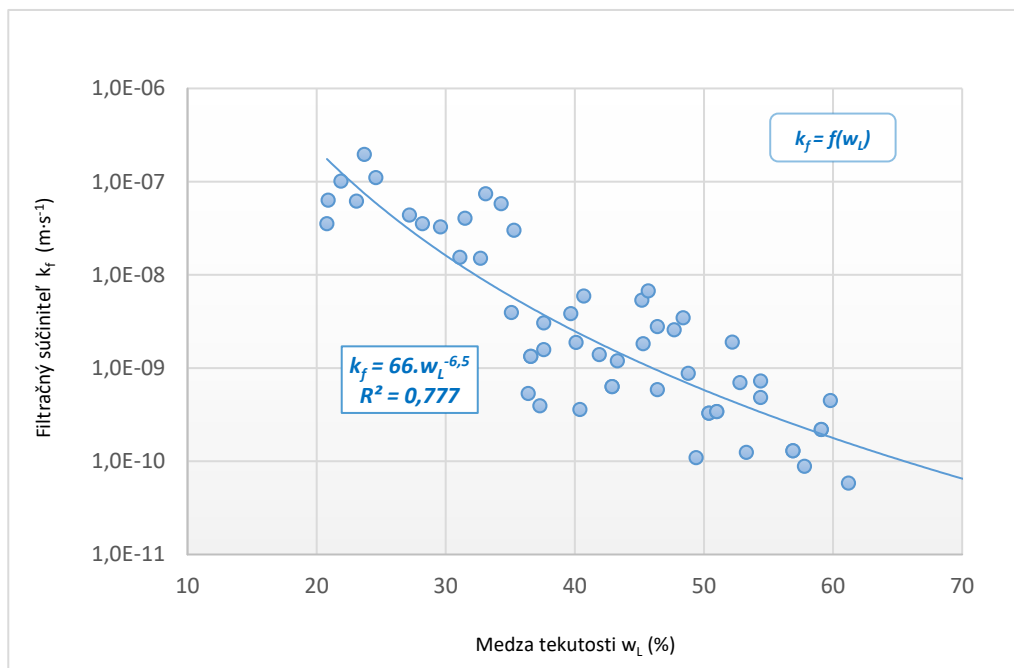
## 3. Nepriame stanovenie súčiniteľa filtrácie súdržných zemín z empirickej závislosti

Stanovenie súčiniteľa filtrácie na základe charakteristických priemerov zŕn  $d_{10}$ , resp.  $d_{ef}$  odvodených z kriviek zrnitosti súdržných zemín pomocou rôznych empirických vzorcov je nevhodné, nakoľko priemery zŕn sa nachádzajú mimo pomerne úzkych intervalov zŕn, pre ktoré boli tieto vzťahy odvodené.

Ako orientačné a informatívne odporúčame uvažovať hodnoty filtračných súčiniteľov  $k_f$ , ktoré sme vyhodnotili z empirickej závislosti (obr.1) zostavenej z našich archívnych priamych laboratórnych meraní filtračných súčiniteľov na neporušených vzorkách zemín tried S5, F4, F6 a F8.

Empirická závislosť súčiniteľa filtrácie ( $k_f$ ) od medze tekutosti ( $w_L$ ) má mocninový tvar :

$$k_f = 66 \cdot (w_L)^{-6,5}. \quad (m \cdot s^{-1}) \quad (1)$$



**Obr.1 Empirická závislosť filtračného súčiniteľa od medze tekutosti  $w_L$  zemín tried S5/SC, F4/CS, F6/CL-CI a F8/CH (n = 56)**

Z grafu na obr.1 je zrejmé, že filtračný súčiniteľ súdržných (jemnozrnných) a zmesových (ílovito-piesčitých) zemín vykazuje pomerne vysokú variabilitu, nakoľko okrem medze tekutosti ( $w_L$ ) vplýva na priepustnosť aj mnoho ďalších faktorov, ako je rozpätie a tvar krivky zrnitosti, pórovitosť zeminy ( $n$ ), stupeň nasýtenia pórov vodou ( $S_r$ ) a ich priechodnosť, a tiež aj aktivita ílovitých minerálov. Z uvedených dôvodov, takto odvodené filtračné súčinitele poskytujú len orientačnú informáciu o priepustnosti zemín.

