



## **1. AUDITORNE VJEŽBE**

Preddiplomski stručni studij Građevinarstvo – **izvanredni** studij

**GRAĐEVINSKI MATERIJALI**

akademska godina 2019/2020

# 1. FIZIKALNI PARAMETRI GRADIVA

## Zadatak 1.1- gustoća i volumna gustoća

Potrebno je izračunati gustoću suhog materijala, volumnu gustoću suhog materijala i volumnu gustoću zasićenog površinski suhog materijala, ako je masa suhog materijala ( $m_d$ ) 490 g, masa zasićenog površinski suhog materijala ( $m_{zps}$ ) 500 g, masa piknometra ispunjenog vodom ( $m_{Bw}$ ) 1400 g, a masa piknometra s pijeskom i vodom ( $m$ ) 1695 g.

### Zadano:

$$m_d = 490 \text{ g}, m_z = 500 \text{ g}, m_{Bw} = 1400 \text{ g}, m = 1695 \text{ g}$$

### Rješenje:

Gustoća suhog praškastog materijala	$\rho = \frac{m_d \cdot \rho_w}{m_{Bw} - m + m_d} = \frac{490 \cdot 1,0}{1400 - 1695 + 490} = 2,5 \text{ g/cm}^3$
Volumna gustoća suhog praškastog materijala	$\rho_{z(d)} = \frac{m_d \cdot \rho_w}{m_{Bw} - m + m_z} = \frac{490 \cdot 1,0}{1400 - 1695 + 500} = 2,39 \text{ g/cm}^3$
Volumna gustoća zasićenog, površinski suhog materijala	$\rho_{z(zps)} = \frac{m_z \cdot \rho_w}{m_{Bw} - m + m_z} = \frac{500 \cdot 1,0}{1400 - 1695 + 500} = 2,44 \text{ g/cm}^3$

## Zadatak 1.2- Vlažnost materijala

Beton se spravlja na gradilišnoj betonari. Sa separacije je potrebno na gradilište dopremiti 120 m<sup>3</sup> agregata nasipne gustoće  $\rho_s = 1,65 \text{ g/cm}^3$ . Izračunajte koliko treba kamiona nosivosti 3 t za prijevoz agregata u kišnom razdoblju, s prosječnom vlagom u agregatu od 3,5 %.

### Zadano:

$$V_g = 120 \text{ m}^3, \rho_s = 1,65 \text{ g/cm}^3, W = 3,5\%$$

Volumen materijala - Ukupni volumen materijala jednak je zbroju volumena čvrste tvari, volumena pora i volumena šupljina	<p><math>V_g</math> - ukupni volumen materijala = <math>V_p + V_s + V</math></p>
--	--

### Rješenje:

Masa suhog agregata:	$m_d = \rho_s \cdot (V + V_p + V_s) = 1650 \cdot 120 = 198000 \text{ kg} = 198 \text{ t}$
Vlažnost materijala:	$W = \frac{m_{wv} - m_d}{m_d} \cdot 100$
	$m_{wv} = \frac{m_d(W + 100)}{100} = \frac{198 \cdot (3,5 + 100)}{100} = 204,9 \text{ t} \approx 205 \text{ t}$
Potreban broj kamiona:	$n = \frac{205}{3} = 68,33 \approx 69 \text{ kamiona.}$

### Zadatak 1.5-Vlažnost, površinska vlažnost, apsorpcija:

Izračunajte apsorpciju pijeska mase  $m_d=490$  kg,  $m_{zps}=500$  kg, ako pijesak u skladištu sadrži 3,5 % vode. Kolika je površinska vlažnost pijeska?

#### Zadano:

$m_d = 490$  kg,  $m_{zps} = 500$  kg,  $W = 3,5$  %

#### Rješenje:

Apsorpcija: 
$$A_w = \frac{m_{zps} - m_d}{m_d} \cdot 100 = \frac{500 - 490}{490} = 2,1\%$$

Površinska vlažnost: 
$$A_s = W - A_w = 3,5 - 2,1 = 1,4\%$$

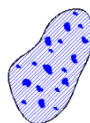
### NAPOMENA

#### Apsorbirana voda, $A_w$ (%)

- Apsorbirana voda je voda sadržana u zasićenom, površinski suhom materijalu, a izražava se u postotku mase ili volumena osušenog materijala

$$A_w = \frac{m_z - m_d}{m_d} \cdot 100 \text{ (% mase)}$$

$$A_w = \frac{(m_z - m_d) \cdot \rho}{m_d \cdot \rho_w} \cdot 100 \text{ (% volumena)}$$



