

V  
+21.09.2002.

\*Urađeni:

100% tačno  
(imala rešenja)

20.6.2006 ✓  
26.8.2006 ✓  
17.6.2007 ✓ +  
23.1.2007 1.c) ? DOVESTI ; PRERADITI CAOS META ?  
19.6.2007 ✓  
24.8.2007 2.c) +  
2.9.2007 2.c) ?  
17.4.2007 ✓

Uvijek tačno  
(samo radila)

+ 24.8.2007 } NE TREBA (KAO 8.9.2007.  
23.8.2007 } NE TREBA (24.8.2007)  
20.6.2006 }  
15.10.2006 } NE TREBA!  
27.8.2005 } (STARI SU

\*dimenzije opere. 25;12;6.5

W



2) Na nekom gradilištu spravlja se jedna vrsta produžnog maltera za spoljno maltisanje zidova, tako što je primenjeno doziranje "čvrstih" komponenti u sledećoj razmeri po masama:

hidratizani kreč : cement : pesak = 1 : 2 : 9.

Prilikom spravljanja maltera izmerena je apsolutna vlažnost peska, čija su zrna neporozna (100% kompaktna), od 11,1%, a da bi se dobila potrebna obradljivost maltera, predviđeno je dodavanje još 128 lit vode za 1 m<sup>3</sup> maltera.

Na završetku jedne faze radova konstatovano je da je za maltisanje površine od 500 m<sup>2</sup> slojem prosečne debljine od 2 cm, utrošeno 64 vreće od po 50 kg cementa. Ako specifične, odnosno zapreminske mase, hidratisanog kreča, cementa i peska imaju vrednosti prema datoj tablici, odrediti:

- Razmeru mešanja čvrstih komponenti u zapreminskim jedinicama, kako za slučaj suvog, tako i za slučaj vlažnog peska (vodeći računa da se i potrebna masa peska za doziranje u mešalicu, ali i njegova zapreminska masa, menjaju u funkciji vlažnosti).
- Količine (mase i zapremine) hidratisanog kreča, cementa i peska, kao i ukupnu količinu vode (zbir količine vode unete sa vlažnim peskom i naknadno dozirane vode) za izradu 1 m<sup>3</sup> maltera, a zatim još i zapreminsku masu svežeg, ugrađenog maltera, kao i vodovezivni faktor. Količine peska, odnosno vode definisati odvojeno, za slučaj suvog i za slučaj vlažnog peska. Pri proračunu, količine po masama zaokruživati na ceo kg/m<sup>3</sup>, a količine po zapreminama na 3-4 decimale.
- Ako je u jednu manju mešalicu, zapremine 150 lit, usuto najpre 10 kofa vlažnog peska ( $H_v=11,1\%$ ), sračunati po koliko kofa hidratisanog kreča i cementa, odnosno koliko kg dopunske količine vode, treba dodati u mešalicu za dobijanje ovakvog maltera. Sve količine ovako unetih komponenti u mešalicu sračunati i u zapreminskim jedinicama (u lit i u m<sup>3</sup>), kao i u masenim jedinicama (u kg). Računati sa zapreminom kofe od 10 lit. Sračunati zatim i zapreminu maltera izmešanog u mešalici (u ugrađenom stanju).
- Zapreminu vezivne kaše i zapreminu šupljina između zrna peska (u 1 kubnom metru maltera), a zatim definisati kojoj grupi (postan, mastan ili gust malter) pripada ovako definisan produžni malter. Sračunati i kompaktnost maltera prema Feret-u.

Komponenta maltera	Specifična masa (kg/m <sup>3</sup> )	Zapreminska masa (kg/m <sup>3</sup> )
Cement PC 42,5 N	3100	1200
Hidratizani kreč	3000	900
Rečni pesak 0/4 mm, sa neporoznim zrnima	2550	1620

AKO PIJE UVADENO  
U TEKSTU ZADATAKA, OVE  
KOMPONENTE PESKA UZEL  
UZIMAMO KAO SUVE

# GRAĐEVINSKI MATERIJALI 1

Ispitni list 20.06.2006. godine

1) Jedan pogon za prefabrikaciju betonskih elemenata, osim fabrike betona, poseduje i sopstvenu separaciju agregata, sa svim osnovnim sitima (4 mm, 8 mm, 16 mm i 31,5 mm) i »međusitima« (11,2 mm, 22,4 mm i 45 mm). U jednom periodu rada pogona sve 4 frakcije agregata, inače standardnih nazivnih krupnoća, u potpunosti su odgovarale gornjim graničnim linijama prema JUS B.82.10, pri čemu frakcija IV na situ otvora 22,4 mm ima prolaz od 58%. Za proizvodnju elemenata većih preseka, koristi se mešavina agregata "a", sa sve 4 frakcije, čije ordinate na sitima otvora 4, 8 i 16 mm približno odgovaraju ordinatama krive  $Y_a = 100 \sqrt{\frac{d}{31,5}}$  (zaokruženo na ceo %). Za proizvodnju elemenata nešto manjih preseka, međutim, umesto primene trofrakcijskih mešavina, koriste se mešavine "b" ili "c" sa 4 frakcije, ali uz eliminisanje zrna veličine preko 22,4 mm. Ovo se postiže bilo prosejavanjem gotove četvorofrakcijske mešavine "a" kroz »međusito« otvora 22,4 mm i eliminisanjem ostatka na tom situ (za mešavinu "b"), bilo prosejavanjem samo najkrupnije frakcije-frakcije IV (16/31,5 mm) kroz isto sito i eliminisanjem ostatka na njemu (za mešavinu "c"), koja se zatim meša sa prve tri frakcije.

a) Odrediti učešće gore definisanih frakcija agregata u mešavini "a", a zatim sračunati i sve ordinate  $Y_a$  ovako dobijene mešavine.

b) Definirati mešavinu "b" agregata koja se dobija prosejavanjem mešavine "a" kroz sito 22,4 mm, a zatim i učešća svih frakcija u mešavini "c" koja bi se dobila mešanjem frakcija I (0/4), II (4/8) i III (8/16) sa frakcijom IV, dobijenom prosejavanjem frakcije IV kroz »međusito« otvora 22,4 mm (međusito) i odstranjivanjem svih zrna koja ostaju na tom situ. Pri definisanju mešavine "c" poći od uslova da na sitima otvora 4, 8 i 16 mm prolasci odgovaraju ordinatama  $Y_c = 100 \sqrt{\frac{d}{22,4}}$ , zaokruženim na ceo %. Sračunati sve ordinate za mešavine "b" i "c", kao i njihove međusobne razlike za sve pojedine otvore sita  $|Y_b - Y_c|$ .

Za sračunavanje učešća frakcija u mešavinama "a" i "c" preporučuje se korišćenje metode postupnog približavanja, uz tačnost za nepoznate zaokruženu na ceo % učešća. Pri ovakvom proračunu, kao polazna učešća frakcija usvojit ćehtevani % svake kategorije zrna (0/4 mm, 4/8 mm, 8/16 mm i 16/31,5 mm) u mešavini "a", odnosno "c", dobijen nakon sračunavanja ordinata  $Y_a$  odnosno  $Y_c$  putem datih izraza. Za sledeću aproksimaciju treba korigovati polazna učešća na osnovu sračunatih ordinata  $Y$  mešavine, samo na sitima 4, 8 i 16 mm.

c) U okviru jedinstvenog koordinatnog sistema skicirati linije prosejavanja sve tri mešavine, kao i polaznih frakcija (uključujući i frakciju IV).

Pomoć pri rešenju: Kada se iz nekog agregata A, koji na situ proizvoljnog otvora  $d_k$  ima prolaz  $Y_{A,k}$ , odstrane sva zrna krupnoća iznad  $d_k$ , prolasci kroz bilo koje sito otvora  $d_i \leq d_k$  tako dobijenog, novog agregata B određuju se polazeći od logične činjenice da je za  $i=k$ , tj.  $d_i = d_k$ :  $Y_{B,k} = (Y_{A,i} / Y_{A,k}) \cdot 100 = 100\%$ .



20.6.2006. II

①

d[mm]	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	11,2	16	22,4	31,5	
y <sub>I</sub> (%)	13	30	50	80	100	100	100	100	100	100	100	
y <sub>II</sub> (%)				0	25	15	100	100	100	100	100	
y <sub>III</sub> (%)					0	5	15	155	100	100	100	
y <sub>IV</sub> (%)						0	5	10	15	158	100	

a) UČEŠĆA FRAKCIJA U MEŠAVINI "A", ORDINATE  $y_A$

\*ordinate na  $d=4, d=8, d=16\text{mm}$  odgovaraju ordinatama krive  $y_A = 100 \cdot \sqrt{\frac{d}{31,5}}$

$$y_4 = 100 \cdot \sqrt{\frac{4}{31,5}} = 36\%$$

$$y_8 = 100 \cdot \sqrt{\frac{8}{31,5}} = 50\%$$

$$y_{16} = 100 \cdot \sqrt{\frac{16}{31,5}} = 71\%$$

$$d=4\text{mm} \Rightarrow 100x_1 + 15x_2 + 5x_3 + 0x_4 = 36 \quad (\text{I})$$

$$d=8\text{mm} \Rightarrow 100x_1 + 100x_2 + 15x_3 + 5x_4 = 50 \quad (\text{II})$$

$$d=16\text{mm} \Rightarrow 100x_1 + 100x_2 + 100x_3 + 15x_4 = 71 \quad (\text{III})$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 1 \quad (\text{IV})$$

$$\text{I, II} \Rightarrow x_4 = 0,34 = 34\%$$

$$\text{II, III} \Rightarrow x_3 = 0,21 = 21\%$$

$$\text{I, IV} \Rightarrow x_2 = 0,12 = 12\%$$

$$\Rightarrow x_1 = 0,33 = 33\%$$

učesća frakcija u mešavini "A"

\* Ordinate  $y_A$  se računaju pomoću formule:

$$y_A = k_1 y_I + k_2 y_{II} + k_3 y_{III} + k_4 y_{IV}$$

odnosno:

$$y_A = 0,33 y_I + 0,12 y_{II} + 0,21 y_{III} + 0,34 y_{IV}$$

$d_i [mm]$	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	11,2	16	22,4	31,5
$y_A (\%)$	4,29	9,9	16,5	26,4	33,6	35,85	49,85	53,95	71,1	85,72	100
$y_A (\%)^2$	4	10	17	26	34	36	50	60	71	86	100

b) DEFINISANJE MEŠAVINE "B", UČEŠĆA FRAKCIJA U MEŠAVINI "C", ORDINATE  $y_C$ , MEĐUSOBNE RAZLIKE  $y_B$  i  $y_C$

\* mešavina "B" se dobija prosejavanjem mešavine "A" kroz sito otvora 22,4 mm. (ono što je ostalo na situ BACI SE!)

ordinate  $y_B$  se računaju po formuli:  
(ako dobijes  $y_B > 100$  - izbac se!)

$$y_{Bik} = \left( \frac{y_{Aik}}{y_{A22,4}} \right) \cdot 100 = 100\%, \text{ t.j. } y_B = \frac{y_{Aik}}{y_{22,4}} \cdot 100 = \frac{y_{Aik}}{86} \cdot 100$$

$d_i [mm]$	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	11,2	16	22,4	31,5
$y_A (\%)$	4	10	17	26	34	36	50	60	71	86	100
$y_B (\%)$	4,65	11,63	19,76	30,23	39,53	41,86	58,14	69,76	82,56	100	100
$y_B (\%)^2$	5	12	20	30	40	42	58	70	83	100	100

\* mešavina "C" se dobija mešanjem frakcija I, II, III  
 sa frakcijom IVa dobijenom prosejavanjem  
 frakcije IV kroz sito otvora 22,4mm

$$y_{IVa} = \frac{y_{IVi}}{y_{22,4}} \cdot 100 = \frac{y_{IVi}}{58} \cdot 100$$

$d_i [mm]$	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	11,2	16	22,4	31,5	
$y_{IVa}(\%)$							0	5	10	15	58	100
$y_{IVa}(\%)^2$							0	9	17	26	100	100

$$d = 4mm \Rightarrow y_{c,4} = 100 \cdot \frac{4}{22,4} = 42\%$$

$$d = 8mm \Rightarrow y_{c,8} = 100 \cdot \frac{8}{22,4} = 60\%$$

$$d = 16mm \Rightarrow y_{c,16} = 100 \cdot \frac{16}{22,4} = 85\%$$

$$d = 4mm \Rightarrow 100x_1 + 15x_2 + 5x_3 + 0 \cdot x_4 = 42 \quad (I)$$

$$d = 8mm \Rightarrow 100x_1 + 100x_2 + 15x_3 + 9 \cdot x_4 = 60 \quad (II)$$

$$d = 16mm \Rightarrow 100x_1 + 100x_2 + 100x_3 + 26x_4 = 85 \quad (III)$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 1 \quad (IV)$$

$$III, IV \Rightarrow x_4 = 0,20 = 20\%$$

$$II, III \Rightarrow x_3 = 0,25 = 25\%$$

$$I, IV \Rightarrow x_2 = 0,17 = 17\%$$

$$\Rightarrow x_1 = 0,38 = 38\%$$

$$y_c = k_1 y_c + k_2 y_{II} + k_3 y_{III} + k_4 y_{IV}$$

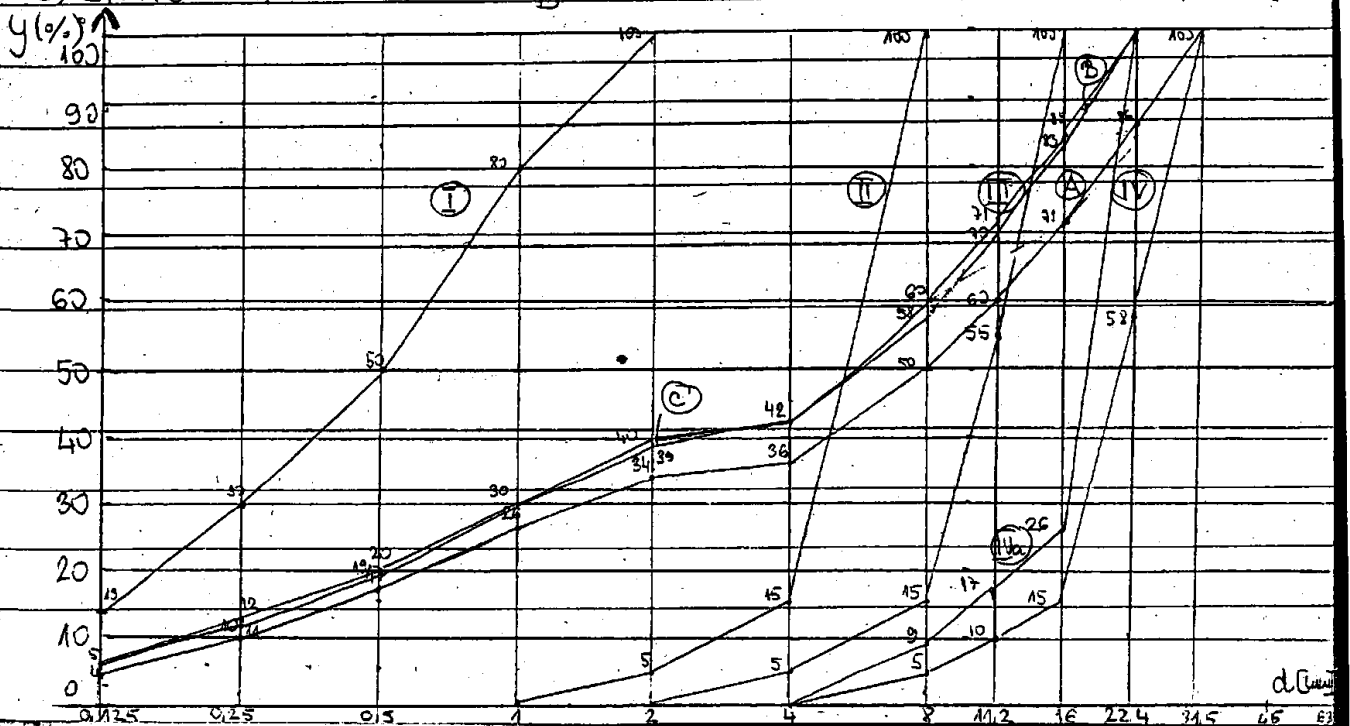
~~$$y_c = 0,38 y_I + 0,17 y_{II} + 0,25 y_{III} + 0,20 y_{IV}$$~~

$d_{\text{eff}}[\text{mm}]$	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	11,2	16	22,4	31,5
$y_c(\%)$	4,94	11,4	19	30,4	38,85	41,8	60,5	79,75	85,2	100	100
$y_c(\%)^2$	5	11	19	30	38	42	60	71	85	100	100

\* međusobne razlike  $y_z$  i  $y_c$  se računaju pomoću formule  $|y_z - y_c|$

$d_i [\text{mm}]$	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	11,2	16	22,4	31,5
$y_B (\%)$	5	12	20	30	40	42	58	70	83	100	100
$y_c (\%)$	5	11	19	30	33	42	60	71	85	100	100
$ y_B - y_c $	0	1	1	0	1	0	2	1	2	0	0

c) LINIJE PROSEJAVANJA





②

\*  $m_{H_2O} : m_c : m_p = 1 : 2 : 9$  - Razmera komponenti

\*  $\bar{H}_a = 11,1\%$  - apsolutna vlažnost peska

\* predviđeno dodavanje još 128 l vode za  $1 m^3$  maltera

\* malterisana površina je  $500 m^2$ , sloj debljine  $2 cm \Rightarrow$   
 $V = 500 m^2 \cdot 0,02 m = 10 m^3$  - zapremina maltera

\* uloženo je 64 vreće po  $50 kg$  cementa  $\Rightarrow$

$m_c = 3200 kg$  - masa cementa za  $10 m^3$

\* specifične mase:

$$\rho_c = 3100 kg/m^3$$

$$\rho_{H_2O} = 1000 kg/m^3$$

$$\rho_p = 2550 kg/m^3 \text{ (suvo pesko)}$$

\* zapreminske mase:

$$\rho_c' = 1600 kg/m^3$$

$$\rho_{H_2O}' = 900 kg/m^3$$

$$\rho_p' = 1620 kg/m^3 \text{ (suvo pesko)}$$

a) RAZMERA MEŠANJA ČVRSTIH KOMPONENTI U ZAPREMINSKIM JEDINICAMA ZA SLUČAJ SUVOG I VLAŽNOG PESKA

\* prvenstveno je potrebno izračunati masu svake komponente za  $1 m^3$  maltera

$$m_{H_2O} : m_c : m_p = 1 : 2 : 9 \Rightarrow m_c = 2 m_{H_2O} ; m_p = 9 m_{H_2O}$$

$$m_{H_2O} = 1600 kg$$

$$m_p = 14400 kg$$

$$m_c = 3200 kg$$

} za  $10 m^3$  maltera

• Za  $1\text{ m}^3$  maltera:

$$m_c = 320\text{ kg}$$

$$m_{HK} = 160\text{ kg}$$

$$m_P = 1440\text{ kg (suvi pesak)}$$

\* potrebno je izračunati i zapreminsku masu i masu vlažnog peska

$$\rho_{vl} = \rho_P \left(1 + \frac{H_a}{100}\right) = 1620 \left(1 + \frac{11,1}{100}\right) \Rightarrow \rho_{vp} = 1800\text{ kg/m}^3$$

$$m_{VP} = m_P \cdot \left(1 + \frac{H_a}{100}\right) \Rightarrow m_{VP} = 1600\text{ kg}$$

\* sad je potrebno izraziti zapremine preko masa i tako ćemo izraziti i njihov odnos

$$V_{HK} = \frac{m_{HK}}{\rho_{HK}} = 0,1778\text{ m}^3 \quad V_c = \frac{m_c}{\rho_c} = 0,2667\text{ m}^3$$

• Za slučaj suvog peska:

$$V_P = \frac{m_P}{\rho_P} = 0,8889$$

$$V_{HK} : V_c : V_P = 1 : 1,5 : 5$$

• Za slučaj vlažnog peska:

$$V_{VP} = \frac{m_{VP}}{\rho_{VP}} = 0,8889$$

$$V_{HK} : V_c : V_{VP} = 1 : 1,5 : 5$$

b) MASE I ZAPREKINE H.K., C, P, UKUPNA KOLIČINA VODE - ZA  $1\text{m}^3$  MALTERA, ZAPREMINSKA MASA SVEŽEG UGRAĐENOG MALTERA, VODOVEZIVNI FAKTOR. (PESAK, VODA - ODVOJENO ZA SUV I VLAŽAN P.)