Filtračné súčinitele zemín tried F4/CS a F6/CI a F8/CH-CV, ktoré boli vyhodnotené podľa vzťahu (1), sú uvedené v prílohách 1/1 a 1/2.

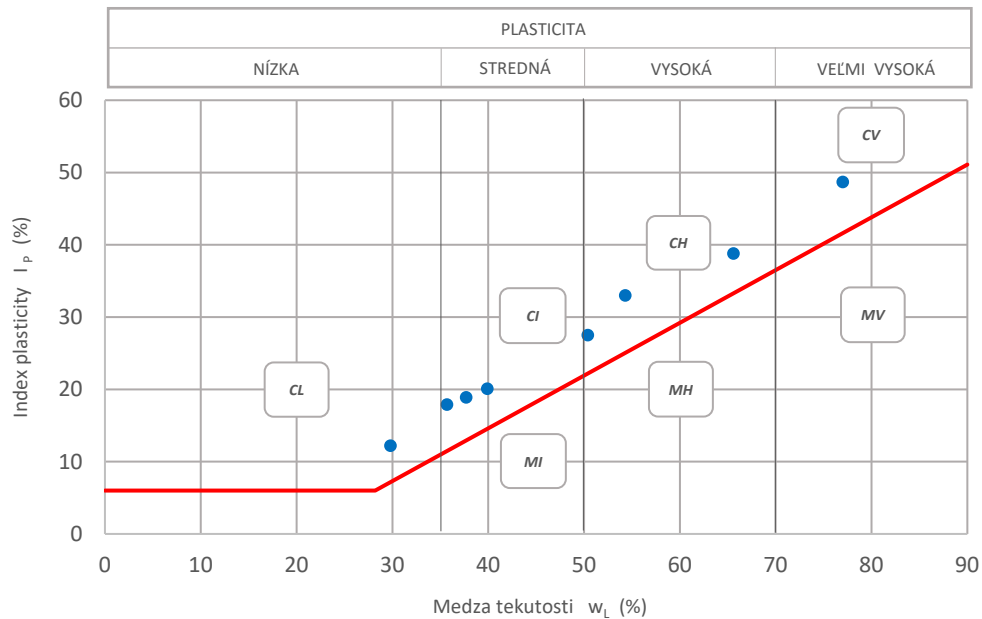
#### 4. Zhodnotenie výsledkov laboratórnych skúšok

##### 4.1 Zatriedenie zemín

Z vykonaných zrnitostných rozborov a klasifikačných skúšok zemín odobratých v rámci IG prieskumných prác v lokalite "Nitra - Diely III. Blok C 307, 33 b.j." vyplýva, že z celkového počtu analyzovaných vzoriek  $n = 8$  boli jednotlivé geotechnické typy zemín zastúpené nasledovne :

- Íly s veľmi vysokou plasticitou (CV) triedy F8 .....  $n = 1$  vzorka,
- Íly s vysokou plasticitou (CH) triedy F8 .....  $n = 3$  vzorky,
- Íly so strednou plasticitou (CI) triedy F6 .....  $n = 3$  vzorky,
- Íly piesčité (CS) triedy F4 .....  $n = 1$  vzorka.

Zatriedenie súdržných zemín (frakcie  $d < 0,5\text{mm}$ ) v Casagrandeho diagrame plasticity je uvedené na obrázku 2.



**Obr.2 Zatriedenie zemín v Casagrandeho diagrame plasticity**

#### 4.2 Filtračné vlastnosti zemín

Filtračné súčinitele vyhodnotené z empirickej závislosti (1) dosahujú pre jednotlivé geotechnické typy zemín nasledujúce hodnoty (prílohy 1/1 a 1/2) :

- Íl piesčitý F4/CS .....  $k_f = 1,73 \cdot 10^{-8} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ,
- Íl so strednou plasticitou F6/CI .....  $k_f = 2,59 \cdot 10^{-9}$  až  $5,34 \cdot 10^{-9} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ,  $\bar{k}_f = 3,89 \cdot 10^{-9} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ,
- Íl s vysokou plasticitou F8/CH .....  $k_f = 1,02 \cdot 10^{-10}$  až  $5,67 \cdot 10^{-10} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ,  $\bar{k}_f = 3,40 \cdot 10^{-10} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ,
- Íl s veľmi vysokou plasticitou F8/CV .....  $k_f = 3,61 \cdot 10^{-11} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

V tabuľkách 1 a 2 uvádzame kritériá na slovné hodnotenie priepustnosti a drenážnej schopnosti zemín podľa Head, K. H., 1982.