#### Površinska vlažnost, $A_s$ (%)

- Površinska vlažnost je voda koja u vidu filma obavija materijal

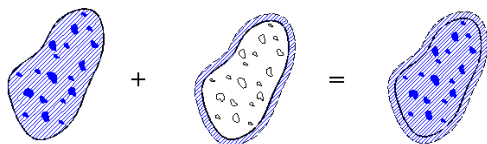
$$A_s = \frac{m_{wv} - m_z}{m_d} \cdot 100 \text{ (% mase)}$$

$$A_s = \frac{V_w}{V} = \frac{(m_{wv} - m_z) \cdot \rho}{m_d \cdot \rho_w} \cdot 100 \text{ (% volumena)}$$



#### Vlažnost, $W$ (%)

- Vlažnost je ukupni sadržaj vode u vlažnom materijalu



$$W = A_w + A_s \text{ %}$$

$$W = \frac{m_{wv} - m_d}{m_d} \cdot 100 \text{ (% mase)}$$

$$W = \frac{V'_w}{V} \cdot 100 = \frac{(m_{wv} - m_d) \cdot \rho}{m_d \cdot \rho_w} \cdot 100 \text{ (% volumena)}$$

$V'_w$  - volumen ukupne vode

$V$  - volumen osušenog materijala

### Zadatak 1.6-Gustoća krupnozrnatog agregata:

Potrebno je odrediti gustoću prirodnog agregata ako masa suhog materijala iznosi  $m_d=1400$  g, a masa materijala zasićenog, površinski suhog-vaganog pod vodom  $m_{zw}=872$  g.

#### Zadano:

$m_d=1400$  g,  $m_{zw}=872$  g

#### Rješenje:

Arhimedov zakon - tijelo uronjeno u tekućinu gubi na svojoj težini onoliko koliko teži tijelom istisnuta tekućina

$$\rho = \frac{\frac{m_d}{m_z - m_{zw}} - \frac{m_z - m_d}{\rho_w}}{m_d - m_{zw}} (g/cm^3)$$

$m_z$  - masa zasićenog, površinski suhog materijala vaganog na zraku  
 $m_{zw}$  - masa zasićenog, površinski suhog materijala vaganog pod vodom  
 $m_d$  - masa suhog materijala (osušenog na 105°C)  
 $\rho_w$  - gustoća vode

Gustoća:

$$\rho = \frac{m_d \cdot \rho_w}{m_d - m_{zw}} = \frac{1400 \cdot 1,0}{1400 - 872} = 2,65 \text{ g/cm}^3.$$

### Zadatak 1.8-Vodoupojnost:

Treba odrediti približnu visinu kapilarno podignute vode poslije 1 sata, ako je ispitivanjem kapilarne vodoupojnosti na uzorku očvrsllog građevinskog gipsa utvrđeno podizanje nivoa vode za 70 mm poslije 25 minuta.

#### Zadano:

$h_{25}=70$  mm,  $h_{60}=?$

#### Rješenje:

Visina kapilarnog penjanja vode može se odrediti prema izrazu:

$$h = w \cdot \sqrt{t} \text{ (m)}$$

Koeficijent vodoupojnosti se odredi iz rezultata provedenog mjerenja:

$$w = \frac{h_{25}}{\sqrt{t}} = \frac{70}{\sqrt{25}} = 14 \text{ mm/min}^{-1/2}$$

Očekivana visina kapilarno podignute vode poslije 1 sata iznosi:

$$h_{60} = 14 \cdot \sqrt{60} = 108 \text{ mm.}$$

### Zadatak 1.9-Gustoća, volumna gustoća, poroznost

Odredite gustoću, volumnu gustoću suhog agregata i poroznost agregata koji u zasićenom površinski suhom stanju pod vodom teži 3,2 kg, na zraku 5,0 kg, a u potpuno suhom stanju 4,9 kg.

#### Zadano:

$m_{zw}=3,2$  kg,  $m_z=5,0$  kg,  $m_d=4,9$  kg.