\* mase i zapremine h.k., c., p., za  $1\text{m}^3$  su već izračunate

$$m_{hk} = 160 \text{ kg/m}^3, \quad V_{hk} = 0,1778 \text{ m}^3$$

$$m_c = 320 \text{ kg/m}^3, \quad V_c = 0,2667 \text{ m}^3$$

$$m_p = 1400 \text{ kg/m}^3, \quad V_p = 0,8889 \text{ m}^3 \text{ (suv pesak)}$$

$$m_{vp} = 1600 \text{ kg/m}^3, \quad V_{vp} = 0,8889 \text{ m}^3 \text{ (vlažan pesak)}$$

\* ukupna količina vode (zbir količine vode unete sa vlažnim peskom i naknadno doziranje)

• suv pesak:

$$m_{uv} = m_{vp} - m_p = 160 \text{ kg}$$

$$m_v = 160 + 128 = 288 \text{ kg}$$

$$V_v = \frac{288}{1000} \Rightarrow V_v = 0,288 \text{ m}^3$$

• vlažan p:

$$m_v = 128 \text{ kg}$$

$$V_v = \frac{128}{1000}$$

$$V_v = 0,128 \text{ m}^3$$

\* Zapreminska masa svežeg ugrađenog maltera ( $\rho_{m,s}$ ) i vodovezivni faktor ( $w$ ) se računaju po formulama

•  $\rho_{m,s} = m_{hk} + m_p + m_v \text{ [kg/m}^3\text{]} - \text{za suv pesak}$

•  $w = \frac{m_v}{m_{uv}} - \text{za suv pesak}$

Davle;

$$\rho_{m,sv} = \frac{m_{w1} + m_{w2} + m_p + m_k}{m_{hk} + m_c + m_p + m_v} \Rightarrow$$

$$\rho_{m,sv} = 2208 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$W = \frac{m_v}{m_{w1} + m_{w2}} = \frac{m_v}{m_{hk} + m_c} \Rightarrow$$

$$W = 0,6$$

c) BROJ KOFA H.K I C, KOLIČINA DOPUNSKE VODE  
ZA DOBIJANJE OVAKVOG MALTERA (1 u l, u<sup>3</sup> i u kg)  
ZAPREMINA MALTERA IZMEŠANOG U MEŠALICI  
(U UGRAĐENOM STANJU)

\* Zapremina mešalice je 150l  $\Rightarrow V_{m,5} = 0,150 \text{ m}^3$

\* U mešalici je usuto 10 kofa v. peska

\* 1 kofa ima 10 l

\* možemo izračunati zapreminu v.p. u mešalici

$$V_{vp} = 10 \cdot 10 \text{ l} = 100 \text{ l} \Rightarrow V_{vp} = 0,1 \text{ m}^3$$

\* iz poznatog zap. odnosa -  $V_{hk} : V_c : V_p = 1 : 1,5 : 5$

možemo izračunati i zapremine h.k. i c.

$$V_c = 1,5 \frac{V_p}{5} ; V_{hk} = \frac{V_p}{5}$$

$$V_c = 0,03 \text{ m}^3 \quad (3 \text{ kofe}) \Rightarrow V_c = 30 \text{ l}$$

$$V_{hk} = 0,02 \text{ m}^3 \quad (2 \text{ kofe}) \Rightarrow V_{hk} = 20 \text{ l}$$

\* preko dobijenih zapremina tako izračunavamo i mase  $m_k$  i  $c$ , kao i ukupnog peska

$$m_{vp} = V_{vp} \cdot \rho_{vp} \Rightarrow m_{vp} = 180 \text{ kg/m}^3$$

$$m_{mr} = V_{mr} \cdot \rho_{mr} \Rightarrow m_{mr} = 18 \text{ kg/m}^3$$

$$m_c = V_c \cdot \rho_{mc} \Rightarrow m_c = 36 \text{ kg/m}^3$$

$$m_p = \frac{m_{vp}}{\left(1 + \frac{H_a}{100}\right)} \Rightarrow m_p = 162 \text{ kg/m}^3$$

\* potrebno: količinu dopunske vode ćemo dobiti tako što ćemo izračunati vodu unetu vlažnu peskom i ukupnu količinu vode (pomnožimo  $w$  sa  $m_p$ )

- uneta vl. peskom:

$$m_v = m_{vp} - m_p = 18 \text{ kg/m}^3$$

- ukupna količina vode:

$$m_w = 0,6 \cdot (m_p + m_v) = 32,4 \text{ kg/m}^3$$

- količina dopunske vode:

$$32,4 - 18 = 14,4 \text{ l}$$

\* zapremina maltera: izmešanoj u mešalici u ugaštenom stanju se računa preko formule:

$$V_m = \frac{m_m}{\rho_{m,s}} = \frac{m_{vp} + m_{mr} + m_c + m_{dv}}{\rho_{m,s}} = \frac{180 + 18 + 36 + 14,4}{2208} \Rightarrow$$

$$V_m = 0,1125 \text{ m}^3$$

d) ZAPREMINA VEZIVNE KAŠE, ZAPREMINA ŠUPGINA  
IZMEĐU ZRNA PESKA (1 m<sup>3</sup>), GRUPA MALTERA,  
KOMPAKTNOST PREMA FEERU

\* Zapremina vezivne kaše se računa:

$$V_{VK} = \bar{V}_c + \bar{V}_{HK} + V_v = \frac{m_c}{\rho_{sc}} + \frac{m_{HK}}{\rho_{HK}} + \frac{\overset{\text{SUV. P.}}{(m_v)}}{\rho_{sv}} = \frac{320}{3100} + \frac{160}{3000} + \frac{288}{1000}$$

$$\Rightarrow V_{VK} = 0,144 \text{ m}^3$$

\* Zapremina šupgina između zrna peska:

$$V_s = \left( \frac{1}{\rho_p} - \frac{1}{\rho_{sp}} \right) \cdot m_p = \left( \frac{1}{1620} - \frac{1}{2550} \right) \cdot 1440 \Rightarrow$$

$$V_s = 0,324 \text{ m}^3$$

\* grupa maltera zavisi od koeficijenta kompa-  
ktnosti koji se izračunava formulom:

$$k = \frac{\frac{m_{HK}}{\rho_{HK}} + \frac{m_c}{\rho_{sc}} + \frac{m_v}{\rho_{sv}}}{\left( \frac{1}{\rho_p} - \frac{1}{\rho_{sp}} \right) \cdot m_p} = \frac{\frac{160}{3000} + \frac{320}{3100} + \frac{288}{1000}}{\left( \frac{1}{1620} - \frac{1}{2550} \right) \cdot 1440} \Rightarrow k \approx 1,4$$

$k > 1 \Rightarrow$  malter je mostan

\* Kompaktnost maltera prema Feeru:

$$k_F = \bar{V}_{HK} + \bar{V}_c + \bar{V}_p = \frac{m_{HK}}{\rho_{HK}} + \frac{m_c}{\rho_{sc}} + \frac{m_p}{\rho_{sp}} = \frac{160}{3000} + \frac{320}{3100} + \frac{1440}{2550}$$

$$\Rightarrow k_F = 0,72$$

b) Potrebne količine u  $m^3$  (ili u l), kao i u kg suvih komponenti maltera, kao i ukupno potrebnu količinu vode (onu, unetu sa vlažnim peskom, kao i naknadno dodatu vodu) za  $1 m^3$  maltera, zatim zapreminsku masu svežeg, ugrađenog maltera i vodovezivni faktor. Količine peska i vode definisati odvojeno za slučaj suvog i za slučaj vlažnog peska. Pri proračunu, količine po masama zaokruživati na ceo  $kg/m^3$ , a količine po zapreminama na 3-4 decimale.

c) Ako zapremina kofe iz osnovnog teksta zadatka iznosi 10 l, po koliko kg, odnosno po koliko litara vlažnog peska, hidratisanog kreča i cementa, kao i dopunske količine vode, se unosi u mešalicu za dobijanje ovakvog maltera. Kolikoj zapremini ugrađenog maltera odgovara ovako izmešana količina maltera u mešalici.

$$V_{m,sv} = \frac{m_{m,sv}}{\rho_{m,sv}}$$

d) Zapreminu vezivne kaše, zapreminu šupljina između zrna peska (sve u 1 kubnom metru maltera), a zatim definisati kojoj grupi (postan, mastan ili gust) pripada ovako definisan produžni malter. Sračunati i kompaktnost maltera prema Feret-u.

Komponenta maltera	Specifična masa	Zapreminska masa
Cement PC 42,5 N	3,1	1,2
Hidratirani kreč	3,0	0,9
Rečni pesak	2,55	1,62

**GRAĐEVINSKI MATERIJALI 1**  
Pisмени ispit, 26.08.2006. godine

1) U priloženoj tablici dati su rezultati prosejavanja – ostaci na sitima za 4 frakcije rečnog agregata, koje se primenjuju za proizvodnju betona kod koga mešavina agregata "1" ima prolasku kroz sita otvora 4, 8 i 16 mm koji približno odgovaraju izrazu:  $\gamma_s = 100 \sqrt{\frac{d}{D}}$  (zaokruženo na ceo % prolaska), pri čemu je veličina  $D$  nominalno najkrupnije zrno frakcije IV iz tablice.

Potrebno je:

- Sračunati ordinate krivih prosejavanja datih frakcija agregata.
- Odrediti procentualno učešće datih frakcija u mešavini "1" sa tačnošću  $\pm 1\%$ , pri čemu se traženo učešće može dobiti i metodom postupnog približavanja, ali i na drugi način, pa zatim sračunati i ordinate granulometrijske krive ove mešavine.
- Odrediti učešće istih frakcija u mešavini "2" koja se dobija tako što se pre doziranja u mešalicu mešavina agregata "1" proseje kroz sito otvora 22,4 mm i izostavi agregat koji je ostao na ovom situ, kao i mešavine "3" dobijene mešanjem prve tri date frakcije (I, II i III) sa novom frakcijom IV<sub>a</sub>, koja se dobija prosejavanjem date frakcije IV kroz ovo isto sito, pa se za mešavinu upotrebi samo onaj njen deo koji je prošao kroz sito. Za ordinate mešavine "3" na sitima otvora 4, 8 i 16 mm primeniti isti dati izraz, pri čemu za veličinu  $D$  treba usvojiti nominalno najkrupnije zrno frakcije IV<sub>a</sub>.
- U zajedničkom koordinatnom sistemu skicirati linije prosejavanja sve tri mešavine, kao i polaznih frakcija (uključujući i frakciju IV<sub>a</sub>).

$d_i$ (mm) →	Delimični ostaci (kg)										
	dno	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	22,4	31,5
I (0/4)	0,195	0,255	0,30	0,45	0,30	0	0	0	0	0	0
II (4/8)	0	0	0	0	0,15	0,30	2,55	0	0	0	0
III (8/16)						0,50	1,00	8,50	0	0	0
IV (16/31,5)							1,00	2,00	8,40	<del>12,60</del>	0

2) Krečno-cementni (produžni) <sup>malter</sup> za unutrašnje malterisanje zidova jednog objekta tako što se u mešalicu unosi po 10 kofa vlažnog rečnog peska, krupnoće 0/4 mm, po 2 kofe hidratisanog kreča i po 3 kofe cementa. Vlažnost peska (apsolutna), čija se zrna mogu smatrati 100% kompaktnim, je 11,1%, a za dobijanje potrebne obradljivosti maltera, dodaje se još 128 lit vode za 1 m<sup>3</sup> maltera. Po završetku malterisanja površine od 250 m<sup>2</sup>, slojem prosečne debljine od 2 cm, konstatovano je da je za malterisanje ovim malterom utrošeno 800 kg hidratisanog kreča.

Ako specifične, odnosno zapreminske mase, kreča, cementa i suvog peska (u g/cm<sup>3</sup>) imaju vrednosti prema datoj tablici, odrediti

- Razmeru mešanja čvrstih komponenti u zapreminskim i u masenim jedinicama, kako za slučaj vlažnog, tako i za slučaj suvog i peska, vodeći računa da se i potrebna masa peska za doziranje u mešalicu, ali i njegova zapreminska masa, menjaju u funkciji sušenja, tj. gubitka date vlažnosti.



26.8.2006.

①

$d_i$ [mm]	$d_{no}$	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	22,4	31,5
I (0/4)	0,195	0,255	0,30	0,45	0,30	0	0	0	0	0	0
II (4/8)	0	0	0	0	0,15	0,30	2,55	0	0	0	0
III (8/16)						0,50	1,00	8,50	0	0	0
IV (16/31,5)							1,00	2,00	8,40	8,60	0

a) ORDINATE KRVIH PROSEJAVANJA DATIH FRAKCIJA

\* Za ove proračune koristimo sledeće formule.

$a_i$  - delimični ostaci na sitima

$O_i$  - kumulativni ostaci

$p_i$  - procentualna veličina kumulativnog ostataka

$$y_i(\%) = 100 - p_i(\%)$$

$$p_i(\%) = \frac{O_i}{A} \cdot 100 = \frac{100}{A} \cdot \sum_{i=1}^n a_i$$

$$O_i = \sum_{i=1}^n a_i \quad \text{t.j.} \quad A = O_i = \sum a_i$$

\* u našem slučaju:

$$- \text{I (0/4)} \Rightarrow A_I = \sum a_i = 1,5 \text{ kg} = O_i \quad p_I = \frac{O_i}{A_I} \cdot 100[\%] \quad y_I = 100 - p_i[\%]$$

$$- \text{II (4/8)} \Rightarrow A_{II} = \sum a_i = 3 \text{ kg} = O_i \quad p_{II} = \frac{O_i}{A_{II}} \cdot 100[\%] \quad y_{II} = 100 - p_i[\%]$$

$$- \text{III (8/16)} \Rightarrow A_{III} = \sum a_i = 10 \text{ kg} = O_i \quad p_{III} = \frac{O_i}{A_{III}} \cdot 100[\%] \quad y_{III} = 100 - p_i[\%]$$

$$- \text{IV (16/31,5)} \Rightarrow A_{IV} = \sum a_i = 20 \text{ kg} = O_i \quad p_{IV} = \frac{O_i}{A_{IV}} \cdot 100[\%] \quad y_{IV} = 100 - p_i[\%]$$

I

	$d_i [\text{mm}]$	$d_{\text{no}}$	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	22,4	31,5	
	$a_i (\text{kg})$	0,195	0,255	0,30	0,45	0,30	0	0	0	0	0	0	
I (0/4)	$O_i (\text{kg})$	1,5	1,305	1,05	0,75	0,30	0	0	0	0	0	0	
	$p_i (\%)$	100	87	70	50	20	0	0	0	0	0	0	
	$y_i (\%)$	0	13	30	50	80	100	100	100	100	100	100	
	$a_i (\text{kg})$	0	0	0	0	0,15	0,30	2,55	0	0	0	0	
	$O_i (\text{kg})$	3	3	3	3	3	2,85	2,55	0	0	0	0	
II (4/8)	$p_i (\%)$	100	100	100	100	100	95	85	0	0	0	0	
	$y_i (\%)$	0	0	0	0	0	5	15	100	100	100	100	
	$a_i (\text{kg})$	0	0	0	0	0	0,50	1,00	8,50	0	0	0	
	$O_i (\text{kg})$	10	10	10	10	10	10	9,50	8,50	0	0	0	
	$p_i (\%)$	100	100	100	100	100	100	95	85	0	0	0	
III (8/16)	$y_i (\%)$	0	0	0	0	0	0	5	15	100	100	100	
	$a_i (\text{kg})$	0	0	0	0	0	0	1,00	2,00	8,40	8,60	0	
	$O_i (\text{kg})$	20	20	20	20	20	20	20	17	17	8,60	0	
	$p_i (\%)$	100	100	100	100	100	100	100	95	85	43	0	
IV (16/31,5)	$y_i (\%)$	0	0	0	0	0	0	0	5	15	57	100	

b) PROCENTUALNO UČEŠĆE FRAKCIJA U MEŠAVINI<sup>1</sup>  
ORDINATE GRANULOMETRIJSKE KRIVE

$$+ d = 4 \text{ mm} \Rightarrow y_4^4 = 100 \sqrt{\frac{4}{31,5}} = 35,63 \approx 36\%$$

$$+ d = 8 \text{ mm} \Rightarrow y_8^8 = 100 \sqrt{\frac{8}{31,5}} = 50,39 \approx 50\%$$

$$* d = 16 \text{ mm} \Rightarrow y_{16}^{16} = 100 \sqrt{\frac{16}{31,5}} = 71,27 \approx 71\%$$

$$* d=4\text{mm} \Rightarrow 100x_1 + 15x_2 + 5x_3 + 0 \cdot x_4 = 36 \quad (\text{I})$$

$$* d=8\text{mm} \Rightarrow 100x_1 + 100x_2 + 15x_3 + 5x_4 = 50 \quad (\text{II})$$

$$* d=16\text{mm} \Rightarrow 100x_1 + 100x_2 + 100x_3 + 15x_4 = 71 \quad (\text{III})$$

$$* x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 1$$

$$\text{III, IV} \Rightarrow x_4 = 0,34 = 34\%$$

$$\text{II, III} \Rightarrow x_3 = 0,21 = 21\%$$

$$\text{I, IV} \Rightarrow x_2 = 0,12 = 12\%$$

$$\Rightarrow x_1 = 0,33 = 33\%$$

$$* y_1 = x_1 \cdot y_{\text{I}} + x_2 \cdot y_{\text{II}} + x_3 \cdot y_{\text{III}} + x_4 \cdot y_{\text{IV}} = 0,34 y_{\text{I}} + 0,21 y_{\text{II}} + 0,12 y_{\text{III}} + 0,33 y_{\text{IV}}$$

$d_i [\text{mm}]$	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	22,4	31,5	
$y_1 (\%)$	4,29	9,9	16,5	26,4	33,6	35,85	49,85	71,10	85,38	100	
$y_1 (\%)^2$	4	10	17	26	34	36	50	71	85	100	

### c) UČESĆE FRAKCIJA U MEŠAVINAMA "2" I "3"

\* mešavina "2" se dobija presejanjem a. "1" kroz sito 22,4 i izostavlja se a. koji je ostao na situ

$$y_2 = \frac{y_{1i}}{y_{1,22,4}} \cdot 100 (\%) \Rightarrow y_2 = \frac{y_{1i}}{85} \cdot 100\% \quad (\text{ako dobiješ } > 100 \text{ to izostaviš!!!})$$

$d_i [\text{mm}]$	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	22,4	
$y_2 (\%)$	4,7	11,7	20,00	30,58	40,00	42,35	58,82	83,53	100	
$y_2 (\%)^2$	5	12	20	31	40	42	59	84	100	

