

### 3. OSNOVNI POKAZATELJI TLA

Tlo se sastoji od tri faze: od čvrstih zrna, vode i vazduha i njihovo relativno učešće se opisuje odgovarajućim pokazateljima.

#### 3.1 Specifična težina ( $G_s$ )

Definicija: odnos između jedinične težine čvrstih čestica i jedinične težine vode. Ovaj koeficijent pokazuje koliko je puta čestica tla teža od čestice vode. Koristi se u proračunima poroznosti, zasićenosti tla, u hidrometrijskoj i mineraloškoj analizi tla.

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} = \frac{W_s / V_s}{\gamma_w} = \frac{W_s}{V_s \cdot \gamma_w}$$

Postupak određivanja (metod sa piknometrom)

- izmeri se masa uzorka tla ( $m_1$ ) od 200 – 400 g u osušenom stanju
- uzorak se pomoću levka ubaci u piknometar, pa se piknometar dopuni do vrha deaerisanom destilovanom vodom
- odredi se temperatura suspenzije (oko 20 °C da bude) i izmeri masa ( $m_2$ )
- bočica se ispere i napuni deaerisanom destilovanom vodom (temperature oko 20 °C) do vrha i izmeri masa ( $m_3$ )

$$G_{s=} = \frac{m_1}{m_1 + m_3 - m_2}$$

Uobičajene specifične težine ( $G_s$ )

- |                    |                               |
|--------------------|-------------------------------|
| • pesak            | 2.65-2.67                     |
| • prašinski pesak  | 2.67-3.70                     |
| • anorganske gline | 2.70-2.80                     |
| • organska tla     | varira, može biti i ispod 2.0 |

#### 3.2 Zapreminska težina čvrstih čestica ( $\gamma_s$ )

Definicija: odnos između težine čvrstih čestica tla i zapremine čvrstih čestica tla.

$$\gamma_s = \frac{W_s}{V_s} \quad [kN / m^3]$$

Postupak određivanja

a) proračunom

$$\gamma_s = G_s \cdot \gamma_w \quad [kN / m^3]$$

---

*Beleške:*

### 3.3 Zapreminska težina tla ( $\gamma$ )

Definicija: odnos između ukupne težine uzorka i njegove ukupne zapremine.

$$\gamma = \frac{W}{V} \quad [kN / m^3]$$

Postupak određivanja za sitnozrno tlo

a) cilindrom

- cilindar poznate zapremine ( $V$ ) i mase ( $m_1$ ) utiskuje se u tlo i vadi se uzorak valjkastog oblika
- izmeri se masa cilindra sa uzorkom ( $m_2$ )
- 

$$\gamma = \frac{m_2 - m_1}{V} \cdot g = \rho \cdot g \quad [kN / m^3]$$

b) parafinom

c) živom

Postupak određivanja za krupnozrno tlo

- kalibrisani pesak
- gumena membrana
- plastični omot
- radioaktivni densimetar

### 3.4 Zapreminska težina tla u suvom stanju ( $\gamma_d$ )

Definicija: odnos između težine čvrstih čestica tla i ukupne zapremine tla.

$$\gamma_d = \frac{W_d}{V} \quad [kN / m^3]$$

Postupak određivanja

- metodama kao kod zapreminske težine tla (samo se suvom uzorku meri masa i zapremina)
- izvođenjem iz drugih parametara tla

### 3.5 Zapreminska težina tla u zasićenom stanju ( $\gamma_z$ )

Definicija: odnos između ukupne zasićene težine uzorka i ukupne zapremine tla.

$$\gamma_z = \frac{W_z}{V} \quad [kN / m^3]$$

Postupak određivanja

- metodama kao kod zapreminske težine tla (samo se zasićenom uzorku meri masa i zapremina)
- izvođenjem iz drugih parametara tla

### 3.6 Zapreminska težina tla u potopljenom stanju ( $\gamma'$ )

Definicija: zapreminska težina tla ispod nivoa vode (zasićena zapreminska težina tla umanjena za veličinu uzgona vode)

$$\gamma' = \gamma_z - \gamma_w \quad [kN / m^3]$$

Postupak određivanja

- izvođenjem iz drugih parametara tla

### 3.7 Poroznost ( $n$ )

Definicija: odnos između zapremine pora i ukupne zapremine tla izraženo u procentima.

$$n = \frac{V_v}{V} \cdot 100 \quad [\%]$$

Postupak određivanja

- izvođenjem iz drugih parametara tla

### 3.8 Koeficijent poroznosti ( $e$ )

Definicija: odnos između zapremine pora i zapremine čvrstih čestice tla.