**Tab.1 Hodnotenie priepustnosti zemín podľa súčiniteľa filtrácie**

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

**Tab.2 Hodnotenie drenážnej schopnosti zemín 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 íly tried F4/CS a F6/CI ako "veľmi nízko priepustné" a íly tried F8/CH a F8/CV ako "prakticky nepriepustné".

Drenážna schopnosť, t.j. schopnosť odvádzať vodu ílov triedy F4/CS je "zlá" a íly tried F6/CI, F8/CH a F8/CV nemajú "žiadnu drenážnu schopnosť".

V Bratislave 29.11.2016

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



Vypracoval : Ing. P. Dovičín

## **Použitá literatúra, dokumentácia a normatívy**

---

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

STN 72 1001 : 2010 Klasifikácia zemín a skalných hornín

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

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

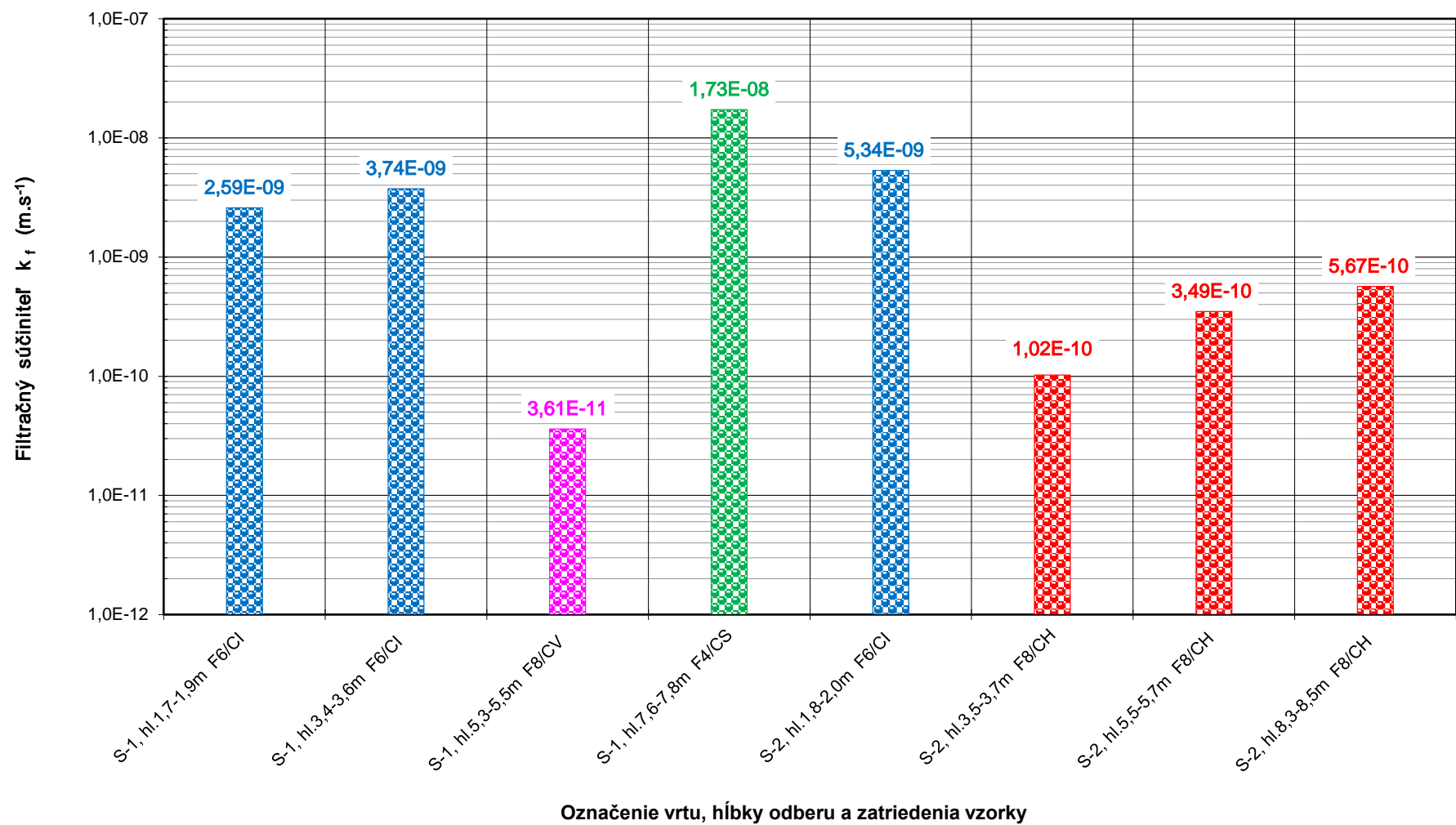
EC7 - STN EN 1997-2: 2008 – Navrhovanie geotechnických konštrukcií  
Časť 2 : Prieskum a skúšanie horninového prostredia