\* mešavina 13<sup>II</sup> se dobija mešanjem prve 3. frakcije i novom 14a (prosejanjem IV), te moramo prvo doći do nje

$$\overline{14a} = \frac{10}{57} \cdot 100\%$$

di[mm]	0,125	0,125	0,5	1	2	4	8	16	22,4
$y_i(\%)$	0	0	0	0	0	0	5	15	57
$\overline{14a}(\%)$							8,177	26,32	100
$\overline{14a}(\%)^2$							9	26	100

$$* d=4\mu m \Rightarrow y_1^4 = 100 \sqrt{\frac{4}{22,4}} \approx 42$$

$$* d=8\mu m \Rightarrow y_2^8 = 100 \sqrt{\frac{8}{22,4}} \approx 60$$

$$* d=16\mu m \Rightarrow y_3^{16} = 100 \sqrt{\frac{16}{22,4}} \approx 85$$

$$* d=4\mu m \Rightarrow 100x_1 + 15x_2 + 5x_3 + 0 \cdot x_4 = 42 \quad (I)$$

$$* d=8\mu m \Rightarrow 100x_1 + 100x_2 + 15x_3 + 3 \cdot x_4 = 60 \quad (II)$$

$$* d=16\mu m \Rightarrow 100x_1 + 100x_2 + 100x_3 + 26x_4 = 85 \quad (III)$$

$$* \Rightarrow x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 1 \quad (IV)$$

$$III, IV \Rightarrow x_4 = 0,20 = 20\%$$

$$II, III \Rightarrow x_3 = 0,25 = 25\%$$

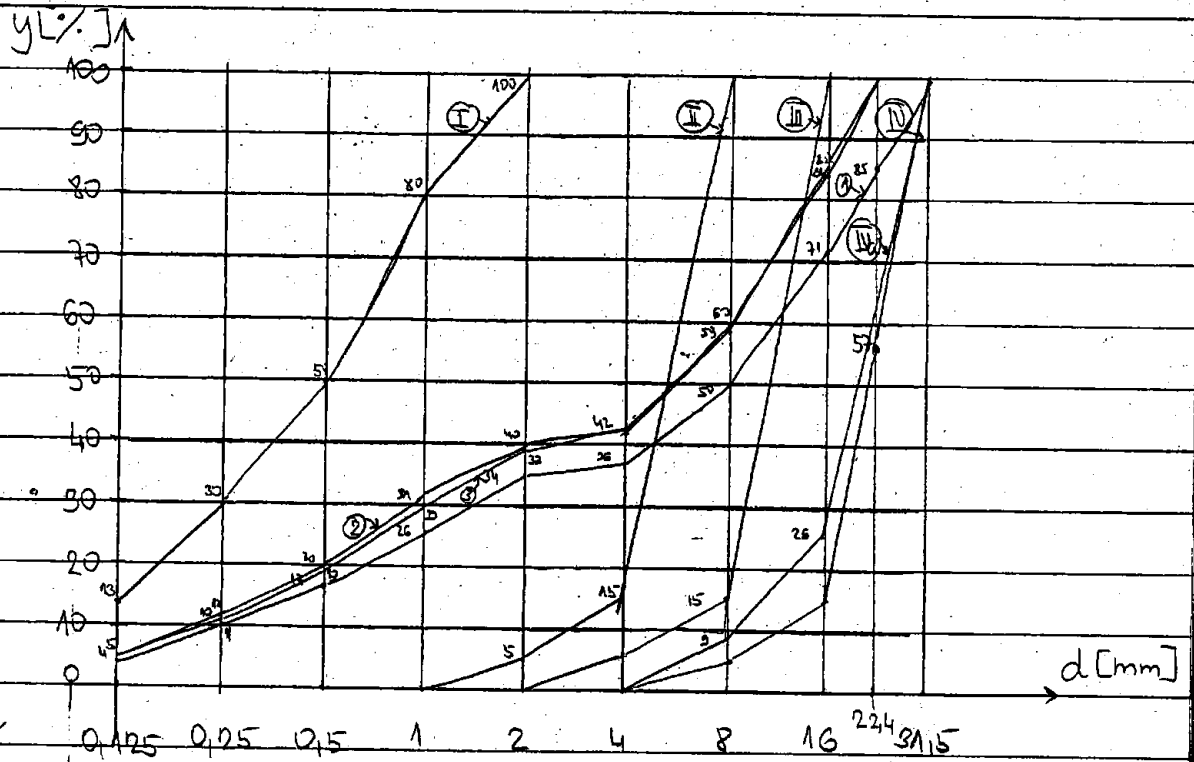
$$I, IV \Rightarrow x_2 = 0,17 = 17\%$$

$$\Rightarrow x_1 = 0,38 = 38\%$$

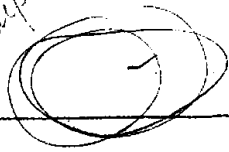
$$y_3 = 0,38 y_I + 0,17 y_{II} + 0,25 y_{III} + 0,20 y_{IV} a$$

$d_i [mm]$	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	22,4
$y_3 (\%)$	4,94	11,40	19	30,4	38,85	41,8	60,50	85,20	100
$y_3 (\%)^{\pm}$	5	11	19	30	39	42	60	85	100

d) LINIJE PROSEJAVANJA POLAZNIH FRAKCIJA



\* zapremine  
odnos  
komponenti



②

\* 10 kofa vlažnog peska

\* 2 kofe li kreča

\* 3 kofe cementa

\*  $H_a = 11,1\%$  - vlažnost peska

\* još 128 l vode za  $1 m^3$

\* površina  $250 m^2$ , debljina sloja 2 cm

$$\Rightarrow V_m = 5 m^3$$

\* utrošeno 800 kg l.k.  $\Rightarrow m_{l.k.} = 800 kg$

\* specifične mase:

$$\rho_{sc} = 3,1 = 3100 kg/m^3$$

$$\rho_{kr} = 3 = 3000 kg/m^3$$

$$\rho_{sp} = 2,55 = 2550 kg/m^3 (suw)$$

\* zapreminske mase:

$$\rho_c = 1,2 = 1200 kg/m^3$$

$$\rho_{kr} = 0,9 = 900 kg/m^3$$

$$\rho_p = 1,62 = 1620 kg/m^3 (suw)$$

a) RAZMERA MEŠANJA KOMPONENTI U ZAPREMINSKIM I MASENIM JEDINICAMA (I ZA V. I ZA S. PESAK)

\* da bismo izračunali traženo potrebne su nam utrošene komponente za  $1 m^3$  maltera, kao i zapreminska masa vlažnog peska

$$\rho_{vp} = \rho_{sp} \left( 1 + \frac{H_a}{100} \right) \quad H_a = \frac{m_{ov} - m_o}{m_o} \cdot 100\%$$

$$m_{vr} = m_{sp} \left( 1 + \frac{H_a}{100} \right) \Rightarrow m_{sp} = \frac{m_{vr}}{1 + \frac{H_a}{100}}$$

$$\gamma_{vp} = 1620 \left( 1 + \frac{11,1}{100} \right) \Rightarrow \gamma_{vp} = 1800 \text{ kg/m}^3$$

• masa k. k za  $1 \text{ m}^3$  je  $800:5 \Rightarrow m_{tk} = 160 \text{ kg}$

• masno zluo:  $V_{tk}:V_c:V_p = 1:1,5:5$

$$\Rightarrow m_c = 320 \text{ kg}$$

$$\Rightarrow m_p = 1440 \text{ kg (suvo)}$$

} za  $1 \text{ m}^3$

•  $m_{vp} = 1600 \text{ kg}$

• Razmera mešanja za slučaj suvo peska:

$$V_{tk}:V_c:V_p = \frac{m_{tk}}{\gamma_{tk}} : \frac{m_c}{\gamma_c} : \frac{m_p}{\gamma_p} \Rightarrow V_{tk}:V_c:V_p = 1:1,5:5$$

$$m_{tk}:m_c:m_p = 160:320:1440 \Rightarrow m_{tk}:m_c:m_p = 1:2:9$$

• Razmera mešanja za slučaj vlažno peska:

$$V_{tk}:V_c:V_{vp} = \frac{m_{tk}}{\gamma_{tk}} : \frac{m_c}{\gamma_c} : \frac{m_{vp}}{\gamma_{vp}} \Rightarrow V_{tk}:V_c:V_{vp} = 1:1,5:5$$

$$m_{tk}:m_c:m_{vp} = 160:320:1600 \Rightarrow m_{tk}:m_c:m_{vp} = 1:2:10$$

b) POTREBNE KOLIČINE KOMPONENTA ZA  $1 \text{ m}^3$  MALTERA U  $\text{m}^3$  I  $\text{kg}$  I KOLIČINA VODE, ZAPREMINSKA MASA SUVOG MALTERA I VODOVEZIVNI FAKTOR

\* Količine komponent za  $1 \text{ m}^3$ ,

$$m_{tk} = 160 \text{ kg/m}^3 \quad V_{tk} = 0,1778 \text{ m}^3$$

$$m_c = 320 \text{ kg/m}^3 \quad V_c = 0,2667 \text{ m}^3$$

- suv pesak:

- V. pesak

$$u_p = 1440 \text{ kg/m}^3 \quad V_p = 0,8883 \text{ m}^3$$

$$m_w = 128 + 160 = 288 \text{ kg}$$

- vlažan pesak:

$$u_w = 1600 \text{ kg/m}^3 \quad V_w = 0,8883 \text{ m}^3$$

$$m_w = 128 \text{ l} = 128 \text{ kg/m}^3$$

\* zapreminska masa svežeg ugrađenog maltera:

$$\rho_{m,sv} = m_{ms} + m_{mr} + m_p + m_v = 160 + 320 + 128 + 1600 = 2208 \text{ kg/m}^3$$

\* vodovazivni faktor:

$$W = \frac{m_w}{m_{ms} + m_{mr}} = \frac{288}{160 + 320}$$

$$\Rightarrow W = 0,6$$

c) KOLIČINA H, C, VP, DV KOJA SE UNOSI U MEŠALICU I ZAPREMINA UGRAĐENOG MALTERA

\* zapremina koje iznosi 10l

$$* \text{ h.v. : } 2 \text{ kofe} = 20 \text{ l} = 0,02 \text{ m}^3 \Rightarrow m_{hr} = V_r \cdot \rho_{hr} = 0,02 \cdot 900 \Rightarrow m_{hr} = 18 \text{ kg}$$

$$* \text{ c : } 3 \text{ kofe} = 30 \text{ l} = 0,03 \text{ m}^3 \Rightarrow m_c = V_c \cdot \rho_c = 0,03 \cdot 1200 \Rightarrow m_c = 36 \text{ kg}$$

$$* \text{ v : } 128 \text{ l} \Rightarrow m_v = 128 \text{ kg}$$

\* zapremina svežeg ugrađenog maltera

$$m_m = 18 + 36 + 180 + 128 \Rightarrow m_m = 362 \text{ kg}$$

$$V_m = \frac{m_m}{\rho_m} = \frac{362}{2208} \Rightarrow V_m = 0,164 \text{ m}^3$$



d) ZAPREMINA VEZIVNE KASE, ZAPREMINA ŠUPGINE IZMEĐU ZRNA PESKA, GRUPA MALTERA, KOMPAKTNOST PREMA FEREU

\* zapremina vezivne kase (kada su zrna 100% kompaktna  $\Rightarrow V_s = 0$ ):

$$V_{vk} = \overline{V_{w_1}} + \overline{V_{w_2}} + V_v = \frac{m_c}{\rho_{sc}} + \frac{m_{me}}{\rho_{smc}} + \frac{m_v}{\rho_{sv}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_{vk} = 0,285 \text{ m}^3$$

\* zapremina šupgina između zrna peska

$$V_s = \left( \frac{1}{\rho_p} - \frac{1}{\rho_{sp}} \right) m_p \Rightarrow V_s = 0,524 \text{ m}^3$$

\* grupa maltera:

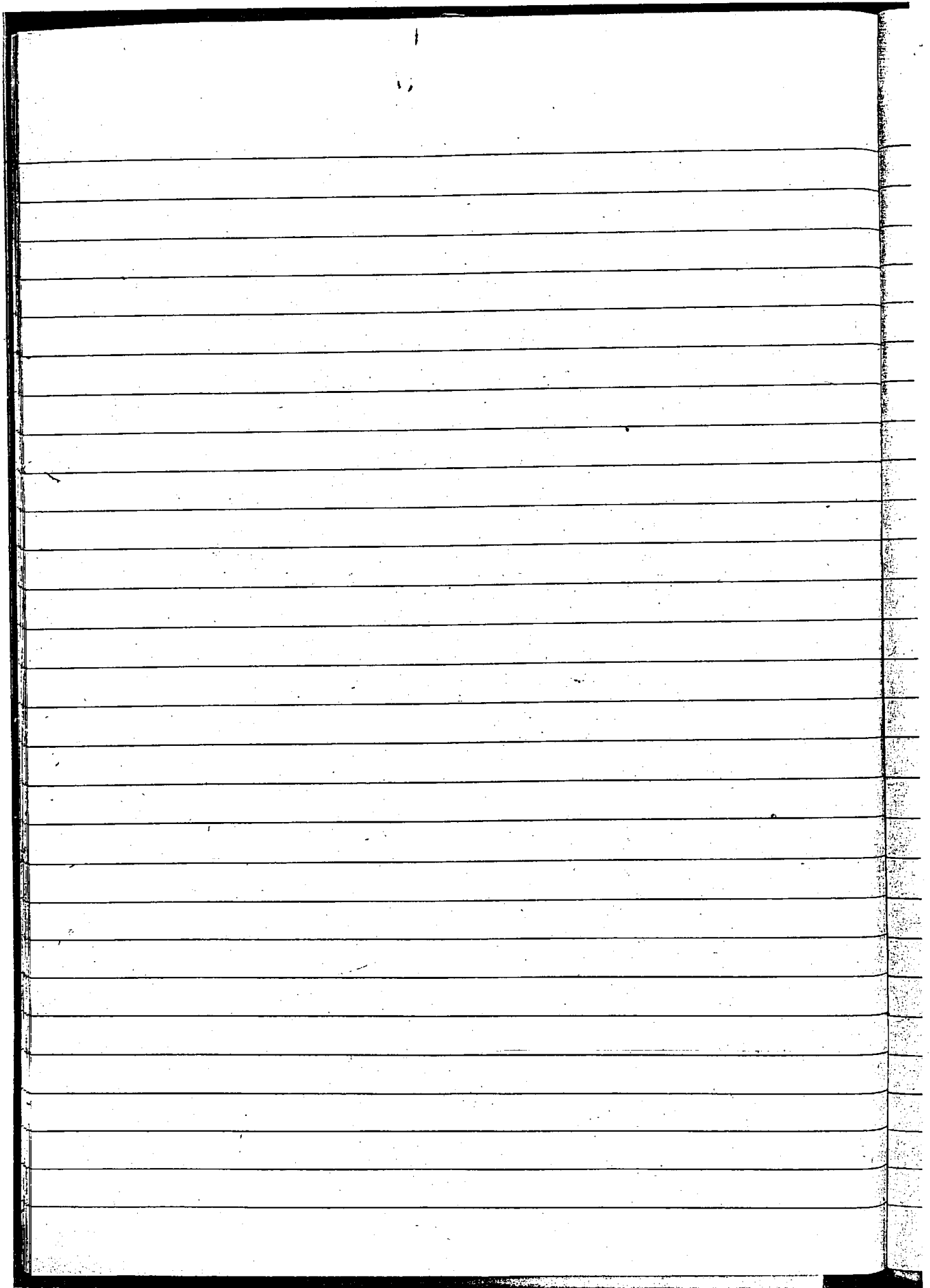
$$k = \frac{V_{vk} + V_c + V_v}{\left(1 - \frac{m_p}{\rho_{sp}}\right) \cdot V_r} = \frac{\frac{m_{w_1}}{\rho_{smc}} + \frac{m_c}{\rho_{sc}} + \frac{m_v}{\rho_{sv}}}{\left(\frac{1}{\rho_p} - \frac{1}{\rho_{sp}}\right) \cdot m_p} \Rightarrow$$

$$k = 0,88 \quad k < 1 \Rightarrow \text{POSTAN MALTER}$$

\* kompaktnost maltera:

$$K_F = \overline{V_{vk}} + \overline{V_c} + \overline{V_v} = \frac{m_{w_1}}{\rho_{smc}} + \frac{m_c}{\rho_{sc}} + \frac{m_v}{\rho_{sv}} \Rightarrow$$

$$K_F = 0,72$$



- 1) Лабораторијским просејавањем узорака три фракције агрегата, узетих на једном постројењу за производњу бетона, добијени су резултати према приложеној табели.

D (mm)	Делимични остаци на ситима отвора d (kg)												
	Дно	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	11,2	16	22,4	31,5	45
I (0/4)	0,08	0,22	0,70	0,36	0,34	0,28	0,02	-	-	-	-	-	-
II (4/8)	-	-	-	-	0,25	1,25	3,40	0,10	0	-	-	-	-
III (8/16)	-	-	-	-	-	0	1,30	8,60	-	0,10	0	-	-

Потребно је:

- Срачунати и табеларно приказати гранулометријске саставе (проценте проласка кроз сита  $Y_j$ ) за дате три фракције агрегата, написати условне једначине за мешавину  $M_1$  ове три фракције, која на ситима 4 и 8 mm има проласке од 40%, односно 60%, респективно и на основу њих одредити учешћа  $X_j$  датих фракција за такву мешавину ( $j=1, 2, 3$ ), заокружена на 3 децимале (учешће у процентима—на 1 децималу).
  - Срачунати ординате гранулометријске криве  $Y_{M1,i}$  (%) на свим ситима отвора  $d_i$  такође заокружене на 1 децималу, а затим и модул финоће ове мешавине  $M_{F,1}$ .
  - Одредити састав дисконтинуалне мешавине  $M_2$  (вредности  $Y_{M2}$  у %), састављене од три, потпуно «чисте» у гранулометријском погледу, фракције: 0,25/0,5 mm, 2/4 mm и 16/22,4 mm, из услова да она садржи 12% зрна крупноће 0,25/0,5 mm и да модули финоће мешавина  $M_1$  и  $M_2$  имају једнаке вредности ( $M_{F,1} = M_{F,2}$ ).
  - У једном координатном систему  $Y_i - d_i$  дати графичку представу гранулометријских састава све три расположиве фракције —  $Y_{ij}$  ( $j = 1, 2, 3$ ), као и обе добијене мешавине агрегата —  $Y_{M1,i}$  и  $Y_{M2,i}$ .
- 2) За зидање једног зида дебљине 25 cm (1«цигла»), дужине 52,0 m и висине 3,0 m, од обичне пуне опеке, справљена је једна врста «продужног» (кречно-цементног) малтера, са следећим масеним односом чврстих компоненти малтера:

хидратисани креч : цемент : (влажан) песак = 1 : 2 : 10

За апсолутну влажност примењеног песка узети да је 11,1%, а за просечну дебљину како хоризонталних, тако и вертикалних слојева (спојница) малтера за зидање може се сматрати да износи 1,0 cm.

Осим количине воде која се у мешалицу уноси са влажним песком, додати накнадно воде толико да водовезивни (водо-кречно-цементни) фактор износи 0,50.

Запреминске и специфичне масе креча, цемента и влажног песка дате су у приложеној табели на крају овог текста. Након завршеног зидања предметног зида констатовано је да је утрошено укупно 45 врећа од по 30 kg хидратисаног креча.

Потребно је:

- а) Одредити размеру мешања чврстих компоненти малтера у запреминским јединицама, како са влажним, тако и са сувим песком, у следећем облику:

хидратисани креч : цемент : песак = 1 : m : n, односно 1 : p : q.

- б) Узимајући у обзир дату просечну дебљину слојева малтера (како хоризонталних, тако и вертикалних, попречних и подужних спојница између опека – видети и скицу у прилогу) и да је, према „грађевинским нормама“ за зидање 1 m<sup>3</sup> зида од обичне пуне опеке „у продужном малтеру“ потребно 0,211 m<sup>3</sup> малтера, одредити:

- запремину датог зида  $V_z$ ,
- укупан број опека у зиду  $n_o$ ,
- укупну количину (запремину) малтера  $V_m$  за зидање зида,
- на бази датог утрошка креча за зидање датог зида, срачунати количине (масе) свих компоненти  $m_k$ ,  $m_c$ ,  $m_p$  (влажног  $m_{p,ov}$  и сувог  $m_{p,o}$  песка) и  $m_v$  за 1 m<sup>3</sup> оваквог малтера и његову запреминску масу у свежем, збијеном стању  $\gamma_{m,sv}$ .

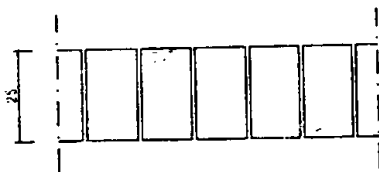
- в) Одредити групу оваквог малтера (постан, мастан или густ) и компактност малтера према Фере-у.

Не мењајући напред дату размеру мешања креча и цемента, као ни водовезивни фактор, срачунати за по колико kg/m<sup>3</sup> (заокружено на цео број) би требало повећати количине креча, цемента и воде да би дати малтер припадао групи густих малтера. Одредити и нову запреминску масу тако коригованог малтера.

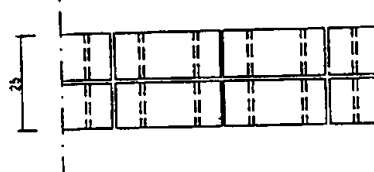
Компонента малтера	Запреминска маса $\gamma (kg/m^3)$	Специфична маса $\gamma_c (kg/m^3)$
Хидратисани креч	846	2900
Цемент	1128	3100
Песак (са 100% компактним зрнима)	1692 <sup>1)</sup>	2680

- <sup>1)</sup> Вредност дата у табlici представља запреминску масу песка у влажном стању, са напред датом апсолутном влажношћу  $H_s = 11,1\%$ .

Парни



Непарни редови



17.6.2008.

①

d [mm]	d <sub>90</sub>	q <sub>125</sub>	q <sub>25</sub>	q <sub>5</sub>	1	2	4	8	11,2	16	22,4	31,5	45
I (0/4)	0,08	0,22	0,70	0,36	0,34	0,28	0,02	—	—	—	—	—	—
II (4/8)	—	—	—	—	0,25	1,25	3,40	0,10	0	—	—	—	—
III (8/16)	—	—	—	—	—	0	1,30	8,60	—	0,10	0	—	—

a) GRANULOMETRIJSKI SASTAVI FRAKCIJA, USLOVNE JEDINICE ZA MEŠAVINU M<sub>1</sub>, UČEŠĆA FRAKCIJA

\* granulometrijski sastavi frakcija

d [mm]	d <sub>90</sub>	q <sub>125</sub>	q <sub>25</sub>	q <sub>5</sub>	1	2	4	8	11,2	16	22,4
I (0/4)	q <sub>90</sub> (kg)	0,08	0,22	0,70	0,36	0,34	0,28	0,02	—	—	—
I (0/4)	q <sub>90</sub> (%)	4	11	35	18	17	14	1	0	—	0
I (0/4)	γ <sub>90</sub> (%)	1	4	15	50	68	85	93	100	100	100
II (4/8)	q <sub>20</sub> (kg)				0	0,25	1,25	3,40	0,10	0	—
II (4/8)	q <sub>20</sub> (%)				0	5	25	68	2	0	
II (4/8)	γ <sub>20</sub> (%)					5	30	98	100	100	100
III (8/16)	q <sub>20</sub> (kg)					0	1,30	8,60	—	0,10	0
III (8/16)	q <sub>20</sub> (%)						13	86	—	1	0
III (8/16)	γ <sub>20</sub> (%)						0	13	—	99	100

\* uslovne jednacine za mešavinu M<sub>1</sub> i učešća

$$d = 4 \text{ mm} \Rightarrow 99k_1 + 30k_2 + 0 \cdot k_3 = 40$$

$$d = 8 \text{ mm} \Rightarrow 100k_1 + 98k_2 + 13k_3 = 60$$

$$\Rightarrow k_1 + k_2 + k_3 = 1$$

$$\Rightarrow K_1 \approx 0,343, K_2 \approx 0,202, K_3 \approx 0,455$$

b) ORDINATE GRANULOMETRIJSKE KRIVE I MODUL FIKOCIE

$$Y_{mai} = 0,343 Y_{ni} + 0,202 Y_{zi} + 0,455 Y_{si}$$

d[mm]	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	22,4
$Y_{ni}(\%)$	4	15	50	68	85	99	100	100	100
$Y_{zi}(\%)$				0	5	30	98	100	100
$Y_{si}(\%)$						0	13	99	100
$K_1 \cdot Y_{ni}$	1,37	5,15	17,15	23,32	23,16	33,96	34,30	34,30	34,30
$K_2 \cdot Y_{zi}$					1,01	6,06	19,80	29,20	29,20
$K_3 \cdot Y_{si}$							5,92	45,05	45,05
$Y(\%)$	1,37	5,15	17,15	23,32	30,17	40,02	69,02	93,55	100
$Y(\%)^*$	1,4	5,1	17,2	23,3	30,2	49,0	69,0	93,6	100
$p(\%)$	98,6	94,8	82,8	76,7	69,8	60,0	49,0	9,4	0

\* modul fikocije:

$$M_{FI} = \frac{1}{100} \cdot \sum p$$

$$\Rightarrow M_{FI} = 5,231$$

c) SASTAV MEŠAVINE  $M_2$  ( $Y_{ni}$  i  $Y_{zi}$ )

\* uslov da  $M_2$  sadrži 12% zrna krupnoće 0,25/0,5 mm:

	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	22,4
	0	0	12%	12%	12%	-	-	-	100%
P	100%	100%	88%	88%	88%	P	P	P	0

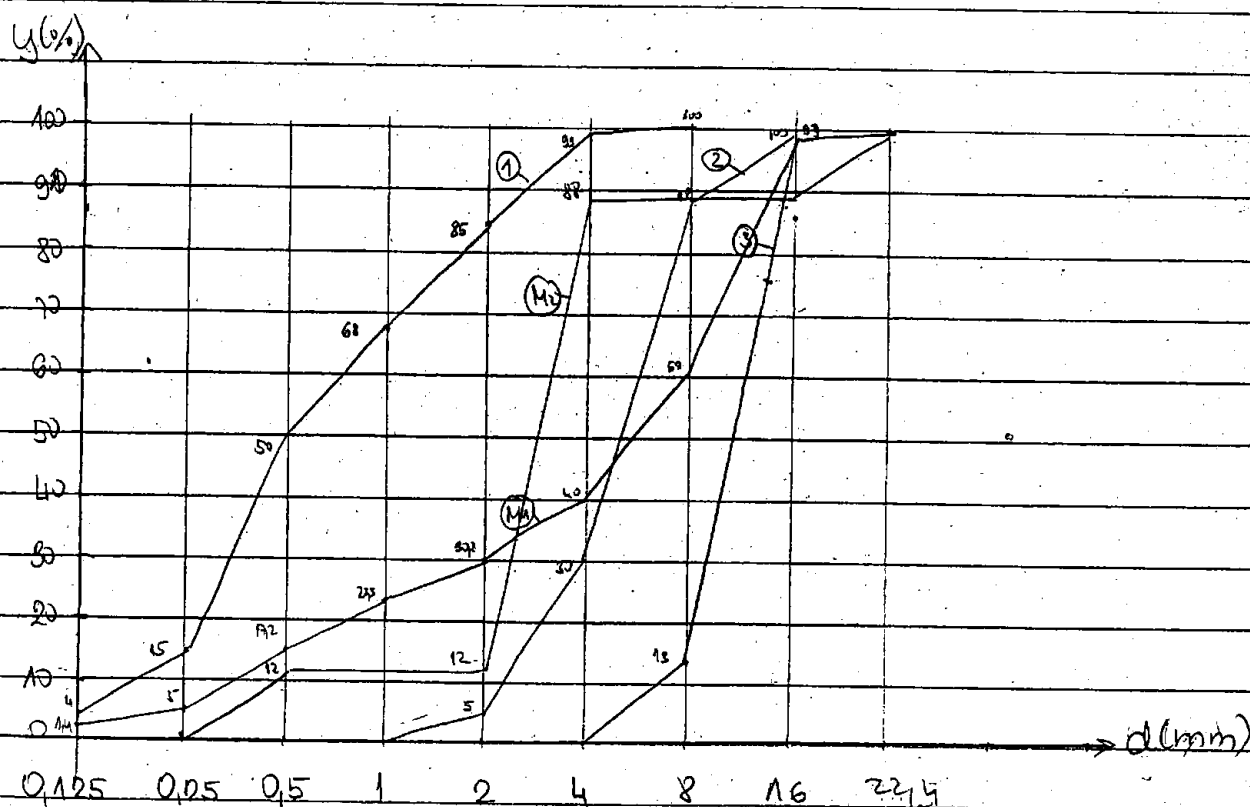
\* moduli finocie su jednaki  $\Rightarrow M_{F1} = M_{F2}$

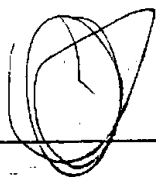
$$M_{F2} = \frac{1}{100} (2 \cdot 100 + 3 \cdot 88 + 3 \cdot p) = 5,281$$

$$\Rightarrow p = 19,7\%$$

$$y_{M2} = 80,3\%$$

d) GRAFIČKA PREDSTAVA GRANULOMETRIJSKIH SASTAVA





②

\* debljina zida 25cm (1 cegla)

\* dužina zida 52m

\* visina zida 3m

\*  $m_{hr} : m_c : m_{vp} = 1 : 2 : 10$

\*  $H_a = 11,1\%$  - vlažnost peska

\* prosečna debljina sloja maltera za zidanje je 1,0cm

\*  $W = 0,50$  - vodovezivni faktor

\* utrošeno 45 veća od po 3kg li. keca

\* zapremine m:

\* specifične m:

$$\rho_{m_{hr}} = 846 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{c} = 1128 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{vp} = 1632 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{s_{hr}} = 2900 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{s_c} = 3100 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{s_{vp}} = 2680 \text{ kg/m}^3$$

## a) RAZMERA MEŠANJA KOMPONENTI U ZAPREMINSKIM JEDINICAMA

$$m_c = 2m_{hr} ; m_{vp} = 10m_{hr} ; m_{sp} = \frac{m_{vp}}{1 + \frac{H_a}{100}} ; \rho_{sp} = \frac{\rho_{vp}}{1 + \frac{H_a}{100}}$$

$$m_{hr} = 135 \text{ kg}$$

$$m_c = 270 \text{ kg}$$

$$m_{vp} = 1350 \text{ kg}$$

$$m_{sp} = 1215 \text{ kg}$$

$$\rho_{sp} = 1522,95$$

\* sila peska:

\* vlažan p:

$$V_{hr} : V_c : V_{vp} = 1 : 1,5 : 5$$

$$V_{hr} : V_c : V_{vp} = 1 : 1,5 : 5$$



6) ZAPREMINA ZIDA, BROJ OPEKA, UKUPNA KOLIČINA  
MALTERA ZA ZIDANJE, KOLIČINE KOMPONENTI ZA  
1 m<sup>3</sup> MALTERA, ZAP. MASA MALTERA U SV. STANJU

\* zapremina zida:

$$V = 5,20 \cdot 3,0 \cdot 0,25 = 39,0 \text{ m}^3$$

\* broj opeka:

$$39,0 / (0,26 \cdot 0,125 \cdot 0,075) = 16000$$

\* za 1 m<sup>3</sup> potrebno je 22,1 m<sup>3</sup> maltera =>

ukupna količina maltera je  $39,00 \cdot 22,1 \approx 8,23 \text{ m}^3$

\* količine za 1 m<sup>3</sup> maltera:

- hidratizovan keč:  $1350 / 8,23 = 164 \text{ kg/m}^3$

$$w_k = 164 \text{ kg/m}^3$$

$$w_{cc} = 2 w_k = 328 \text{ kg/m}^3$$

$$w_{vr} = 10 \cdot w_k = 1640 \text{ kg/m}^3$$

$$w_{se} = 9 \cdot w_k = 1476 \text{ kg/m}^3$$

- voda uneta u mešalicu vlažnim peskom:

$$w_v = w_{vr} - w_{se} = 164 \text{ kg/m}^3$$

- ukupna količina vode u malteru iz uslova:

$$w = \frac{w_v}{w_k + w_{cc}} \Rightarrow w_v = 246 \text{ kg/m}^3$$

- dopunska količina vode:

$$m_v = 246 - 164 = 82 \text{ kg/m}^3$$

$$* \sum m_{si} = 164 + 328 + 1476 + 246 = 2214 \text{ kg/m}^3$$

c) GRUPA MALTERA I KOMPAKTNOST PREMA FEERU

\* grupa maltera:

$$K = \frac{\overline{V_{Ht}} + \overline{V_c} + \overline{V_v}}{(1 - \frac{m_v}{\rho_v}) V_F} = \frac{\frac{m_{Ht}}{\rho_{Ht}} + \frac{m_c}{\rho_c} + \frac{m_v}{\rho_v}}{(\frac{1}{\rho_F} - \frac{1}{\rho_{Ht}}) V_F} = \frac{\frac{164}{2900} + \frac{328}{3100} + \frac{(246) \text{ voda}}{1033}}{(\frac{1}{1522,95} - \frac{1}{2680}) 1476}$$

$$K = 0,876 < 1 \Rightarrow \text{MALTER JE POSTAN}$$

\* kompaktnost prema Feeru:

$$K_F = \frac{164}{2900} + \frac{328}{3100} + \frac{1476}{2680}$$

$$\Rightarrow K_F \approx 0,713 (71,3)\%$$

# ГРАЂЕВИНСКИ МАТЕРИЈАЛИ 1

Писмени испит, 23.01.2007.

$$\frac{\sum_{i=1}^n A_i}{n} = A.C.$$

1) Фабрика бетона располаже са речним агрегатом, гранулисаним у 4 стандардне фракције, чији састав у одређеном периоду рада фабрике приближно одговара аритметичкој средини горњих и доњих допуштених граница (видети приложени дијаграм). За једну врсту бетона («бетон 1») фабрика ове 4 фракције агрегата меша за гранулометријску криву чије ординате на ситима отвора 4, 8 и 16 mm приближно (заокружено на цео %) одговарају изразу

$$Y = 100 \cdot (d/D)^{2/3} \quad D = 3,5$$

Истовремено, у својој лабораторији произвођач бетона врши претходне пробе за производњу друге врсте бетона («бетон 2»), у коме користи дисконтинуалну гранулометријску криву са 3 фракције: 0,25/0,5 mm, 2/4 mm и 16/25 mm. Ове 3 фракције, које код дисконтинуалних мешавина агрегата у гранулометријском погледу треба да буду «потпуно чисте» (без подмерених и надмерених зрна), за наведене претходне пробе добијају се просејавањем постојећих стандардних фракција кроз лабораторијска сита одговарајућих отвора. Потребно је:

- Срачунати и табеларно приказати саставе свих расположивих фракција, написати условне једначине и на основу њих одредити учешће расположивих фракција за производњу «бетона 1», заокружено на цео % учешћа, а након тога срачунати и ординате гранулометријске криве за овај бетон –  $Y_{m,1}$  на свим ситима, такође заокружене на цео %.
- На једном дијаграму дати графичку представу гранулометријских састава свих расположивих фракција –  $Y_j$  ( $j = 1, 2, 3, 4$ ) и добијене мешавине агрегата за «бетон 1», као и гранулометријску криву мешавине агрегата дисконтинуалног састава за «бетон 2» –  $Y_{m,2}$ , срачунату под тачком c)
- Одредити састав дисконтинуалне мешавине агрегата за «бетон 2» –  $Y_{m,2}$  из услова да она садржи 12% зрна крупноће 0,25/0,5 mm, а да садржај зрна крупноће 2/4 mm и 16/25 mm буде такав да модули финоће мешавина агрегата за «бетон 1» и «бетон 2» имају једнаке вредности.
- Ако пројектоване количине цемента за «бетон 1» и «бетон 2» износе, респективно, 330 kg/m<sup>3</sup> и 220 kg/m<sup>3</sup>, запреминска маса цемента 1100 kg/m<sup>3</sup>, а запреминска маса агрегата 1630 kg/m<sup>3</sup>, одредити укупне количине агрегата за 1 m<sup>3</sup> за оба бетона из услова да тзв. «коэффициент излаза бетонске мешавине»  

$$k = \frac{1}{v_c + v_a} \quad (v_c, v_a - \text{запремине цемента и агрегата које се уносе у мешалицу за 1 m}^3 \text{ бетона})$$
 за «бетон 1» буде једнак 0,66 а за «бетон 2» и 0,69. Након тога срачунати и количине свих фракција агрегата за оба наведена бетона.

2) За малтерисање зидова једне подземне гараже справља се продужни малтер тако што се у једну мању мешалицу компоненте убацују помоћу кофе запремине 10 l. Најпре се убаца 10 кофа влажног песка ( $H_a=5,55\%$ ), затим 3 кофе воде и уз стално окретање мешалице додаје се још по 2 кофе хидратисаног креча и 3 кофе цемента. Запреминске и специфичне масе свих компоненти дате су у приложеној табlici на крају овог текста. Након омалтерисаних  $300\text{ m}^2$  зидова слојем малтера просечне дебљине од 25 mm, констатовано је да је утрошено укупно 40 врећа креча од по 30 kg. Потребно је:

- Одредити размеру мешања чврстих компоненти малтера – најпре у запреминским, а затим и у масеним јединицама, како са влажним, тако и са сувим песком, у облику хидратисани креч : цемент : песак = 1 : m : n, односно 1 : p : q, као и водовезивни фактор.
- Одредити количине компонентних материјала за израду  $1\text{ m}^3$  оваквог малтера, његову запреминску масу у свежем стању, као и количину свежег малтера у уграђеном стању која се замеша у једној мешалици на напред описани начин, односно површину зида која се са том количином малтера омалтерише у слоју дате просечне дебљине.
- Одредити групу оваквог малтера (постан, мастан или густ) и компактност малтера према Фереу.

Компонента малтера	Запреминска маса $\gamma(\text{kg/m}^3)$	Специфична маса $\gamma_s(\text{kg/m}^3)$
Хидратисани креч	990	2900
Цемент	1320	3100
Песак 100% компактних зрна	1881*	2680

\*) Вредност дата у табlici представља запреминску масу песка у влажном стању, са напред датом измереном апсолутном влажношћу  $H_a=5,55\%$

23.1.2007.

①

$d_i [mm]$	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	31,5	45	
$y_I (\%)$	8	19	35	60	82,5	95	100	100	100	100	
$y_{II} (\%)$				0	2,5	7,5	95	100	100	100	
$y_{III} (\%)$					0	2,5	7,5	95	100	100	
$y_{IV} (\%)$						0	2,5	7,5	95	100	

a) UČEŠĆE FRAKCIJA ZA BETON "1", ORDINATE GRANULOMETRIJSKE KRIVE -  $y_{im}$

$$* d=4mm \Rightarrow y_1^4 = 100 \cdot \left( \frac{4}{31,5} \right)^{\frac{2}{3}} = 25\%$$

$$* d=8mm \Rightarrow y_1^8 = 100 \cdot \left( \frac{8}{31,5} \right)^{\frac{2}{3}} = 40\%$$

$$* d=16mm \Rightarrow y_1^{16} = 100 \cdot \left( \frac{16}{31,5} \right)^{\frac{2}{3}} = 64\%$$

$$* d=4mm \Rightarrow 95x_1 + 7,5x_2 + 2,5x_3 + 0x_4 = 25$$

$$* d=8mm \Rightarrow 100x_1 + 95x_2 + 7,5x_3 + 2,5x_4 = 40$$

$$* d=16mm \Rightarrow 100x_1 + 100x_2 + 95x_3 + 7,5x_4 = 64$$

$$* \Rightarrow x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 1$$

$$\text{III, IV} \Rightarrow x_3 = 7,2 - 18,5x_4$$

$$\text{II, III} \Rightarrow x_2 = -121,20 + 322,75x_4$$

$$\text{I} \Rightarrow x_1 = 9,642 - 25x_4$$

$$\text{III} \Rightarrow x_4 = 0,37 = 37\%$$

$$\Rightarrow x_3 = 0,25 = 25\%$$

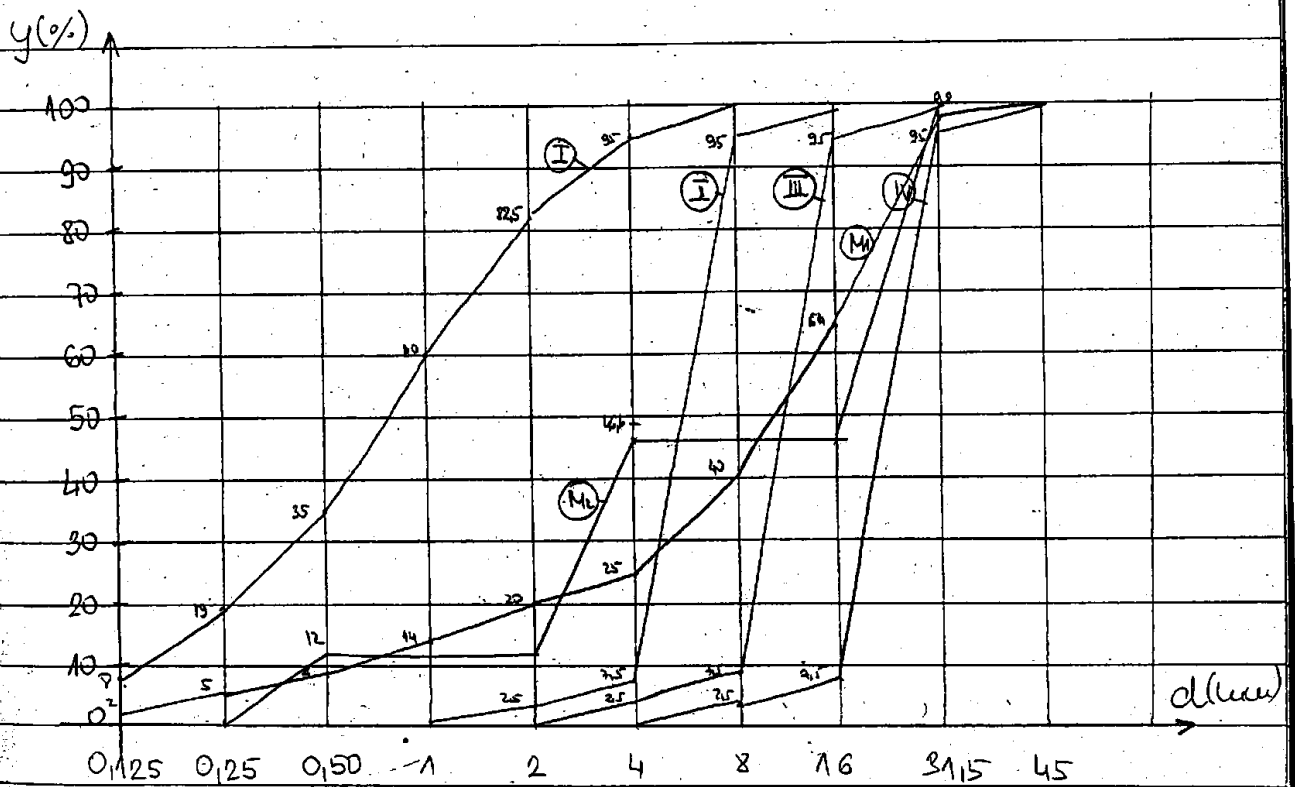
$$\Rightarrow x_2 = 0,14 = 14\%$$

$$\Rightarrow x_1 = 0,24 = 24\%$$

$$* = y_{\min} = 0,24 y_I + 0,14 y_{II} + 0,25 y_{III} + 0,37 y_{IV}$$

$d_i$ [mm]	0,125	0,125	0,5	1	2	4	8	16	31,5	45
$y_{w,rel}(\%)$	1,92	4,56	8,4	14,4	29,15	24,50	40,1	64,5	98,15	100
$y_{w,rel}(\%)^2$	2	5	8	14	20	25	40	64	98	100

b) GRAFIČKA PREDSTAVA GRANULOMETRIJSKIH SASTAVA



c) SASTAV MEŠAVINE AGREGATA "2", UKUPNE KOLIČINE AGREGATA ZA 1m<sup>3</sup> ZA OBA BETONA, KOLIČINE SVIH FRAKCIJA AGREGATA ZA OBA BETONA

\* sastav mešavine "2":

$$M_{F1} = M_{F2} = \frac{1}{100} \sum P = \frac{1}{100} \cdot 624 = 6,24$$

0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	31,5	45
0	0	12%	12%	12%	-	-	-	-	100%
p/100%	100%	88%	88%	88%	p	p	p	p	0

$$M_F = \frac{1}{100} \cdot (2 \cdot 100 + 3 \cdot 88 + 3 \cdot p) = 6,24$$

$$200 + 2,64 + 3p = 624 \Rightarrow p = 53,3 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow y_{\text{voda}} = 46,67\%$$

\* Ukupne količine agregata za 1m<sup>3</sup> za oba betona

-  $u = \frac{1}{V_c + V_a}$  - koeficijent izlaza betonske mešavine  
( $V_c, V_a$  - zapremine koje se unose u mešalicu za 1m<sup>3</sup> betona)

$$- K_{B1} = 0,66 \quad K_{B2} = 0,69$$

- projektovane količine cementa:

$$B_1 = 330 \text{ kg/m}^3 \quad B_2 = 202 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_c = 1100 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_A = 1630 \text{ kg/m}^3$$

②

\* kofa je zapremine od 10l

\* 10 kofa vlažnog peska  $\Rightarrow V_{vp} = 100l = 0,1m^3$

\*  $H_a = 5,55\%$  - vlažnost peska

\* 3 kofe vode  $\Rightarrow V_v = 30l = 0,03m^3$

\* 2 kofe k. reća  $\Rightarrow V_{kr} = 20l = 0,02m^3$

\* 3 kofe cementa  $\Rightarrow V_c = 30l = 0,03m^3$

\* površina zida je  $300m^2$ , debljina sloja 25mm  
 $\Rightarrow V_m = 7,5m^3$

\* utrošeno 40 vreća reća od po 30kg  $\Rightarrow m_{kr} = 1200kg$  za  $7,5m^3$

\* zapreminske m:

\* specifične m:

$$\rho_{kr} = 990 kg/m^3$$

$$\rho_{sHK} = 2900 kg/m^3$$

$$\rho_c = 1320 kg/m^3$$

$$\rho_{sc} = 3100 kg/m^3$$

$$\rho_{vp} = 1881 kg/m^3$$

$$\rho_{sp} = 2680 kg/m^3$$

\* Dakle, za  $1m^3$ :

$$m_{kr} = 160kg$$

$$* \rho_p = \frac{\rho_p}{1 + \frac{H_a}{100}} = 1782 kg/m^3$$

a) RAZMERA MEŠANJA ČVRSTIH KOMPONENTI, VO-  
DOVEZIVNI FAKTOR

$$* V_{HK} : V_c : V_p = 1 : 1,5 : 5 \Rightarrow \frac{m_{HK}}{\rho_{HK}} : \frac{m_c}{\rho_c} : \frac{m_{vp}}{\rho_{vp}} : \frac{m_p}{\rho_p} = 1 : 1,5 : 5$$

$$\Rightarrow m_c = 320kg$$

$$\Rightarrow m_{vp} = 1520kg$$

$$\Rightarrow m_p = 1440kg$$

$$m_{HK} = 160kg$$

} za  $1m^3$

$$m_v = 30 kg/m^3$$



- zapreminski odnosi mešanja za v.i.s. pesak su jednaki:

$$V_{HK} : V_c : V_P = 1 : 1 : 5$$

- maseni odnosi:

- suv pesak:

$$m_{HK} : m_c : m_P = 1 : 2 : 9$$

- vlažan pesak:

$$m_{HK} : m_c : m_P = 1 : 2 : 9.5$$

4200 :

- vodovézivni faktor:

$$W = \frac{m_v}{m_{HK} + m_c} = \frac{1400}{4800} = 0,29$$

b) KOLIČINE KOMPONENTI ZA 1 m<sup>3</sup> MALTERA, ZAD. MASA M. U SV. STANJU, KOLIČINA M. U UGRAĐENOM STANJU, POVRŠINA ZIDA OMALTERISANA Ovim MALTEROM

\* Komponente za 1 m<sup>3</sup> su već izračunate.

$$m_v = 30 \frac{kg}{m^3}; m_c = 320 \frac{kg}{m^3}; m_{HK} = 160 \frac{kg}{m^3}; m_P = 1440 \frac{kg}{m^3}; m_{vP} = 1520 \frac{kg}{m^3}$$

$$\sum_{m_{sv}} = 320 + 160 + 1520 + 30 = 2030$$

$$V_m = \frac{W_m}{\sum_{m_{sv}}} = \frac{W_{vP} + W_c + W_{HK} + W_P}{\sum_{m_{sv}}} = \frac{1200 + 30 + 2400 + 1440}{2030} = 7,5 m^3$$

$$W_m = 15030 kg$$

\* Površina zida je data u zadatku

c) GRUPA MALTERA, KOMPAKTNOST PREMA FEREU

\* grupa maltera:

$$u = \frac{\frac{m_w}{\gamma_{wz}} + \frac{m_c}{\gamma_{sc}} + \frac{m_v}{\gamma_{sv}}}{\left(\frac{1}{\gamma_r} - \frac{1}{\gamma_{sr}}\right) \cdot m_r} = \frac{\frac{160}{2900} + \frac{320}{3100} + \frac{110}{1000}}{\left(\frac{1}{1782} - \frac{1}{2680}\right) \cdot 1440} =$$

$$= 0,99 < 1 \Rightarrow \text{MALTER POSTAN}$$

\* kompaktnost prema Feremu:

$$K_F = \frac{160}{2900} + \frac{320}{3100} + \frac{1440}{2680} = 0,055 + 0,103 + 0,537 = 0,695$$

Sitan rečni agregat frakcije I (krupnoće zrna 0/4mm) koristi se za spravljanje jedne vrste produžnog (krečno-cementnog) maltera. Ako rezultati prosejavanja predmetne frakcije, dobijeni metodom suvog sejanja, odgovaraju podacima iz priložene tablice, odrediti:

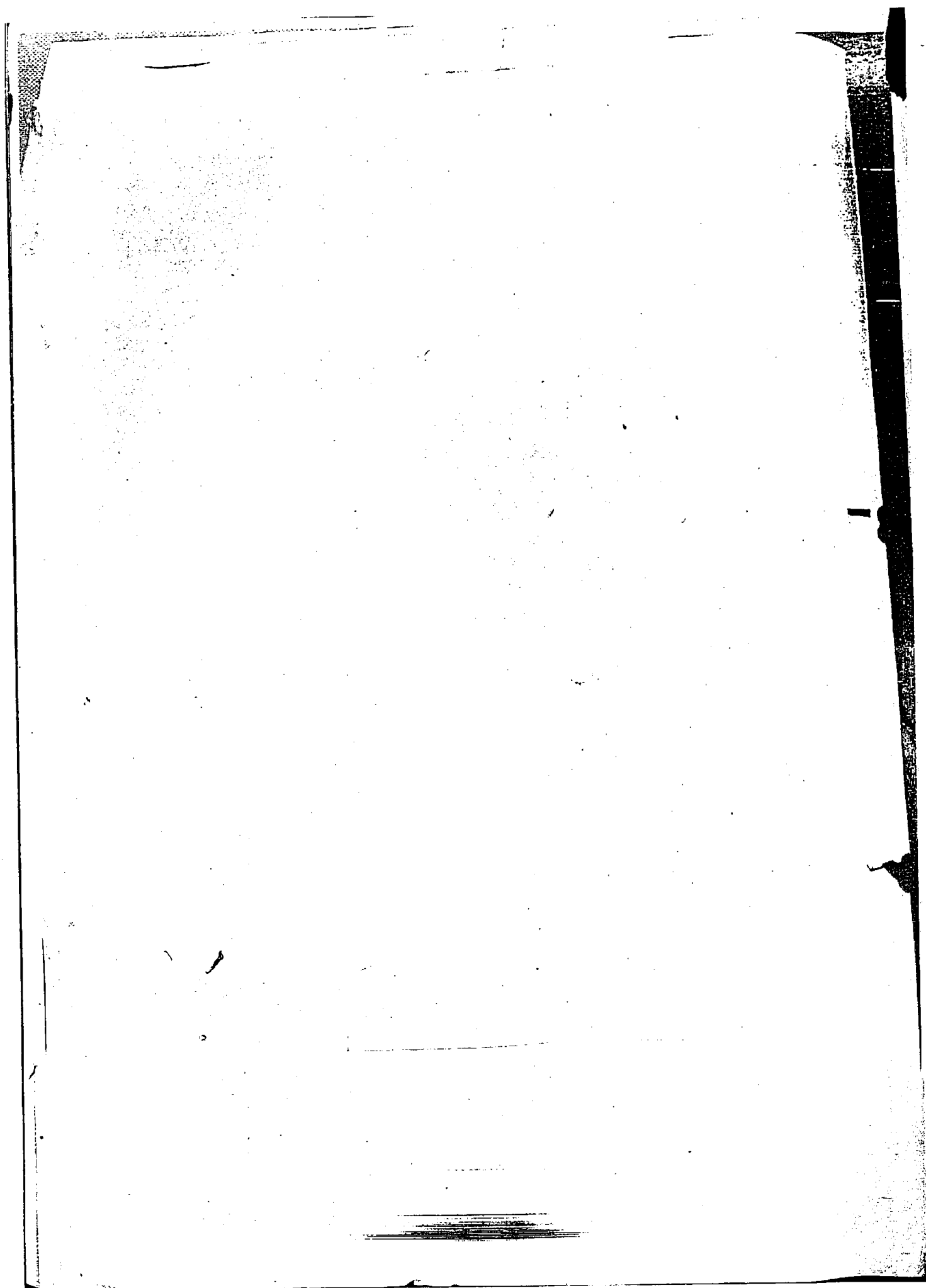
d (mm)	dno	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8
Delimični ostaci $a_i$ (g)	64	128	224	184	104	48	48	0

- Granulometrijski sastav datog agregata i to u tabelarnom obliku, kao i u vidu odgovarajućeg dijagrama (granulometrijske krive), koji treba nacrtati u pogodnoj razmeri. Na istom dijagramu prikazati i referentno područje za agregat frakcije I (prema standardu JUS B.B3.100), a zatim izvesti zaključak da li ovaj agregat "pada" u propisano područje. Sračunati koliko ima nadmerenih zrna u okviru ispitivane frakcije sitnog agregata - peska.
- Ukoliko se napred pomenuti produžni malter na gradilištu spravlja uz upotrebu prirodno vlažnog peska, odrediti veličinu njegove površinske vlažnosti metodom sifonskog suda. Za ovaj deo zadatka, koristiti sledeće podatke, dobijene laboratorijskim ispitivanjem uzorka vlažnog peska mase 2000 grama: zapreminska masa zrna agregata  $\gamma_{za}=2680 \text{ kg/m}^3$ ; izmerena zapremina uzorka  $V_z=850 \text{ cm}^3$ . Ako su zrna peska 100% kompaktna, a poroznost (procenat šupljina između zrna) iznosi 40%, sračunati veličinu zapreminske mase peska u suvom i u prirodno vlažnom stanju.
- Koliko iznosi površina zrna ispitivanog uzorka vlažnog peska i kolika je prosečna debljina vodenog "filma" kojim su obavijena ta zrna?

Jedna vrsta krečno-cementnog (produžnog) maltera spravlja se sa istim odnosima komponenti kao "standardni cementni malter", s tim što vezivnu komponentu čini mešavina cementa i hidratisanog kreča u masenoj razmeri cement:kreč = 2:1. Za spravljanje 3 malterske prizme standardnih dimenzija (4x4x16cm) odmerene su uobičajene količine komponentnih materijala - veziva, standardnog trofrakcijskog peska i vode (videti "Praktikum za vežbe iz Građevinskih materijala" - str. 69). Koristeći narednu tabelu, u kojoj su date specifične i zapreminske mase upotrebljenih komponentnih materijala, uraditi sledeće:

Komponenta	Specifična masa ( $\text{kg/m}^3$ )	Zapreminska masa ( $\text{kg/m}^3$ )
Cement	2950	1220
Hidratirani kreč	2250	750
Stand. trofrakcijski pesak	2700	1650

- Odrediti razmeru mešanja komponentnih materijala po zapreminama (zapreminske odnose).
- Odrediti računsku vrednost zapreminske mase svežeg ugrađenog maltera (pod uslovom da od ukupne spravljene količine 15% maltera ostane neugrađeno u kalup), kao i stvarnu vrednost zapreminske mase - ukoliko je izmerena masa praznog trodelnog kalupa iznosila 9840 g, a masa istog kalupa nakon ugrađivanja maltera 11570 g.
- Koristeći stvarnu (izmerenu) vrednost zapreminske mase iz prethodne tačke, a uz pretpostavku da su maseni odnosi između komponenti konstantni, sračunati količine svih komponentnih materijala neophodnih za spravljanje  $1 \text{ m}^3$  svežeg, ugrađenog maltera.
- Sračunati kompaktnost po Fere-u i koeficijent kompaktnosti (poređenja), a zatim na bazi tih rezultata izvesti zaključak o tome kojoj grupi maltera pripada predmetni produžni malter.
- Sračunati veličinu stvarnog vodo-vezivnog faktora, kao i zapreminu mehurića vazduha zaostalih nakon ugrađivanja maltera ( $v_s$ ).



19.6.2007

①

$d[\text{mm}]$	duo	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8
$a_i(\text{g})$	64	128	224	184	104	48	48	0

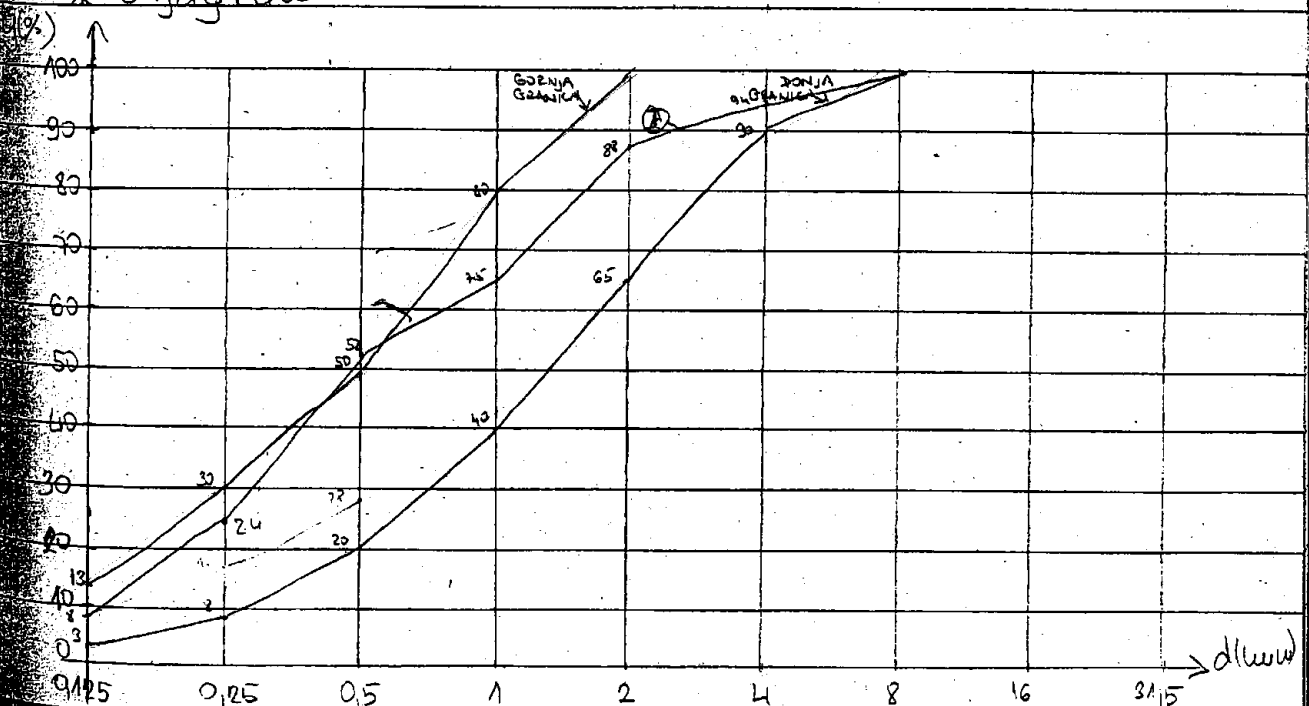
$a_i(\%)$

a) GRANULOMETRIJSKI SASTAV AGREGATA, DIJAGRAM  
(NA NJEMU I REFERENTNO PODRUČJE ZA AGREGAT FRAKCIJE I), AGREGAT "PADA" U PROPISANO PODRUČJE?, NADMERENA ZRNA

\* granulometrijski sastav agregata:

$d_i[\text{mm}]$	duo	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	
$a_i(\text{g})$	64	128	224	184	104	48	48	0	} = 800
$a_i(\%)$	8	16	28	23	13	6	6	0	
$y_i(\%)$	-	8	24	52	75	88	94	100	

\* dijagram:



\* agregat ne pada u propisano područje

\* percent nadmerenih zrna:

$$52-50 \Rightarrow 2\%$$

B) POVRŠINSKA VLAŽNOST MALTERA, ZAPREMINSKA MASA PESKA (I U V. I U S. STANJU)

\* masa vlažnog peska je  $2000g \Rightarrow \tilde{m}_A + \tilde{m}_V = 2000g = 2kg = m_A'$