$$e = \frac{V_v}{V_s} \cdot 100 \quad [\%]$$

Postupak određivanja

- izvođenjem iz drugih parametara tla

### 3.9 Stepen zasićenja ( $S_r$ )

**Definicija:** odnos između zapremine vode u uzorku tla u odnosu na ukupnu zapreminu pora izraženu u procentima.

$$S_r = \frac{V_w}{V_v} \cdot 100 = \frac{w}{w_z} \cdot 100 \quad [\%] \quad \text{do tačnosti 0.1 \%}$$

$$S_r = 0 \% \quad \text{suvi uzorak}$$

$$0 \% < S_r < 100 \% \quad \text{vlažan uzorak}$$

$$S_r = 100 \% \quad \text{zasićen uzorak}$$

**Zadatak 3.1:** Odrediti specifičnu težinu tla ( $G_s$ ) i zapreminsku težinu čvrstih čestica ( $\gamma_s$ ) na osnovu sledećih podataka:

| Uzorak broj | Masa suvog Uzorka $m_1$ (g) | Masa piknometra, uzorka i vode $m_2$ (g) | Masa piknometra sa vodom $m_3$ (g) |
|-------------|-----------------------------|--|------------------------------------|
| 1           | 41.82                       | 176.79                                   | 150.24                             |
| 2           | 32.51                       | 169.13                                   | 148.53                             |

Proračun

$$G_{s1} = \frac{m_1}{m_1 + m_3 - m_2} =$$

$$G_{s2} = \frac{m_1}{m_1 + m_3 - m_2} =$$

$$G_s = \frac{G_{s1} + G_{s2}}{2} =$$

$$\gamma_s = G_s \cdot \gamma_w =$$

**Zadatak 3.2:** odrediti vlažnost tla ( $w$ ) na osnovu sledećih podataka:

| Uzorak broj | Masa posude i vlažnog uzorka $m_1$ (g) | Masa posude i suvog uzorka $m_2$ (g) | Masa Posude $m_p$ (g) |
|-------------|--|--------------------------------------|-----------------------|
| 1           | 143.52                                 | 132.88                               | 72.81                 |
| 2           | 156.28                                 | 143.95                               | 75.12                 |

---

Beleške:

Proračun

$$w_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m_p} \cdot 100 =$$

$$w_2 = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m_p} \cdot 100 =$$

$$w = \frac{w_1 + w_2}{2} =$$

**Zadatak 3.3:** odrediti stepen zasićenja ( $S_r$ ) uzorka tla iz Zadatka 3.2, ako mu je vlažnost pri zasićenju  $w_z=20.8 \%$ .

$$S_r = \frac{w}{w_z} =$$

**Zadatak 3.4:** odrediti zapreminsku težinu tla ako su opitom pomoću cilindra dobijeni sledeći podaci:

| Uzorak broj | Masa cilindra sa tlom<br>$m_1$ (g) | Masa Cilindra<br>$m_2$ (g) | Zapremina Cilindra<br>$V$ (cm <sup>3</sup> ) |
|-------------|------------------------------------|----------------------------|--|
| 1           | 427.54                             | 222.42                     | 100.00                                       |
| 2           | 431.83                             | 225.64                     | 100.00                                       |

Proračun

$$\gamma_1 = \frac{m_1 - m_2}{V} \cdot g =$$

$$\gamma_2 = \frac{m_1 - m_2}{V} \cdot g =$$

$$\gamma = \frac{\gamma_1 + \gamma_2}{2} =$$

**Zadatak 3.5:** na osnovu podataka iz prethodnih zadataka, odrediti:

- zapreminsku težinu uzorka tla u suvom stanju ( $\gamma_d$ )

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1 + w} =$$

---

Beleške:

- poroznost ( $n$ ) i koeficijent poroznosti ( $e$ )

$$n = \frac{\gamma_s - \gamma_d}{\gamma_s} =$$

$$e = \frac{\gamma_s - \gamma_d}{\gamma_d} =$$

- zapreminsku težinu u zasićenom stanju ( $\gamma_z$ )

$$\gamma_z = \frac{Gs + e}{1 + e} \cdot \gamma_w =$$

- zapreminsku težinu u potopljenom stanju ( $\gamma'$ )

$$\gamma' = \gamma_z - \gamma_w =$$

- vlažnost pri zasićenju ( $w_z$ )

$$w_z = \left( \frac{1}{\gamma_d} - \frac{1}{\gamma_s} \right) \cdot \gamma_w =$$

**Zadatak 3.6** Na osnovu rezultata standardnog *Proctor*-ovog opita datog u prilogu, nacrtati *Proctor*-ovu krivu  $\gamma_d=f(w)$ , odrediti optimalnu vlažnost ( $w_{opt}$ ) i maksimalnu zapreminsku težinu u suvom stanju ( $_{max}\gamma_d$ ). Specifična težina tla iznosi  $G_s = 2.75$