Príloha 1/1 Súhrnný prehľad výsledkov laboratórnych skúšok zemín z lokality Nitra - Diely III. Blok C 307, 33 b.j.

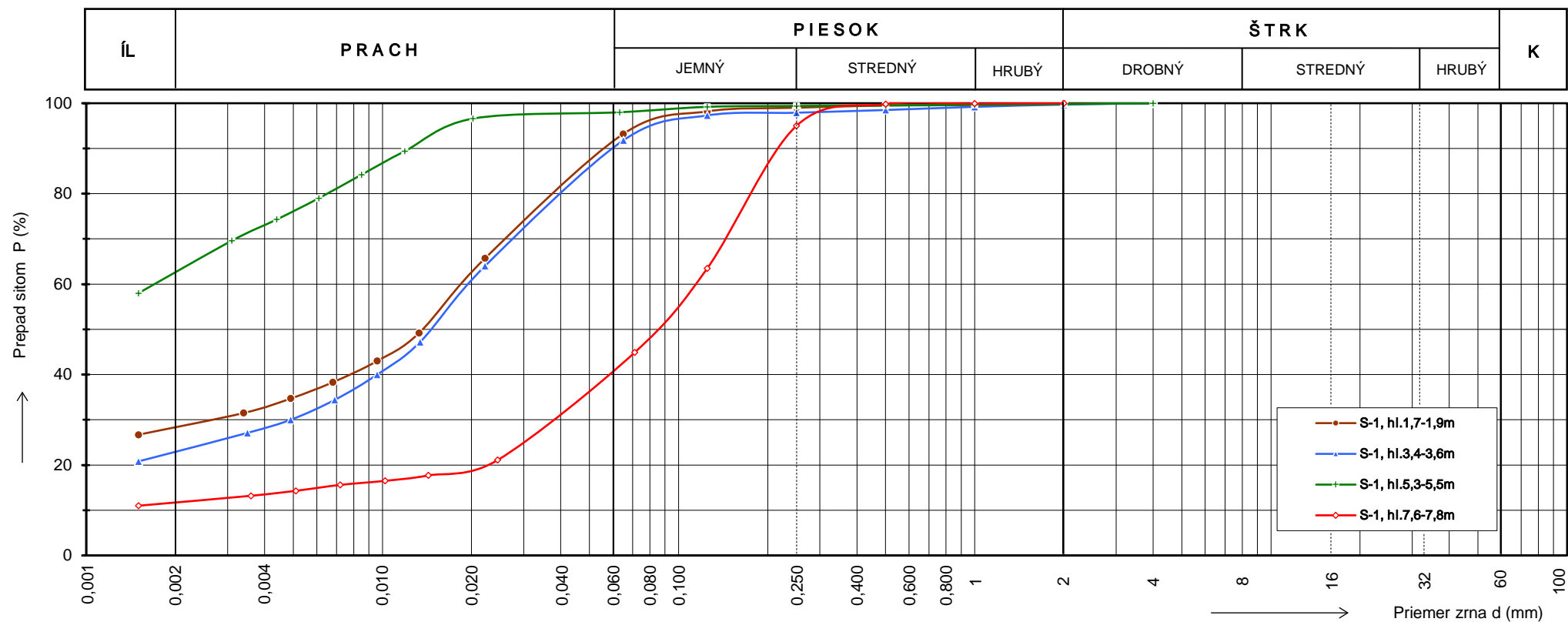
Označenie vrtu a hĺbky odberu vzorky	Označenie vzorky	Obsah frakcií zŕn					Prirodzená vlhkosť, konzistenčné medze, index plasticity a index konzistencie					Druh zeminy		Súčiniteľ filtrácie
		Íl	Prach	Íl + Prach	Piesok	Štrk	w <sub>nc</sub>	w <sub>P</sub>	w <sub>L</sub>	I <sub>P</sub>	I <sub>c</sub>	Trieda	Symbol	k <sub>f</sub>
		%	%	%	%	%	%	%	%	%	-			m·s <sup>-1</sup>
S-1, hl.1,7-1,9m	PV1	28,4	62,8	91,2	8,7	0,1	17,2	19,8	39,9	20,1	1,13	F6	CI	2,59E-09
S-1, hl.3,4-3,6m	PV2	22,9	66,8	89,7	10,0	0,3	23,0	18,8	37,7	18,9	0,76	F6	CI	3,74E-09
S-1, hl.5,3-5,5m	PV3	62,6	35,3	97,9	1,9	0,2	25,0	28,3	77,0	48,7	1,06	F8	CV	3,61E-11
S-1, hl.7,6-7,8m	PV4	11,7	29,4	41,1	58,9	0,0	12,1	17,6	29,8	12,2	1,45	F4	CS	1,73E-08
S-2, hl.1,8-2,0m	PV5	22,3	67,4	89,6	10,4	0,0	19,4	17,8	35,7	17,9	0,89	F6	CI	5,34E-09
S-2, hl.3,5-3,7m	PV6	48,8	45,2	94,0	6,0	0,0	21,9	26,8	65,6	38,8	1,12	F8	CH	1,02E-10
S-2, hl.5,5-5,7m	PV7	37,1	58,1	95,2	3,9	0,9	22,3	22,3	54,3	32,0	0,99	F8	CH	3,49E-10
S-2, hl.8,3-8,5m	PV8	34,1	53,0	87,1	12,9	0,0	17,5	22,9	50,4	27,5	1,20	F8	CH	5,67E-10