#### Rješenje:



$$\rho = \frac{m_d \cdot \rho_w}{m_d - m_{zw}} = \frac{4,0 \cdot 1000}{4,9 - 3,2} = 2882,35 \text{ kg/m}^3 \Rightarrow \text{gustoća agregata,}$$

$$\rho_{z(d)} = \frac{m_d \cdot \rho_w}{m_z - m_{zw}} = \frac{4,0 \cdot 1000}{5,0 - 3,2} = 2722,22 \text{ kg/m}^3 \Rightarrow \text{volumna gustoća agregata u suhom stanju,}$$

$$p = \frac{\rho - \rho_z}{\rho} \cdot 100 = \frac{2882,35 - 2722,22}{2722,22} \cdot 100 = 5,9\% \Rightarrow \text{poroznost agregata.}$$

### Zadatak 1.10-Gustoća, volumna gustoća

Potrebno je izračunati gustoću i volumnu gustoću pijeska (u suhom i zasićenom površinski suhom stanju) ako masa piknometra s pijeskom iznosi 52,0 g, masa piknometra s pijeskom i vodom 80,75 g, masa samog piknometra 21,25 g, a njegov volumen je 50,00 cm<sup>3</sup>. Zasićen površinski suh pijesak teži 33,0 g.

#### Zadano:

$$(m - m_w) = 52,0 \text{ g}, m = 80,75 \text{ g}, m_B = 21,25 \text{ g}, m_z = 33,0 \text{ g}, V_B = 50,0 \text{ cm}^3.$$

#### Rješenje:

$$m = m_d + m_w + m_B$$

$$m_d = (m - m_w) - m_B = 52,0 - 21,25 = 30,75 \text{ g} \Rightarrow \text{masa potpuno suhog pijeska,}$$

$$m_w = \rho_w \cdot V_B = 1,0 \cdot 50,0 = 50,0 \text{ g} \Rightarrow \text{masa vode koja stane u piknometar do njegovog punog volumena,}$$

$$m_{Bw} = m_B + m_w = 21,25 + 50,0 = 71,25 \text{ g} \Rightarrow \text{masa piknometra i vode u njemu do njegova punog volumena,}$$

$$\rho = \frac{m_d \cdot \rho_w}{m_{Bw} - m + m_d} = \frac{30,75 \cdot 1,0}{71,25 - 80,75 + 30,75} = 1,45 \text{ g/cm}^3 \Rightarrow \text{gustoća pijeska,}$$

$$\rho_{z(d)} = \frac{m_d \cdot \rho_w}{m_{Bw} - m + m_z} = \frac{30,75 \cdot 1,0}{71,25 - 80,75 + 33,0} = 1,31 \text{ g/cm}^3 \Rightarrow \text{volumna gustoća pijeska u suhom stanju,}$$

$$\rho_{z(z)} = \frac{m_z \cdot \rho_w}{m_{Bw} - m + m_z} = \frac{33,0 \cdot 1,0}{71,25 - 80,75 + 33,0} = 1,40 \text{ g/cm}^3 \Rightarrow \text{volumna gustoća pijeska u zasićenom površinski}$$

suhom stanju.

### Zadatak 1.11-Poroznost

Odredite količinu vode koju može upiti 1 m<sup>3</sup> agregata do stanja zasićenosti ako njegova gustoća iznosi 2600 kg/m<sup>3</sup> a volumna gustoća u suhom stanju 2300 kg/m<sup>3</sup>.

#### Zadano:

$$\rho = 2600 \text{ kg/m}^3, \rho_{z(d)} = 2300 \text{ kg/m}^3.$$

#### Rješenje:

$$p = \frac{\rho - \rho_{z(d)}}{\rho} \cdot 100 = \frac{2600 - 2300}{2600} \cdot 100 = 11,54\% \Rightarrow \text{udio pora u agregatu,}$$

$$V_w = V_p = (11,54/100) \cdot 1,0 = 0,1154 \text{ m}^3 \Rightarrow \text{volumen vode (volumen pora) u zasićenom površinski suhom agregatu, 11,54\% od 1m}^3$$

$$m_w = \rho_w \cdot V_w = 1000 \cdot 0,1154 = 115,4 \text{ kg} \Rightarrow \text{masa vode u zasićenom površinski suhom agregatu.}$$