#### Određivanje vlažnosti ( $w$ )

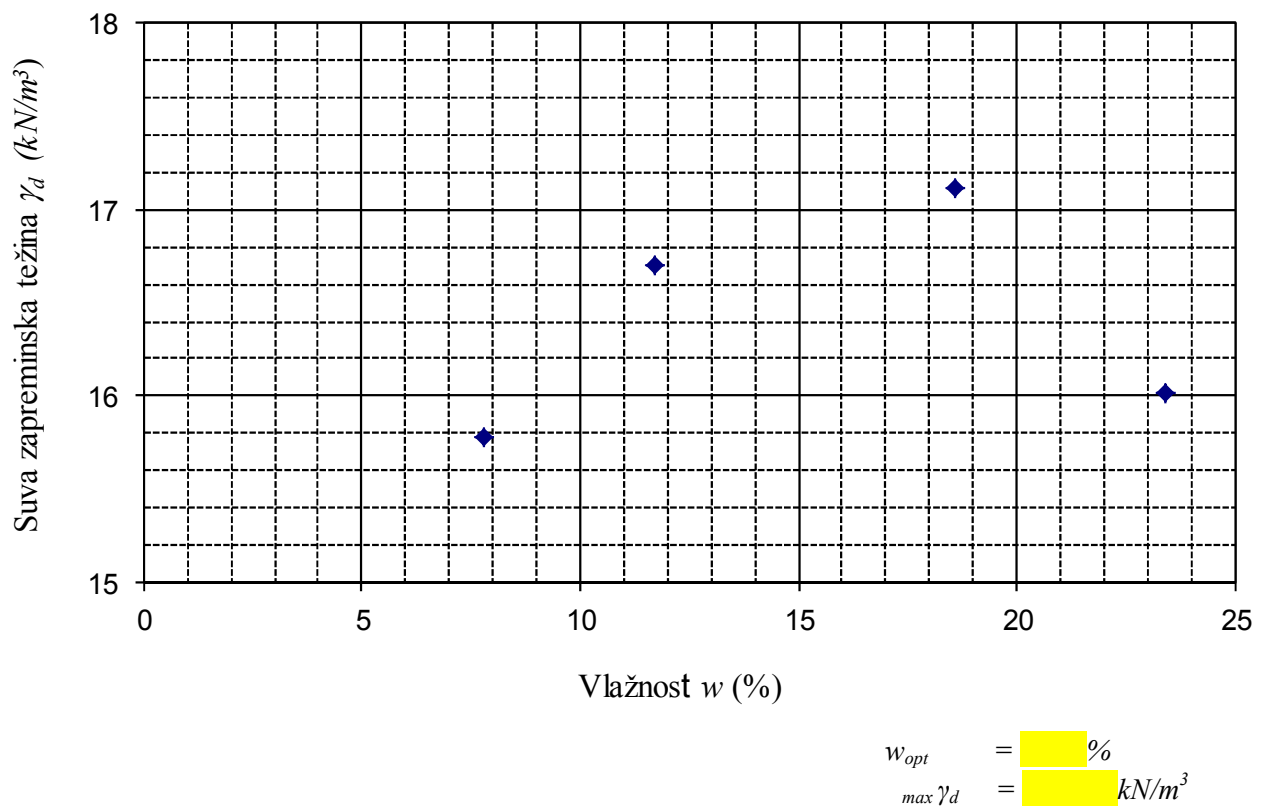
|                       |        |        |        |        |        |
|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Broj opita            | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      |
| Broj tare             | 12     | 32     | 13     | 19     | 27     |
| Bruto vlažna masa (g) | 151.50 | 150.63 | 144.98 | 145.47 | 157.79 |
| Bruto suva masa (g)   | 145.85 | 142.01 | 135.89 | 133.63 | 141.48 |
| Masa tare (g)         | 73.42  | 68.24  | 71.53  | 70.08  | 71.77  |
| Masa vode (g)         | 5.65   | 8.62   |        | 11.84  | 16.31  |
| Masa suvog uzorka (g) | 72.43  | 73.77  |        | 63.55  | 69.71  |
| Vlažnost (%)          | 7.80   | 11.70  |        | 18.60  | 23.40  |

---

*Beleške:*

**Određivanje zapreminske težine u suvom tanju ( $\gamma_d$ )**

| Broj opita                             | 1       | 2       | 3       | 4       | 5       |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|
| Bruto vlažna masa (g)                  | 3579.80 | 3738.60 | 3839.40 | 3898.50 | 3847.00 |
| Masa cilindra (g)                      | 1932.00 | 1932.00 | 1932.00 | 1932.00 | 1932.00 |
| Masa vlažnog uzorka (g)                | 1647.80 | 1806.60 | 1907.40 | 1966.50 | 1915.00 |
| Zapremina cilindra ( $cm^3$ )          | 950.00  | 950.00  | 950.00  | 950.00  | 950.00  |
| Vlažna zapreminska težina ( $kN/m^3$ ) | 17.01   | 18.65   |         | 20.30   | 19.77   |
| Vlažnost (%)                           | 7.80    | 11.70   |         | 18.60   | 23.40   |
| Suva zapreminska težina ( $kN/m^3$ )   | 15.78   | 16.70   |         | 17.12   | 16.02   |

**Prilog 3.1: „Proctor-ov,, dijagram**

Beleške: