

- 1) Afirmisano građevinsko preduzeće na jednoj većoj lokaciji dobilo je posao na izvođenju većeg broja privrednih armiranobetonskih objekata, za koje je, prema predračunu radova, potrebno ugraditi ukupno 156000 m^3 betona u periodu od dve godine. Vlasnik preduzeća odlučio se za izgradnju sopstvenog pogona (fabrike) za proizvodnju betona, jer namerava da u skoroj budućnosti ozbiljno započne i sa proizvodnjom i isporukom betona i za druge izvođače.
- a) Odrediti proizvodnost mešalice sa periodičnim radom, kapaciteta (zapremine) 750 l , čiji radni ciklus traje 120 s ($18+90+12 \text{ s}$), kao i potreban broj ovakvih mešalica za proizvodnju date količine betona sa 260 radnih dana godišnje, sa radom u tzv. «produženoj radnoj smeni» od 12 h/dan . Za koeficijent neravnomernosti korišćenja mešalica k_1 i koeficijent rezerve (sigurnosti) k_2 usvojiti $1,40$ i $1,20$, respektivno. Odrediti i faktičku proizvodnost sistema (pogona) p_{fak} , kao i faktičnu godišnju proizvodnost istog sistema Q_{fak} .
- b) Za potrebe betoniranja podne ploče jednog od objekata na ovoj lokaciji–hale čije su dimenzije u osnovi $120 \times 12 \text{ m}$, a debljina $d=25 \text{ cm}$, odrediti najpre učinak, a zatim i potreban broj površinskih vibratora – vibroravnjača dužine $3,0 \text{ m}$ i širine 20 cm , za završetak ugrađivanja ploče u jednom radnom danu - «produženoj radnoj smeni». Ukoliko se umesto površinskog, primeni dubinski vibrator sa radijusom dejstva $R_d = 45 \text{ cm}$, odrediti njegov učinak i potreban broj za zbijanje ove ploče u istom vremenu. Za oba vibratore usvojiti radni ciklus od $t_1+t_2=20+10=30 \text{ s}$ i koeficijent korisnog dejstva $k_u = 0,85$ i odrediti faktičke učinke sistema (dobijenog broja) vibratora.
- c) Ako je predmetna hala iz tačke b) udaljena od pogona za proizvodnju betona 750 m , odrediti potreban broj automešalica m_{am} čija je zapremina bubnja $6,0 \text{ m}^3$, za transport betona od pogona do hale. Pri ovome pretpostaviti da se vozilo od pogona do mesta betoniranja kreće prosečnom brzinom od 10 km/h , da manipulativno vreme vozila (postavljanje ispod levka mešalice u pogonu i postavljanje na mesto istovara betona kod hale) iznosi $1,5 \text{ min}$, a da vreme istovara betona iz automešalice odgovara potrebnom vremenu prema tački b) za ugrađivanje te količine betona (razastiranje betona na mesto ugradnje putem auto-pumpe). Sračunati i faktički učinak dobijenog broja auto-mešalica.
- d) Ako se beton pod predmetne hale spravlja i ugrađuje po toplom vremenu, sa 170 kg/m^3 vode, 340 kg/m^3 cementa i 1890 kg/m^3 agregata i ako su temperature cementa, agregata i vode 34°C , 36°C i 26°C , respektivno, kolika će biti računaska temperatura svežeg betona na izlasku iz mešalice, a kolika na mestu ugrađivanja (od početka punjenja pa do kraja pražnjenja auto – mešalice), ako je temperatura vazduha 40°C ? Do koje temperature treba u tom slučaju rashladiti vodu da bi temperatura na izlasku iz mešalice iznosila 27°C , a koliko kg usitnjenog leda bi trebalo uneti direktno u mešalicu, kao dela vode temperature 26°C , da bi se dobila ista ova temperatura betona?

Leto $\Delta T = 0,25 (T_v - T_{b,u})$

$$T_{b,u} = T_{b,v} + \Delta T$$

$$\Delta T = 0,25 (T_v - T_{b,v} - \Delta T)$$

$$t = 1,5 + 2 \cdot \frac{0,75 \text{ m}^3}{10 \text{ m}^3/\text{h}} \cdot 60 + \frac{6 \cdot 12}{120 \cdot 12 \cdot 0,25} \cdot 60$$