\* zapreminska m zrna agregata -  $\rho_{zA} = 2680 kg/m^3$

\* izmerena zapremina uzorka -  $V_A = 850 cm^3 = V_A' = 850 \cdot 10^{-6} m^3$

\* zrna 100% kompaktna  $\Rightarrow \rho_{sA} = \rho_{zA} = 2680 kg/m^3$

\* poroznost :  $p = 40\%$

\* površinska vlažnost se izračunava pomoću izlaza:

$$H_a = \frac{\frac{\tilde{V}_A' - \frac{m_A'}{\rho_{zA}}}{\frac{m_A'}{\rho_{sA}} - V_A'}}{1} = \Rightarrow H_a = \frac{850 \cdot 10^{-6} m^3 - 746,27 \cdot 10^{-6} m^3}{2000 \cdot 10^{-3} kg - 850 \cdot 10^{-6} m^3}$$

$$H_a = 0,09 = 9\%$$

\* zapreminska masa peska u suvom stanju se dobija pesko poroznosti:

$$p = \frac{V_s}{V_A'} = \left(1 - \frac{\rho_{zA}}{\rho_{sA}}\right) = 1 - \frac{\rho_{zA}}{\rho_{sA}} \Rightarrow \rho_A = (1-p) \cdot \rho_{sA}$$

$$\Rightarrow \rho_A = 1608 kg/m^3$$

\* zapreminsko masa peska u vlažnom stanju se dobija preko odnosa:

$$\gamma_{A,V} = \gamma_A (1 + H_a)$$

$$\Rightarrow \gamma_{A,V} = 1733 \text{ kg/m}^3$$

c) POVRŠINA ZRNA VLAŽNOG PESKA, PROSEČNA DEBLJINA VODENOG "FILMA"

\* da bismo izračunali površinu zrna (F) potrebno nam je masa suvog peska i d

$$\tilde{m}_A = \gamma_A \cdot \tilde{V}_A = 1608 \cdot 850 \cdot 10^{-6} = 1,3668 \text{ kg}$$

$$\tilde{d} = \frac{0+4}{2} = 2 \text{ mm} \quad ; \text{ zbog } I (0/4) \text{ mm}$$

$$F_a = \frac{6}{\gamma_{A,V}} \cdot \sum \frac{\tilde{m}_A}{\tilde{d}} = \frac{6}{2682} \cdot \frac{1,3668}{2 \cdot 10^{-3}}$$

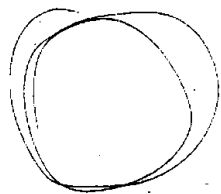
$$\Rightarrow F_a = 1,53 \text{ m}^2$$

\* da bismo izračunali debljinu "filma" trebalo nam zapremina vode

$$\tilde{V}_V = \frac{\tilde{m}_V}{\gamma_V} = \frac{\tilde{m}_A + \tilde{m}_V - \tilde{m}_A}{\gamma_V} = \frac{0,6332}{1000}$$

$$\mu = \frac{\tilde{V}_V}{F} = \frac{0,6332}{1000 \cdot 1,53}$$

$$\Rightarrow \mu = 0,414 \text{ mm}$$



②

\*  $m_c : m_k = 2 : 1 \Rightarrow m_k = 0,5 m_c$

\* zapremina kalupa :  $V_k = 3 \cdot (4 \times 4 \times 16) = 768 \text{ cm}^3 = 768 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$

\*  $m_c : m_p = 1 : 3$  } PRAKTIKOM  $\Rightarrow m_p = 3 m_c$

$m_v : m_c = 0,5$   $\Rightarrow m_v = 0,5 m_c$

\* specifične mase:

$\rho_c = 2950 \text{ kg/m}^3$

$\rho_{sk} = 2250 \text{ kg/m}^3$

$\rho_{sp} = 2300 \text{ kg/m}^3$

\* zapreminske mase:

$\rho_c = 1020 \text{ kg/m}^3$

$\rho_{sk} = 750 \text{ kg/m}^3$

$\rho_p = 1650 \text{ kg/m}^3$

a) ZAPREMINSKI ODNOSI KOMPONENTI

$$V_c : V_k : V_p : V_v = \frac{m_c}{\rho_c} : \frac{m_k}{\rho_k} : \frac{m_p}{\rho_p} : \frac{m_v}{\rho_v}$$

$$V_c : V_k : V_p : V_v = \frac{m_c}{\rho_c} : \frac{0,5 m_c}{\rho_{sk}} : \frac{3 m_c}{\rho_p} : \frac{0,5 m_c}{\rho_v}$$

$$V_c : V_k : V_p : V_v = \frac{1}{\rho_c} : \frac{0,5}{\rho_{sk}} : \frac{3}{\rho_p} : \frac{0,5}{\rho_v} = 1 : 0,813 : 2,218 : 0,61$$

$$V_c : V_k : V_p : V_v = 9000813672 : 0,000666666 : 0,001818181 : 0,0005$$

$$V_c : V_k : V_p : V_v = 1 : 0,813 : 2,218 : 0,61$$



b) RAČUNSKA VE. ZAP. MASE SVEŽEG, UGR. MALTERA,  
STVARNA VREDNOST ZAPREMINSKE MASE

\* 15% maltera neugrađeno u kalup

\* masa praznog kalupa:  $m_k = 9840g = 9,84kg$

\* masa punog kalupa:  $m_k + \tilde{m}_m = 11570g = 11,57kg$

$\Rightarrow$  masa maltera je:  $\tilde{m}_m = 1,73kg$

\* Računska vrednost zapreminske mase sv. ugr. maltera

$$\tilde{V}_M = 1,15 \cdot V_k = 8832 cm^3$$

\* stvarna vrednost zapreminske mase

$$\rho_M = \frac{\tilde{m}_m}{V_k} \Rightarrow \rho_M = \frac{1,73}{768 \cdot 10^{-6}}$$

$$\Rightarrow \rho_M = 2252,6 kg/m^3$$

c) KOMPONENTE ZA  $1m^3$  MALTERA

$$* \rho_M = w_c + w_k + w_p + w_v$$

$$= w_c + 0,5w_c + 3w_c + 0,5w_c = 5w_c \Rightarrow w_c = \frac{\rho_M}{5}$$

$$\Rightarrow w_c = 450,52 kg/m^3 \sim 451 kg/m^3$$

$$\Rightarrow w_k = 225,26 kg/m^3 \sim 225 kg/m^3$$

$$\Rightarrow w_p = 1351,56 kg/m^3 \sim 1352 kg/m^3$$

$$\Rightarrow w_v = 225,26 kg/m^3 \sim 225 kg/m^3$$

## d) GRUPA MALTERA I KOMPAKTNOST PREMA FEREU

\* kompaktnost prema Feru:

$$U_F = \overline{V_c} + \overline{V_k} + \overline{V_p} = \frac{m_c}{\gamma_{sc}} + \frac{m_k}{\gamma_{sc}} + \frac{m_p}{\gamma_{sp}} = \frac{451}{2950} + \frac{225}{2250} + \frac{1352}{2700}$$

$$\Rightarrow K_F = 0,754$$

\* koeficijent kompaktnosti i grupa maltera

$$U = \frac{\overline{V_c} + \overline{V_k} + \overline{V_p}}{V_{s,p}} = \frac{\frac{m_c}{\gamma_{sc}} + \frac{m_k}{\gamma_{sc}} + \frac{m_p}{\gamma_{sp}}}{\frac{m_p}{\gamma_p} \cdot \left(1 - \frac{\gamma_p}{\gamma_{sp}}\right)} = \frac{\frac{451}{2950} + \frac{225}{2250} + \frac{225}{1000}}{\frac{1352}{1650} \cdot \left(1 - \frac{1650}{2700}\right)}$$

$$\Rightarrow K = 1,5 \quad U > 1 \Rightarrow \text{MALTER JE ČISTAN}$$

## e) STVARNI VODOVEŽIVNI FAKTOR, ZAPREMINA MEHURIĆA VAZDUHA

$$V_M = \overline{V_c} + \overline{V_k} + \overline{V_p} + V_v + V_s$$

$$1 = \frac{m_c}{\gamma_{sc}} + \frac{m_k}{\gamma_{sc}} + \frac{m_p}{\gamma_{sp}} + \frac{m_v}{\gamma_v} + V_s$$

$$\Rightarrow V_s = 0,021 \text{ m}^3$$

$$W = \frac{m_v}{m_c + m_k} = \frac{225}{451 + 225}$$

$$\Rightarrow W = 0,333$$

GRAĐEVINSKI MATERIJALI 1  
Računski deo ispita, 24.08.2007.

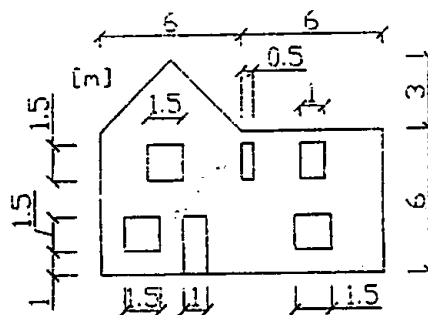
1) Za spravljanje izvesnog finog maltera je, na osnovu prethodnih laboratorijskih ispitivanja, usvojena receptura koja predviđa upotrebu agregata krupnoće 0/2 mm. Na gradilištu se inače kao agregat koristi rečni pesak - frakcije I (krupnoće zrna 0/4 mm), čiji rezultati prosejavanja su dati u tabeli.

d (mm)	dno	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8
Delimični ostaci $a_i$ (g)	60	100	119	100	25	50	46	0

- Odrediti granulometrijski sastav frakcije I (0/4 mm) u tabelarnom obliku. Odrediti i granulometrijski sastav agregata (podfrakcije krupnoće zrna 0/2 mm) koji bi se dobio prosejavanjem ovog peska kroz sito otvora 2 mm i odbacivanjem svih zrna krupnijih od 2 mm. Prikazati ova dva agregata u vidu odgovarajućih dijagrama (granulometrijske krive), u pogodnoj razmeri. Takođe izračunati i modul finoće agregata krupnoće 0/2 mm.
- Na gradilištu se koristi podfrakcija krupnoće 0/2 mm u prirodno vlažnom stanju. Vrednost površinske vlažnosti ovog agregata određena je metodom sifonskog suda. Ukoliko su poznati podaci dobijeni ispitivanjem vlažnog agregata (krupnoće 0/2 mm i zapreminske mase zrna  $\gamma_{zs} = 2740 \text{ kg/m}^3$ ; masa 2500 grama i izmerena zapremina vode istisnute iz sifonskog suda  $V_s = 0,988 \text{ dm}^3$ , kolika je vlažnost ovog agregata? Ako su zrna peska 100% kompaktna, a poroznost (procenat šupljina između zrna) iznosi 35%, sračunati veličinu zapreminske mase agregata u suvom i u prirodno vlažnom stanju.
- Kolika iznosi površina zrna ispitivanog uzorka vlažnog agregata i kolika je prosečna debljina vodenog "filma" kojim su obavijena ta zrna?

2) Jedna vrsta krečno-cementnog (produžnog) maltera spravlja se sa istim odnosima komponenti kao "standardni cementni malter"; s tim što vezivnu komponentu čini mešavina cementa i hidratisanog kreča u masenoj razmeri cement : kreč = 2 : 1. Da bi se napunio jedan standardni trodelni kalup odmerena su uobičajene količine komponentnih materijala - veziva, standardnog trofrakcijskog peska i vode (videti "Praktikum za vežbe iz Građevinskih materijala" - str. 69). Koristeći narednu tabelu, u kojoj su date specifične i zapreminske mase upotrebljenih komponentnih materijala, uraditi sledeće:

Komponenta	Specifična masa ( $\text{kg/m}^3$ )	Zapreminska masa ( $\text{kg/m}^3$ )
Cement	3050	1385
Hidratirani kreč	2300	900
Stand. trofrakcijski pesak	2700	1620



- Odrediti razmeru mešanja komponentnih materijala po zapreminama (zapreminske odnose).
- Odrediti stvarnu vrednost zapreminske mase - ukoliko je izmerena masa praznog trodelnog kalupa iznosila 9750 g, a masa istog kalupa nakon ugrađivanja maltera 11440 g. Sračunati količine komponentnih materijala za  $1 \text{ m}^3$  svežeg, ugrađenog maltera, kompaktnost po Fere-u i koeficijent kompaktnosti (poređenja).
- Kolika je debljina sloja maltera primenjena za malterisanje zida sa slike ako je, osim vode prisutne u pesku (za ovaj zid je upotrebljeno 2549 kg peska relativne vlažnosti 10%), dodato još  $0.170 \text{ m}^3$  vode.

- 1) Sitan rečni agregat frakcije I (krupnoće zrna 0/4mm) koristi se za spravljanje jedne vrste produžnog (krečno-cementnog) maltera. Ako rezultati prosejavanja predmetne frakcije, dobijeni metodom suvog sejanja, odgovaraju podacima iz priložene tablice, odrediti:

$d \text{ (mm)}$	dno	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8
Delimični ostaci $a_i \text{ (g)}$	64	128	224	184	104	48	48	0

- Granulometrijski sastav datog agregata i to u tabelarnom obliku, kao i u vidu odgovarajućeg dijagrama (granulometrijske krive), koji treba nacrtati u pogodnoj razmeri. Na istom dijagramu prikazati i referentno područje za agregat frakcije I (prema standardu JUS B.B3.100), a zatim izvesti zaključak da li ovaj agregat "pada" u propisano područje. Sračunati koliko ima nadmerenih zrna u okviru ispitivane frakcije sitnog agregata - peska.
- Ukoliko se napred pomenuti produžni malter na gradilištu spravlja uz upotrebu prirodno vlažnog peska, odrediti veličinu njegove površinske vlažnosti metodom sifonskog suda. Za ovaj deo zadatka, koristiti sledeće podatke, dobijene laboratorijskim ispitivanjem uzorka vlažnog peska mase 2000 grama: zapreminska masa zrna agregata  $\gamma_{za}=2680 \text{ kg/m}^3$ ; izmerena zapremina uzorka  $V_z=850 \text{ cm}^3$ . Ako su zrna peska 100% kompaktna, a poroznost (procenat šupljina između zrna) iznosi 40%, sračunati veličinu zapreminske mase peska u suvom i u prirodno vlažnom stanju.
- Koliko iznosi površina zrna ispitivanog uzorka vlažnog peska i kolika je prosečna debljina vodenog "filma" kojim su obavijena ta zrna?

- 2) Jedna vrsta krečno-cementnog (produžnog) maltera spravlja se sa istim odnosima komponenti kao "standardni cementni malter", s tim što vezivnu komponentu čini mešavina cementa i hidratisanog kreča u masenoj razmeri *cement:kreč* = 2:1. Za spravljanje 3 malterske prizme standardnih dimenzija (4x4x16cm) odmerene su uobičajene količine komponentnih materijala - veziva, standardnog trofrakcijskog peska i vode (videti "Praktikum za vežbe iz Građevinskih materijala" - str. 69). Koristeći narednu tabelu, u kojoj su date specifične i zapreminske mase upotrebljenih komponentnih materijala, uraditi sledeće:

Komponenta	Specifična masa ( $\text{kg/m}^3$ )	Zapreminska masa ( $\text{kg/m}^3$ )
Cement	2950	1220
Hidratirani kreč	2250	750
Stand. trofrakcijski pesak	2700	1650

- Odrediti razmeru mešanja komponentnih materijala po zapreminama (zapreminske odnose).
- Odrediti računsku vrednost zapreminske mase svežeg ugrađenog maltera (pod uslovom da od ukupne spravljene količine 15% maltera ostane neugrađeno u kalup), kao i stvarnu vrednost zapreminske mase - ukoliko je izmerena masa praznog trodelnog kalupa iznosila 9840 g, a masa istog kalupa nakon ugrađivanja maltera 11570 g.
- Koristeći stvarnu (izmerenu) vrednost zapreminske mase iz prethodne tačke, a uz pretpostavku da su maseni odnosi između komponenti konstantni, sračunati količine svih komponentnih materijala neophodnih za spravljanje  $1 \text{ m}^3$  svežeg, ugrađenog maltera.
- Sračunati kompaktnost po Fere-u i koeficijent kompaktnosti (poređenja), a zatim na bazi tih rezultata izvesti zaključak o tome kojoj grupi maltera pripada predmetni produžni malter.
- Sračunati veličinu stvarnog vodo-vezivnog faktora, kao i zapreminu mehurića vazduha zaostalih nakon ugrađivanja maltera ( $v_1$ ).

24.8.2007.

d[mm]	duo	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	
a <sub>i</sub> (g)	60	100	119	100	25	50	46	0	

a) GRANULOMETRIJSKI SASTAV FRAKCIJE I,  
SASTAV PODFRAKCIJE, DIJAGRAM, MODULI FINOĆE

\* granulometrijski sastav frakcije I

d[mm]	duo	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	
a <sub>i</sub> (g)	60	100	119	100	25	50	46	0	
a <sub>i</sub> (%)	12	20	23,8	20	5	10	9,2	0	
Y <sub>k</sub> (%)	0	12	32	55,8	75,8	80,8	90,8	100	

$$\sum a_i(g) = 500$$

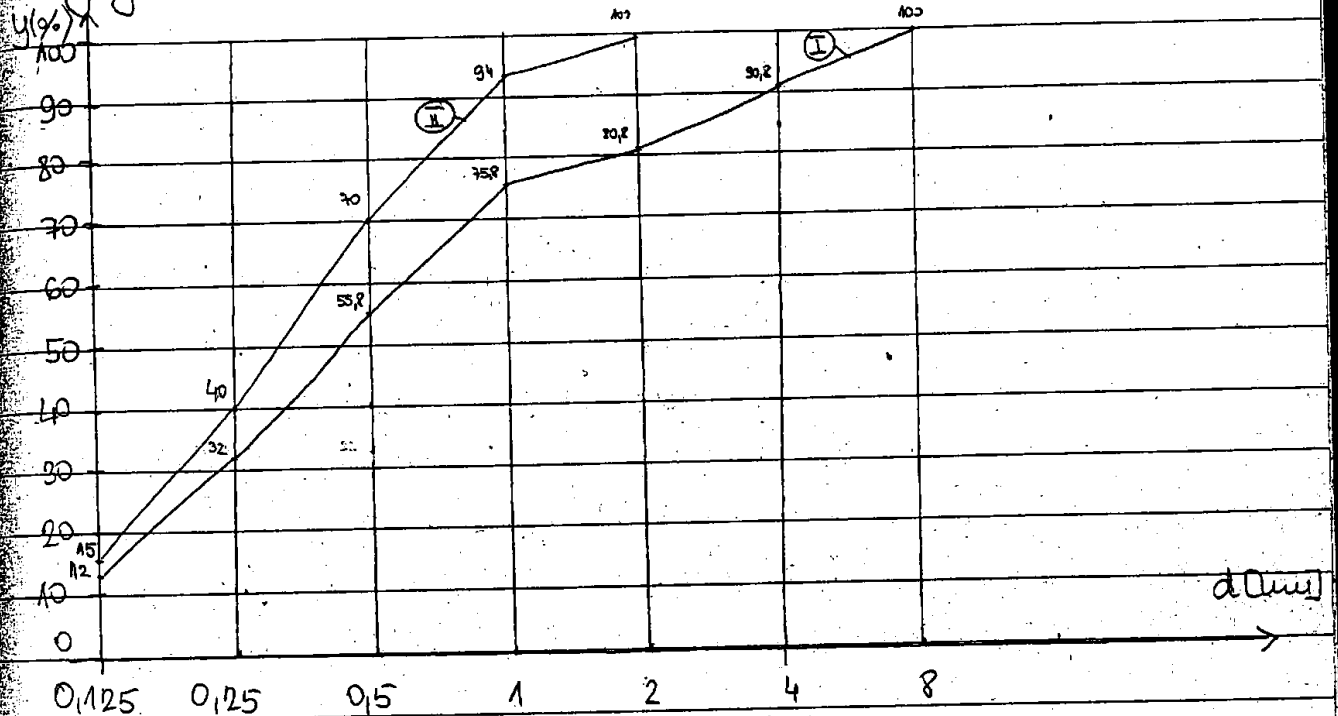
$$a_i : x = 5 : 1 \Rightarrow x = \frac{a_i}{5}$$

\* sastav podfrakcije (prosejanavenu kroz sito 2mm,  
izbacivanjem zrna veceg od 2mm)

$$Y_2 = \frac{y_{1,i}}{80,8} \cdot 100\%$$

d <sub>i</sub> [mm]	0,125	0,25	0,5	1	2	
Y <sub>2</sub> (%)	14,85	39,60	69,06	93,81	100,00	
Y <sub>2</sub> (%) <sup>2</sup>	15	40	70	94	100	