Poznámka : PV - porušené vzorky so zachovaním prirodzenej vlhkosti



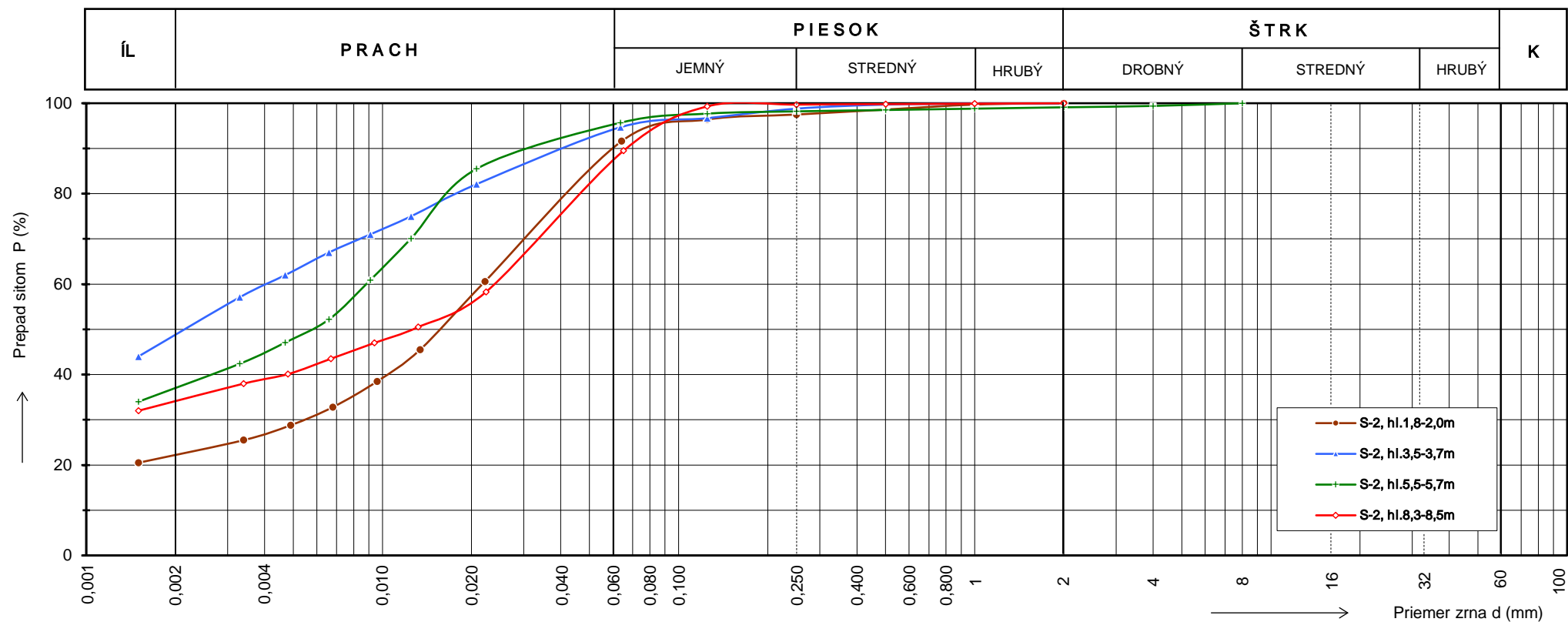


Príloha 1/2 Zobrazenie súčiniteľov filtrácie zemín podľa vrtov, hĺbky odberu a zatriedenia zemín



Označenie vzorky a miesta odberu		Obsah frakcií zŕn					Kvalitatívne znaky zemín						Klasifikácia zemín podľa		
Ozn.	Vrt a hĺbka odberu	Íl	Prach	Íl+prach	Piesok	Štrk	$P_{d>0,5\text{mm}}$	$w_{nc}$	$w_{nj}$	$w_L$	$I_p$	$I_c$	STN 72 1001		
vzorky	vzorky	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(-)	Trieda	Symbol	Názov
PV1	S-1, hl.1,7-1,9m	28,4	62,8	91,2	8,7	0,1	0,50	17,17	17,26	39,9	20,1	1,13	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
PV2	S-1, hl.3,4-3,6m	22,9	66,8	89,7	10,0	0,3	1,50	22,95	23,30	37,7	18,9	0,76	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
PV3	S-1, hl.5,3-5,5m	62,6	35,3	97,9	1,9	0,2	0,50	25,02	25,15	77,0	48,7	1,06	F8	CV	Íl s veľmi vysokou plasticitou
PV4	S-1, hl.7,6-7,8m	11,7	29,4	41,1	58,9	0,0	0,20	12,07	12,09	29,8	12,2	1,45	F4	CS	Íl piesčitý

Príloha 2/1 Krivky zrnitosti a výsledky klasifikačných skúšok zemín odobratých z vrtu S-1 v lokalite Nitra - Diely III. Blok C 307, 33 b.j.



Označenie vzorky a miesta odberu		Obsah frakcií zŕn					Kvalitatívne znaky zemín						Klasifikácia zemín podľa		
Ozn.	Vrt a hĺbka odberu	Íl	Prach	Íl+prach	Piesok	Štrk	$P_{d>0,5\text{mm}}$	$w_{nc}$	$w_{nj}$	$w_L$	$I_p$	$I_c$	STN 72 1001		
vzorky	vzorky	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(-)	Trieda	Symbol	Názov
PV5	S-2, hl.1,8-2,0m	22,3	67,4	89,6	10,4	0,0	1,40	19,41	19,69	35,7	17,9	0,89	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
PV6	S-2, hl.3,5-3,7m	48,8	45,2	94,0	6,0	0,0	0,30	21,89	21,96	65,6	38,8	1,12	F8	CH	Íl s vysokou plasticitou
PV7	S-2, hl.5,5-5,7m	37,1	58,1	95,2	3,9	0,9	1,50	22,26	22,60	54,3	32,0	0,99	F8	CH	Íl s vysokou plasticitou
PV8	S-2, hl.8,3-8,5m	34,1	53,0	87,1	12,9	0,0	0,20	17,45	17,48	50,4	27,5	1,20	F8	CH	Íl s vysokou plasticitou

Príloha 2/2 Krivky zrnitosti a výsledky klasifikačných skúšok zemín odobratých z vrtu S-2 v lokalite Nitra - Diely III. Blok C 307, 33 b.j.