\* diagenis:



\* modul finoc agregata II

$$M_{F,2} = \frac{1}{100} \cdot \sum p \Rightarrow M_{F,2} = \frac{1}{100} \cdot (85 + 60 + 30 + 6) \Rightarrow$$

$$M_{F,2} = 1.81$$

6) VLAŽNOST AGREGATA, ZAPREMINSKA MASA AGREGATA (U SUVOM I VLAŽNOM STANJU)

\*  $m_a + m_v = m_a' = 2500 \text{ g} = 2.5 \text{ kg}$  - masa vlažnog agregata

\*  $\gamma_{2A} = 2740 \text{ kg/m}^3$  - zap. m. zruga agregata

\* zrug 100% uopaleto  $\Rightarrow \gamma_{sA} = \gamma_{2A} = 2740 \text{ kg/m}^3$

\*  $p = 35\%$

\* zapremina vlažnog agregata:  $V_a' = 9.988 \text{ dm}^3$  ( $V_a' = V_a + V_v$ )

$$V_a' = V_a + V_v \Rightarrow 9.988 \cdot 10^{-3} = \frac{m_a}{\gamma_{sA}} + \frac{m_v}{\gamma_v} = \frac{m_a}{2740} + \frac{2.5 - m_a}{1000}$$

$\Rightarrow m_a = 2.381 \text{ kg}$  - masa suvog agregata (valjda)

$\Rightarrow m_v = 0.119 \text{ kg}$  - masa površinske vode u agregatu

\* vlažnost agregata:

$$H_a = \frac{m_v}{m_a} \cdot 100 = \frac{0.119}{2.381} \cdot 100$$

$$\Rightarrow H_a \approx 5\%$$

ili

$$H_a = \frac{V_a' - \frac{m_a}{\gamma_{sA}}}{\frac{m_a}{\gamma_v} - V_a'} \Rightarrow H_a = 4.933\% \approx 5\%$$

\* zapreminska masa u suvom stanju:

$$\gamma_a = \gamma_{sA} (1 - p)$$

$$\Rightarrow \gamma_a = 1781 \text{ kg/m}^3$$

\* zapreminska masa u vlažnom stanju.

$$\gamma_{av} = \gamma_A (1 + H_A) \Rightarrow \gamma_{av} = 1781 (1 + 0,05)$$

$$\Rightarrow \gamma_{av} = 1870 \text{ kg/m}^3$$

c) POVRŠINA ŽRNA, PROSEČNA DEBJINA FILMA

\* površina žrna:

$$F = \frac{G}{\gamma_A} \cdot \sum \frac{m_A}{d_i}$$

$$d_i = \frac{0+2}{2} = 1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}$$

$$\Rightarrow F = \frac{6}{2740} \cdot \frac{2,381}{10^{-3}} = \frac{14,286}{274}$$

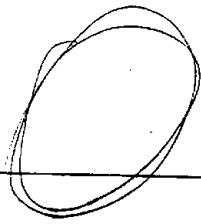
$$\Rightarrow F = 5,21 \text{ m}^2$$

\* prosečna debljina filma:

$$\mu = \frac{\frac{m_v}{\gamma_v}}{F} \Rightarrow \mu = \frac{m_v}{\gamma_v \cdot F} = \frac{0,119}{1000 \cdot 5,21}$$

$$\mu = 0,02284 \text{ mm}$$





$$m_v = 0,5 m_c = m_k$$
$$m_p = 3 m_c = 6 m_k$$

2)

$$* m_c : m_k = 2 : 1 \Rightarrow m_c = 2 m_k$$

$$* V_k = (4 \times 4 \times 16) : 3 = 768 \text{ cm}^3 - \text{zapremina kalupa}$$

$$* m_c : m_p = 1 : 3 \Rightarrow m_p = 3 m_c$$

$$* m_v : m_c = 0,5 \Rightarrow m_v = m_k$$

\* specifične mase:

$$\rho_{sc} = 3050 \text{ kg/m}^3$$
$$\rho_{sk} = 2300 \text{ kg/m}^3$$
$$\rho_{sp} = 2700 \text{ kg/m}^3$$

\* zapreminske mase:

$$\rho_c = 1385 \text{ kg/m}^3$$
$$\rho_k = 900 \text{ kg/m}^3$$
$$\rho_p = 1620 \text{ kg/m}^3$$

a) ZAPREMINSKI ODNOSI

$$V_k : V_c : V_p : V_v = \frac{m_k}{\rho_k} : \frac{m_c}{\rho_c} : \frac{m_p}{\rho_p} : \frac{m_v}{\rho_v}$$

$$V_k : V_c : V_p : V_v = \frac{m_k}{\rho_k} : \frac{2m_k}{\rho_c} : \frac{6m_k}{\rho_p} : \frac{m_k}{\rho_v}$$

$$V_k : V_c : V_p : V_v = \frac{1}{900} : \frac{2}{1385} : \frac{6}{1620} : \frac{1}{1000}$$

$$V_k : V_c : V_p : V_v = 0,0011111111 : 0,0014444444 : 0,0037037037 : 0,001$$

$$\Rightarrow V_k : V_c : V_p : V_v = 1 : 1,3 : 3,3 : 0,9$$

6) STVARNA VREDNOST ZAPREMINSKE MASE,  
KOMPONENTE ZA  $1 \text{ m}^3$  MALTERA, KOMPAKTNOST  
PO FEREU, GRUPA MALTERA

\* masa praznog kolupa:  $m_k = 9750 \text{ g} = 9,75 \text{ kg}$

\* masa punog kolupa:  $m_k + \tilde{m}_m = 11440 \text{ g} = 11,44 \text{ kg}$

$\Rightarrow$  masa maltera je:  $\tilde{m}_m = 1,69 \text{ kg}$

\* stvarna vrednost zapreminske mase:

$$\rho_M = \frac{\tilde{m}_m}{V_k} \Rightarrow \rho_M = \frac{1,69}{768 \cdot 10^{-6}}$$

$$\Rightarrow \rho_M = 220,52 \text{ kg/m}^3$$

\* komponente za  $1 \text{ m}^3$  maltera

$$* \rho_M = m_c + m_k + m_p + m_v = 2m_k + m_k + 6m_k + m_k = 10m_k$$

$$\Rightarrow m_k = 220,05 \text{ kg/m}^3 \sim 220 \text{ kg/m}^3$$

$$\Rightarrow m_c = 440,1 \text{ kg/m}^3 \sim 440 \text{ kg/m}^3$$

$$\Rightarrow m_p = 1320,3 \text{ kg/m}^3 \sim 1320 \text{ kg/m}^3$$

$$\Rightarrow m_v = 220,05 \text{ kg/m}^3 \sim 220 \text{ kg/m}^3$$

\* kompaktnost po Feru

$$K_F = \frac{m_c}{\rho_{sc}} + \frac{m_k}{\rho_{sk}} + \frac{m_p}{\rho_{sp}} = 0,144 + 0,090 + 0,489$$

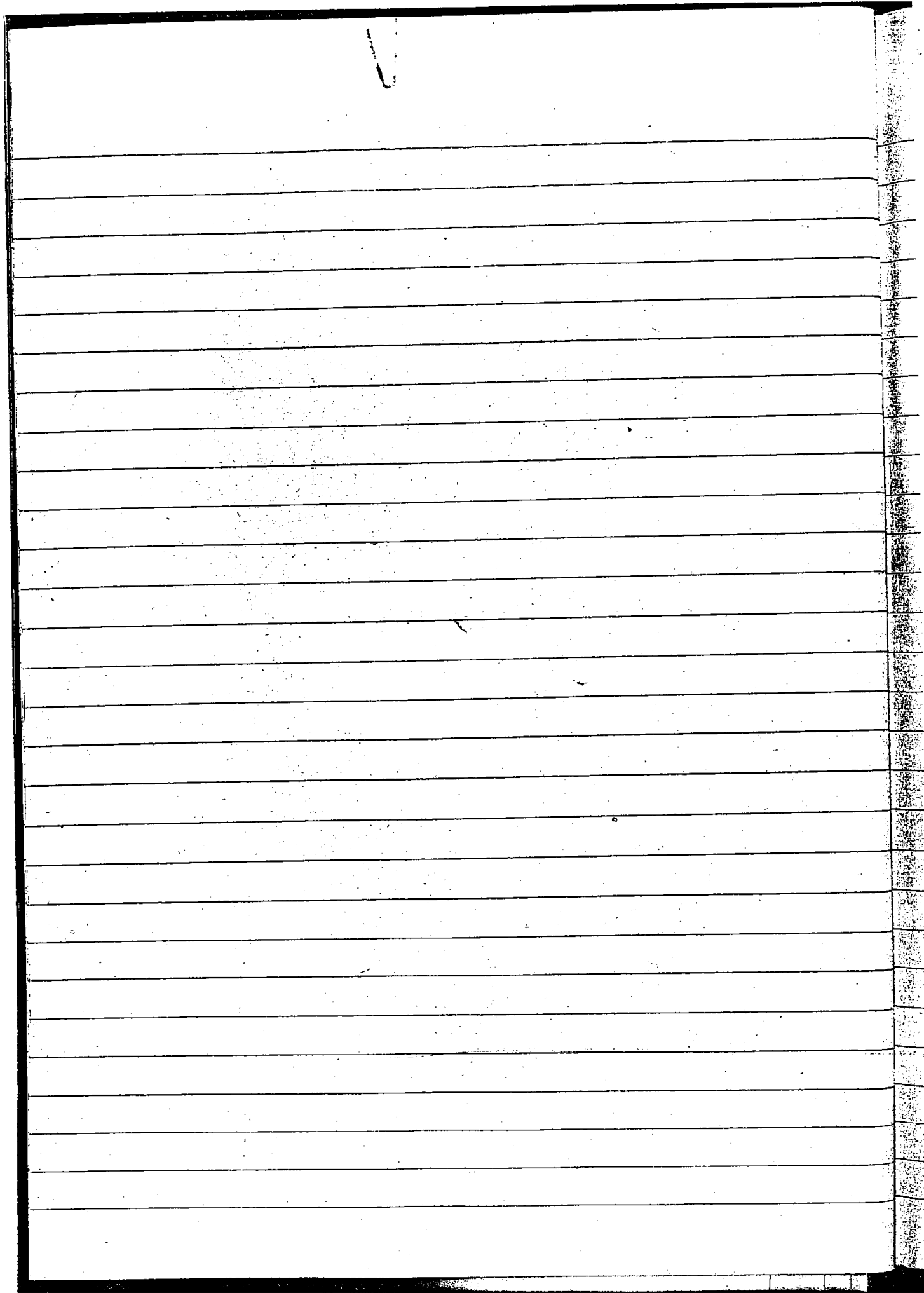
$$\Rightarrow K_F = 0,729 \sim 0,73$$

\* grupa maltera:

$$K = \frac{\frac{m_c}{\gamma_{sc}} + \frac{m_r}{\gamma_{sc}} + \frac{m_v}{\gamma_{siv}}}{\frac{\gamma_p}{\gamma_p} \left(1 - \frac{\gamma_p}{\gamma_{sp}}\right)} = \frac{0,144 + 0,096 + 0,22}{1 \cdot (1 - 0,326)} = 0,326$$

$\Rightarrow K = 1,41$      $K > 1 \Rightarrow$  MALTER JE ČMAŠTAN

c) DEBLJINA SLOJA MALTERA ZA MALTERISANJE ŽIDA



**GRAĐEVINSKI MATERIJALI 1.**  
Računski deo ispita, 08.09.2007.

- 1) Na gradilištu se kao agregat za spravljanje jednog maltera koristi frakcija "I-M" (kрупноće zrna 0/4 mm), dobijena mešanjem dva agregata, frakcije "I-A" i frakcije "I-B", različitog porekla (sa različitim separacijama). Rezultati prosejavanja ova dva agregata su dati u tabeli.

d (mm)	dno	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8
Frakcija "I-A"								
Delimični ostaci $a_i$ (g)	50	110	65	160	40	25	50	0
Frakcija "I-B"								
Delimični ostaci $a_i$ (g)	32	32	416	88	16	112	104	0

- a) Odrediti granulometrijski sastav frakcija "I-A" i "I-B" u tabelarnom obliku. Odrediti granulometrijski sastav agregata "I-M", pod uslovom da na situ 0,5 mm procentualni prolaz ove mešavine bude 50%. Prikazati sva tri agregata u vidu odgovarajućih dijagrama (granulometrijske krive), u pogodnoj razmeri. Da li agregat "I-M" pada u propisano područje prema našim standardima – dati komentar? Koliki je sadržaj nadmerenih zrna u njemu?
- b) Vrednost površinske vlažnosti frakcije "I-M" određena je na gradilištu metodom sifonskog suda. Kolika je apsolutna i relativna vlažnost ovog agregata, ukoliko su poznati podaci dobijeni ispitivanjem vlažnog agregata (zapreminske mase zrna  $\gamma_{sa} = 2750 \text{ kg/m}^3$ ), masa 1200 grama i izmerena zapremina vode istisnute iz sifonskog suda  $V_s = 0,512 \text{ dm}^3$ ? Ako su zrna peska 100% kompaktna, a poroznost (procenat šupljina između zrna) iznosi 38%, sračunati veličinu zapreminske mase agregata u suvom i u prirodno vlažnom stanju.
- 2) Jedna vrsta krečno-cementnog (produžnog) maltera, koji se koristi za malterisanje tunela, spravlja se sa sledećim zapreminskim odnosima čvrstih komponenti, uz vodovvezivni faktor od 0,48:

$$V_{hk} : V_c : V_p = 1 : 1,15 : 4,6$$

Koristeći narednu tabelu, u kojoj su date specifične i zapreminske mase upotrebljenih komponentnih materijala – hidratisanog kreča, cementa i peska, uraditi sledeće:

Komponenta	Specifična masa ( $\text{kg/m}^3$ )	Zapreminska masa ( $\text{kg/m}^3$ )
Cement	3050	1200
Hidratizani kreč	2300	920
Standardni trofrakcijski pesak	2720	1700

- a) Odrediti razmeru mešanja svih komponentnih materijala po masama (masene odnose).
- b) Odrediti stvarnu vrednost zapreminske mase maltera – ukoliko je izmerena masa praznog trodelnog kalupa iznosila 9180 g, a masa istog kalupa nakon ugrađivanja maltera 10820 g. Sračunati količine komponentnih materijala za 1 m<sup>3</sup> svezeg, ugrađenog maltera, kompaktnost po Fere-u i koeficijent kompaktnosti (poređenja).
- c) Kolike su količine komponentnih materijala (vode, hidratisanog kreča, cementa i peska) potrebne za malterisanje unutrašnje obloge betonskog tunela prstenastog poprečnog preseka koji ima unutrašnji prečnik 4,2 m i spoljašnji prečnik 4,5 m, ako se ceo tunel dužine 100 m malteriše slojem maltera debljine 2,5 cm.



8.9.2007.

①

$d[\text{mm}]$	duo	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8
F "I-A"								
$a_i(g)$	50	110	65	160	40	25	50	0
F "I-B"								
$a_i(g)$	32	32	416	88	16	112	104	0

a) GRANULOMETRIJSKI SASTAVI OBE FRAKCIJE,  
GRANULOMETRIJSKI SASTAV MEŠAVINE "I-M"  
DIJAGRAM, "I-M" U PROPISANOM PODRUČJU?  
SADRŽAJ NADMERENIH ZRNA U "I-M"

$d[\text{mm}]$	duo	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8
F "I-A"								
$a_i(g)$	50	110	65	160	40	25	50	0
F "I-A"								
$a_i(\%)$	10	22	13	32	8	5	10	0
F "I-A"								
$y_i(\%)$	0	10	32	45	77	85	90	100
F "I-B"								
$a_i(g)$	32	32	416	88	16	112	104	0
F "I-B"								
$a_i(\%)$	4	4	52	11	2	14	13	0
F "I-B"								
$y_i(\%)$	0	4	8	60	71	73	87	100

$$\sum a_i(g) \text{ za "I-A"} = 500$$

$$a : x = 5 : 100$$

$$x = \frac{a}{5}$$

$$\sum a_i(g) \text{ za "I-B"} = 800$$

$$a : x = 8 : 1$$

$$x = \frac{a}{8}$$

\* mešavina "I-M"

$$y_M(0,5) = 50\% \Rightarrow$$

$$\left. \begin{array}{l} 45x_1 + 60x_2 = 50 \\ x_1 + x_2 = 1 \end{array} \right\} \Rightarrow 45x_1 + 60 - 60x_1 = 50$$

$$10 = 15x_1$$

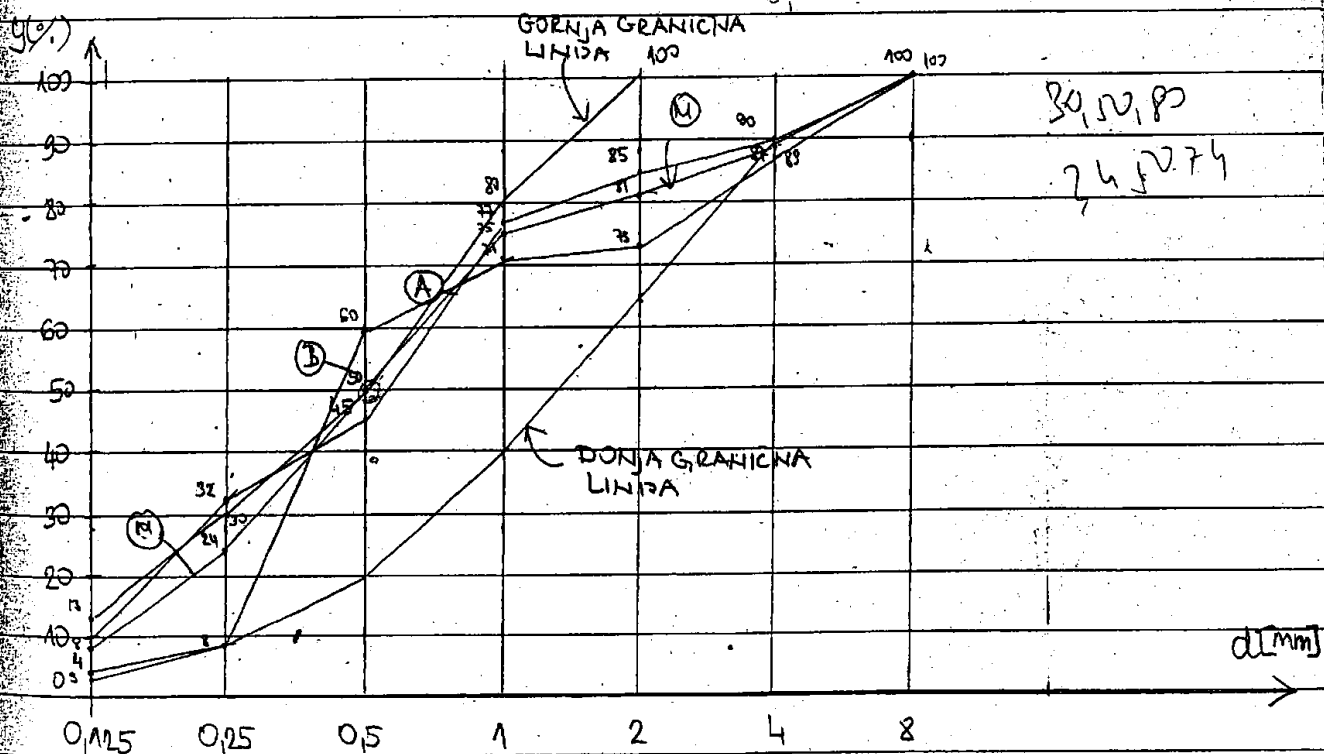
$$\Rightarrow x_1 = 0,666 = 67\%$$

$$\Rightarrow x_2 = 0,333 = 33\%$$

$$y_u = x_1 \cdot y_1 + x_2 \cdot y_2 \Rightarrow y_u = 0,67 y_1 + 0,33 y_2$$

d [mm]	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8
y <sub>1</sub> (%)	10	32	45	77	85	90	100
y <sub>2</sub> (%)	4	8	60	71	73	87	100
y <sub>u</sub> (%)	8,02	24,08	49,95	75,02	81,04	89,01	100
y <sub>u</sub> (%) <sup>2</sup>	8	24	50	75	81	89	100

\* dijagrami:



\* agregat ne pada u popisano poducje

\* procent nadmecenih zrna:

$$90\% - 89\% = 1\%$$



6) APSOLUTNA I RELATIVNA VLAŽNOST,  
ZAP. MASA AGREGATA (I U SUVOM I U VLAŽNOM  
STANJU)

\* zapreminska masa zena agregata:  $\rho_{za} = 2750 \text{ kg/m}^3$

\* zena 100% kompaktna  $\Rightarrow \rho_{za} = \rho_{za} = 2750 \text{ kg/m}^3$

\* maso vlažnog agregata:  $m_a' = m_a + m_v = 1200 \text{ g} = 1,2 \text{ kg}$

\* zapremina vlažnog agregata:  $V_a' = V_a + V_v = 0,512 \text{ dm}^3$

\* poroznost:  $p = 38\%$

$$V_a' = V_a + V_v \Rightarrow 0,512 \cdot 10^{-3} = \frac{m_a}{\rho_{za}} + \frac{m_v}{\rho_v} = \frac{m_a}{2750} + \frac{1,2 - m_a}{1000}$$

$$\frac{m_a}{2750} + \frac{1,2 - m_a}{1000} = 0,512 \cdot 10^{-3} \quad \frac{m_a + 3,3 - 2,75m_a}{2750} = 0,512 \cdot 10^{-3}$$

$$m_a + 3,3 - 2,75m_a = 1,408 \Rightarrow 1,75m_a = 1,892$$

$$\Rightarrow m_a = 1,081 \text{ kg}$$

$$\Rightarrow m_v = 0,119 \text{ kg}$$

\* vlažnost agregata:

• Relativna:  $H_R = \frac{m_v}{m_a'} \cdot 100$

• apsolutna:  $H_a = \frac{m_v}{m_a} \cdot 100$

$$\Rightarrow H_R = 9,917\%$$

$$\Rightarrow H_a = 11,008\%$$

\* Zapreminska masa agregata u suvom stanju:

$$\rho_a = \rho_{s,A} (1 - p)$$

$$\Rightarrow \rho_a = 1705 \text{ kg/m}^3$$

\* Zapreminska masa agregata u vlažnom stanju:

$$\rho_{a,v} = \rho_a (1 + H_a)$$

$$\Rightarrow \rho_{a,v} = 1892,55 \text{ kg/m}^3$$

2

\* vodovezni faktor:  $W=0,48$

\* zapreminski odnos:  $V_{HK}:V_c:V_P=1:1,5:4,6$

\* Specifične mase:

$$\rho_{HK} = 3050 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{HK} = 2300 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_P = 2720 \text{ kg/m}^3$$

\* zapreminske mase:

$$\rho_c = 1200 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_c = 920 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_P = 1700 \text{ kg/m}^3$$

a) MASENI ODNOS:

$$V_{HK}:V_c:V_P=1:1,5:4,6 \Rightarrow V_c=1,5V_{HK} \rightarrow V_P=4,6V_{HK}$$

$$m_{HK}:m_c:m_P = V_{HK} \cdot \rho_{HK} : V_c \cdot \rho_c : V_P \cdot \rho_P$$

$$m_{HK}:m_c:m_P = V_{HK} \cdot \rho_{HK} : 1,5V_{HK} \cdot \rho_c : 4,6V_{HK} \cdot \rho_P$$

$$m_{HK}:m_c:m_P = 920 : 1800 : 7820$$

$$\Rightarrow m_{HK}:m_c:m_P = 1 : 1,956 : 8,5$$

$$W = \frac{m_v}{m_{HK} + m_c} \Rightarrow m_v = 0,48(m_{HK} + m_c)$$

$$\Rightarrow m_v = 0,48(m_{HK} + 1,956m_{HK})$$

$$\Rightarrow m_v = 1,41888m_{HK}$$

$$\Rightarrow m_{HK}:m_c:m_P:m_v = 1 : 1,956 : 8,5 : 1,41888$$

b) STVARNA VREDNOST ZAP. MASE MALTERA,  
KOLIČINE KOMPONENTI ZA  $1\text{m}^3$ ,  
KOMPAKTNOST PO FEREU, VRSTA MALTERA

\* zapremina kalupa:  $V_k = 768\text{dm}^3 = 768 \cdot 10^{-6}\text{m}^3$

\* masa praznog kalupa:  $m_k = 9180\text{g} = 9,18\text{kg}$

\* masa punog kalupa:  $m_{pk} = m_k + \tilde{m}_m = 10820\text{g} = 10,82\text{kg}$   
 $\Rightarrow \tilde{m}_m = 1,64\text{kg}$

\* stvarna vrednost zapreminske mase:

$$\rho_M = \frac{\tilde{m}_m}{V_k} \Rightarrow \rho_M = \frac{1,64 \cdot 10^3}{768}$$

$$\Rightarrow \rho_M = 2135,417\text{kg/m}^3$$

\* komponente za  $1\text{m}^3$  maltera

$$\begin{aligned} * \rho_M &= m_c + m_{HK} + m_p + m_v = 1,956m_{HK} + m_{HK} + 8,5m_{HK} + 1,41828m_{HK} \\ &= 12,87488 m_{HK} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow m_{HK} = 165,859\text{kg/m}^3 \sim 166\text{kg/m}^3$$

$$\Rightarrow m_c = 324,42\text{kg/m}^3 \sim 324\text{kg/m}^3$$

$$\Rightarrow m_p = 1409,801\text{kg/m}^3 \sim 1410\text{kg/m}^3$$

$$\Rightarrow m_v = 235,334\text{kg/m}^3 \sim 235\text{kg/m}^3$$

\*kompaktnost prema Fecru:

$$K_F = \frac{m_c}{\gamma_{sc}} + \frac{m_k}{\gamma_{sk}} + \frac{m_p}{\gamma_{sp}} \Rightarrow K_F = \frac{324,42}{3050} + \frac{165,859}{2300} + \frac{1409,801}{2720}$$

$$\Rightarrow K_F = 0,696 \approx 0,7$$

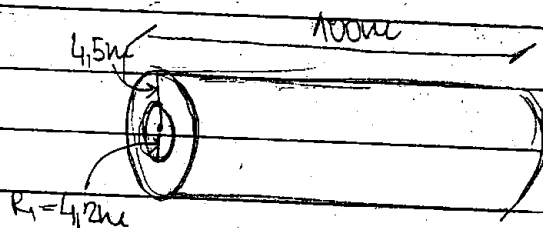
\* grupa maltera:

$$K = \frac{\frac{m_c}{\gamma_{sc}} + \frac{m_k}{\gamma_{sk}} + \frac{m_p}{\gamma_{sp}}}{\frac{m_p}{\gamma_{sp}} (1 - \frac{\gamma_{sp}}{\gamma_{ps}})} \Rightarrow K = \frac{0,413479821}{0,310985514}$$

$$\Rightarrow K = 1,3296 \approx 1,33$$

$K > 1 \Rightarrow$  NASTAN MALTER

c) KOLIČINE MATERIJALA POTREBNE  
ZA MALTERISANJE TUNELA



debljina sloja maltera:  $d = 2,5 \text{ cm}$

$$P_v = R_v \cdot A$$

11

ГРАЂЕВИНСКИ МАТЕРИЈАЛИ 1  
Писмени испит, 12. 04. 2007.

- 1) Лабораторијским просејавањем узорака 4 фракције агрегата, узетих на једном постројењу за производњу бетона, добијени су резултати према приложеној табели.

D (mm)	Делимични остаци на ситима отвора d (kg)												
	Дпо	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	11,2	16	22,4	31,5	45
I	0,16	0,22	0,32	0,50	0,45	0,25	0,10	-	-	-	-	-	-
II	-	-	-	-	0,125	0,25	4,375	0,25	0	-	-	-	-
III	-	-	-	-	-	0,25	0,50	8,75	-	0,50	0	-	-
IV	-	-	-	-	-	-	0,50	1,00	-	17,50	-	1,00	-

Потребно је:

- a) Срачунати и табеларно приказати саставе (проценте проласка кроз сита) за све 4 фракције, написати условне једначине за «мешавину 1» која на ситима 4, 8 и 16 mm

задовољава једначину  $Y_{M1} = 100 \cdot \left( \frac{d}{D} \right)^2$   $Y_{M1}$  заокружено на цео %) и на основу њих

одредити учешћа датих фракција за такву мешавину. За срачунавање учешћа фракција  $x_j$ , заокружених на цео %, препоручује се (као једноставнији), поступак итерације (поступног приближавања), при чему као полазне вредности за  $x_j$  узети разлике пролаза које даје горња једначина за  $Y_{M1}$ . Срачунати затим и ординате гранулометријске криве  $Y_{M1}$  на свим ситима отвора  $d$ , такође заокружене на цео %, као и модул финоће ове мешавине.

- b) На једном дијаграму дати графичку представу гранулометријских састава свих расположивих фракција –  $Y_{ij}$  ( $j = 1, 2, 3, 4$ ) и добијене «мешавине 1» агрегата, као и гранулометријску криву «мешавине 2» дисконтинуалног састава –  $Y_{M2}$ , срачунату у оквиру наредне тачке c).

- c) - Одредити састав дисконтинуалне «мешавине 2» (вредности  $Y_{M2}$ ), састављене од 3, у гранулометријском погледу, потпуно «чисте» фракције: 0,25/0,5 mm, 2/4 mm и 16/22,4 mm, из услова да она садржи 12% зрна крупноће 0,25/0,5 mm и да модули финоће мешавина  $Y_{M1}$  и  $Y_{M2}$  имају једнаке вредности.

- 2) За малтерисање укупно  $900 \text{ m}^2$  зидова једног објекта слојем просечне дебљине  $2,5 \text{ cm}$  справља се кречно - цементни (или „продужни“) малтер, код кога запремински однос компоненти које се уносе у мешалицу задовољава следећи однос:

Хидратисани креч : Цемент : Вода : Песак =  $1 : 1,5 : 1,5 : 5$

Напомиње се да у датом запреминском односу запремина песка фигурише са својом апсолутном влажношћу од  $H_a=5,55\%$ .

Запреминске и специфичне масе креча, цемента и влажног песка дате су у приложеној табlici на крају овог текста. Након завршеног малтерисања зидова слојем дате дебљине, констатовано је да је утрошено укупно  $3,6 \text{ t}$  хидратисаног креча.

Потребно је:

- Одредити размеру мешања чврстих компоненти малтера у масеним јединицама, како са влажним, тако и са сувим песком, у облику хидратисани креч : цемент : песак =  $1 : m : n$ , односно  $1 : p : q$ .
- Одредити количине свих компоненти за израду  $1 \text{ m}^3$  оваквог малтера, његову запреминску масу у свежем стању, као и водовезивни фактор. При одређивању количине воде и водовезивног фактора, осим количине воде која се уноси у мешалицу, водити рачуна и о количини воде која се уноси у мешалицу са влажним песком.
- Одредити групу оваквог малтера (постан, мастан или густ) и компактност малтера према Фере-у.

Компонента малтера	Запреминска маса $\gamma(\text{kg/m}^3)$	Специфична маса $\gamma_c(\text{kg/m}^3)$
Хидратисани креч	990	2900
Цемент	1320	3100
Песак (са 100% компакним зрнима)	1881*	2680

\*) Вредност дата у табlici представља запреминску масу песка у влажном стању, са напред датом апсолутном влажношћу  $H_a=5,55\%$ .



12.4.2007.

①

i	d[mm]	d <sub>0</sub>	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	31,5	45	
I		0,16	0,22	0,32	0,50	0,45	0,25	0,10	-	-	-	-	
II		-	-	-	-	0,125	0,25	4,35	0,25	0	-	-	
III		-	-	-	-	-	0,25	0,50	8,75	-	0,50	0	
IV		-	-	-	-	-	-	0,50	1,00	-	1,75	-	

a) SASTAVI FRAKCIJA, MEŠAVINA "1", MODUL FINOĆE

\*

d[mm]	d <sub>0</sub>	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	31,5	45	
a <sub>I</sub> (kg)	0,16	0,22	0,32	0,50	0,45	0,25	0,10	-	-	-	-	
a <sub>I</sub> (%)	8	11	16	25	22,5	12,5	5	-	-	-	-	
a <sub>II</sub> (kg)	-	-	-	-	0,125	0,25	4,35	0,25	0	-	-	
a <sub>II</sub> (%)	-	-	-	-	2,5	5	8,75	5	0	-	-	
a <sub>III</sub> (kg)	-	-	-	-	-	0,25	0,50	8,75	-	0,50	0	
a <sub>III</sub> (%)	-	-	-	-	-	2,5	5,0	8,75	-	5,0	0	
a <sub>IV</sub> (kg)	-	-	-	-	-	-	0,50	1,00	-	1,75	-	
a <sub>IV</sub> (%)	-	-	-	-	-	-	2,5	5,0	-	8,75	-	
Y <sub>I</sub> (%)	0	8	19	35	60	82,5	95	100	100	100	100	
Y <sub>II</sub> (%)	-	-	-	-	0	2,5	7,5	95	100	100	100	
Y <sub>III</sub> (%)	-	-	-	-	-	0	2,5	7,5	95	100	100	
Y <sub>IV</sub> (%)	-	-	-	-	-	-	0	2,5	7,5	95	99,0	

$$\sum a_{I}(kg) = 2; \quad \sum a_{II}(kg) = 5; \quad \sum a_{III}(kg) = 10; \quad \sum a_{IV}(kg) = 20$$

$$a : x = 2 : 100$$

$$a : x = 5 : 100$$

$$a : x = 1 : 10$$

$$a : x = 2 : 10$$

$$x_I = 50a$$

$$x_{II} = 20a$$

$$x_{III} = 10a$$

$$x_{IV} = 5a$$

\*mesawana  $u^4$ :

$$*d=4\text{mm} \Rightarrow y_1^4 = 100 \left( \frac{4}{31,5} \right)^{2/3} = 25\%$$

$$*d=8\text{mm} \Rightarrow y_1^8 = 100 \left( \frac{8}{31,5} \right)^{2/3} = 40\%$$

$$*d=16\text{mm} \Rightarrow y_1^{16} = 100 \left( \frac{16}{31,5} \right)^{2/3} = 64\%$$

$$*d=4\text{mm} \Rightarrow 95x_1 + 7,5x_2 + 2,5x_3 + 0x_4 = 25 \quad (\text{I})$$

$$*d=8\text{mm} \Rightarrow 100x_1 + 95x_2 + 7,5x_3 + 2,5x_4 = 40 \quad (\text{II})$$

$$*d=16\text{mm} \Rightarrow 100x_1 + 100x_2 + 95x_3 + 7,5x_4 = 64 \quad (\text{III})$$

$$\Rightarrow x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 1 \quad (\text{IV})$$

$$\Rightarrow x_1 = 25\%$$

$$\Rightarrow x_2 = 14\%$$

$$\Rightarrow x_3 = 25\%$$

$$\Rightarrow x_4 = 37\%$$

$$y_M = 0,25y_I + 0,14y_{II} + 0,25y_{III} + 0,37y_{IV}$$

d[mm]	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512
$y_M(\%)$	1,92	4,56	8,14	14,4	20,15	24,50	40,1	64,5	64,5	98,15	98,15	100	100
$y_M(\%)^2$	2	5	8	14	20	25	40	64	64	98	98	100	100

$$M_{FI} = \frac{1}{100} \sum p \Rightarrow M_{FI} = \frac{1}{100} (98 + 95 + 92 + 86 + 80 + 75 + 60 + 36 + 36 + 4)$$

$$\Rightarrow M_{FI} = 66,2$$

$$M_{F_1} = M_{F_2} = 6.62$$

0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	11,2	16	22,4	31,5	45
0	0	12%	12%	12%	-	-	-	-	-	-	100%
100%	100%	88%	88%	88%	P	P	P	P	P	P	0

$$2 \cdot 100 + 88 \cdot 3 + 5p = 662$$

$$\Rightarrow P = 39,6 \%$$

$$\Rightarrow y_{N_2} = 60.4\%$$

2

\* površina uga se malterise:  $P_z = 900 \text{ m}^2$

\* debljina sloja:  $2,5 \text{ cm} = 0,025 \text{ m}$

$\Rightarrow V_u = 22,5 \text{ m}^3$  - zapremina maltera

\* zapreminski odnosi:  $V_k : V_c : V_v : V_p = 1 : 1,5 : 1,5 : 5$

\*  $H_a = 5,55\%$  vlažnost peska

\* zapreminske mase:

$$\rho_k = 990 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_c = 1320 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{vp} = 1881 \text{ kg/m}^3$$

\* specifične mase:

$$\rho_{ske} = 2900 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{sil} = 3100 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{sf} = 2680 \text{ kg/m}^3$$

\* utrošeno rešca:  $m_k = 3,6 \text{ t} = 3600 \text{ kg}$

a) MASENI ODNOSI (1 ZA SUV I ZA VLAŽAN P.)

$$m_k : m_c : m_{vp} = 1 : m : n$$

$$m_k : m_c : m_{vp} = 1 : p : q$$

$$V_k : V_c : V_v = 1 : 1,5 : 5 \Rightarrow \frac{m_k}{\rho_k} : \frac{m_c}{\rho_c} : \frac{m_{vp}}{\rho_{vp}} = 1 : 1,5 : 5$$

$$\Rightarrow \frac{3600 \text{ kg}}{990 \text{ kg/m}^3} : \frac{m_c}{1320} : \frac{m_{vp}}{1881} = 1 : 1,5 : 5$$

$$\Rightarrow m_c = 7200 \text{ kg} ; m_{vp} = 34200 \text{ kg} ; m_v = 7200 \text{ kg}$$

$$\rho_p = \frac{\rho_{vp}}{1 + \frac{H_a}{100}} \Rightarrow \rho_p = \frac{1881}{1 + 0,0555}$$

$$\Rightarrow \rho_p = 1782 \text{ kg/m}^3$$

$$\Rightarrow m_p = 32400 \text{ kg}$$

• suv pesak:

$m_s$

• vlažan pesak:

$$m_{sk}:m_c:m_{vp}=1:2:3$$

$$m_{sk}:m_c:m_{vr}=1:2:9,5$$

\* b) KOMPONENTE ZA  $1 \text{ m}^3$ , ZAP. M. U SVEŽEM STANJU,  
VODOVEZIVNI FAKTOR

\* U sk. za  $22,5 \text{ m}^3$  je  $m_{sk}=3600 \text{ kg}$

\* za  $1 \text{ m}^3$ :

$$\Rightarrow m_{sk}=160 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}; m_c=m_v=320 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}; m_p=144 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}; m_{vp}=1520 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

\* zapreminska masa maltera u svežem stanju:

$$\rho_{MSV} = 160 + 320 + 1520 + 320$$

$$\Rightarrow \rho_{MSV} = 2320 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

\* vodovezivni faktor:

$$W = \frac{m_v}{m_c + m_{sk}} \Rightarrow W = \frac{400}{480}$$

$$\Rightarrow W = 0,83$$

C) GRUPA MALTERAIK DYPAKTHOST DO FEREU

\* grupa waltera.

$$k = \frac{\frac{w_{ak}}{f_{sh}} + \frac{m_c}{f_{sc}} + \frac{m_v}{f_{sv}}}{\left(\frac{1}{f_r} - \frac{1}{f_{sp}}\right) \cdot w_p} = \frac{0,055 + 0,103 + 0,4}{\left(\frac{1}{1282} - \frac{1}{2680}\right) \cdot 1440} =$$

$$\Rightarrow k = \frac{0,558}{(0,000561167 - 0,000373134) \cdot 1440} = \frac{0,558}{0,271}$$

$$\Rightarrow k = 2,06 > 1 \Rightarrow \text{MASTAN MALTER}$$

\* KOMPAKTHOST PREMA FEREU

$$K_F = \overline{V_{HK}} + \overline{V_c} + \overline{V_p} = \frac{w_{HK}}{f_{shk}} + \frac{w_c}{f_{sc}} + \frac{w_p}{f_{sp}} = \frac{160}{2900} + \frac{320}{3100} + \frac{1440}{2680}$$

$$\Rightarrow K_F = 0,055 + 0,103 + 0,692 = 0,85$$