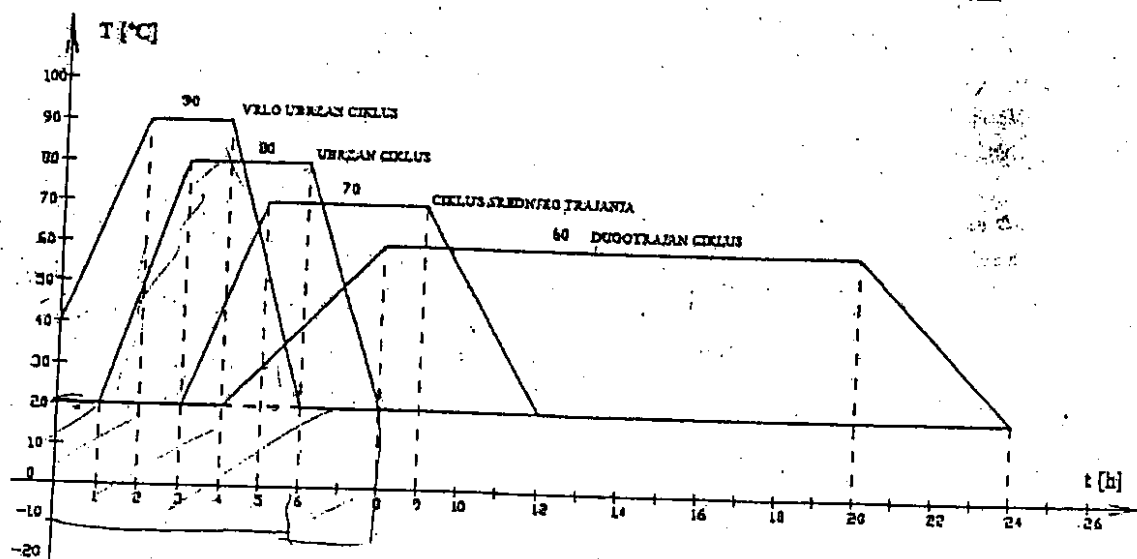
$$120 \cdot 12 \cdot 0,25 = 12$$

3.5 (112)

- 2) U jednom pogonu za prefabrikaciju betonskih elemenata za ubrzano očvršćavanje primenjuje se 4 različita ciklusa zaparivanja, u zavisnosti od trenutne potrebe za količinom proizvedenih elemenata, u određenom kraćem, ili dužem roku (videti priloženu skicu). Za potrebe definisanja zavisnosti između čvrstoće pri pritisku betona f_p i njegove zrelosti M urađena su prethodna ispitivanja za nekoliko vrsta betona, koje se u pogonu najčešće koriste za izradu elemenata.

U priloženoj tablici dati su rezultati ispitivanja jedne vrste betona sa dve serije od po tri kocke ivica 15 cm, od kojih je serija 1 zaparivana na temperaturi $T=40^\circ\text{C}$ u trajanju od $t=8$ h, a serija 2 na temperaturi $T=80^\circ\text{C}$ u trajanju od $t=16$ h.

Seriya	Uslovi očvršćavanja (zaparivanjem)	Sile lomā P_{gr} (kN)
1	$T = 40^\circ\text{C}$ $t = 8$ h	584 643 617
2	$T = 80^\circ\text{C}$ $t = 16$ h	1069 1036 1152



- a) Odrediti prosečne čvrstoće pri pritisku betona f_p za obe serije uzoraka i sračunati njihove odgovarajuće zrelosti M . Pretpostavljajući da između čvrstoće f_p (MPa) i logaritma zrelosti betona $\ln M$ važi linearna zavisnost oblika

$$f_p (\ln M) = A \cdot \ln M + B$$

i skicirati u pogodnoj razmeri dijagram $f_p = f_p (\ln M)$.

- b) Koristeći priloženu skicu režima zaparivanja sračunati zrelosti M za sva data 4 režima.
- c) Na bazi dobijene zavisnosti iz tačke a) i zrelosti koje su sračunate u tački b), odrediti odgovarajuće čvrstoće pri pritisku zaparivanih betona, uneti ove čvrstoće u skicu iz tačke a) i jasno ih u skici posebno naznačiti.

TEHNOLOGIJA BETONA

Pismeni ispit, 24.12.2005.

1) U priloženoj tablici dat je granulometrijski sastav dve vrste drobljenog sitnog agregata Ia (0/4) i Ib (0/4), kao i sastav tri frakcije drobljenog krupnog agregata: II (4/8), III (8/16) i IV (16/25).

d (mm)	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	25	31,5
Ia (0/4)	13	24	35	53	77	92	100	100	100	100
Ib (0/4)	5	11	26	45	71	99	100	100	100	100
II (4/8)	-	-	-	-	2	12	80	100	100	100
III (8/16)	-	-	-	-	-	1	3	100	100	100
IV (16/25)	-	-	-	-	-	-	-	16	95	100

a) Sračunati module finoće (module zrnivosti) date dve vrste sitnog agregata, a zatim odrediti sastav novog sitnog agregata I (0/4), koji se dobija mešanjem dve date vrste Ia i Ib, tako da modul finoće njihove mešavine odgovara najvećoj dopuštenoj vrednosti za pumpani beton od 3,1. Učešća obe vrste sitnog agregata (Ia i Ib) zaokružiti na 2 decimale (ceo procenat), a sastav mešavine takođe na ceo procenat.

b) Odrediti učešće frakcije sitnog agregata I (definisanog pod a)) i sve tri frakcije krupnog agregata u mešavini M, kod koje ordinate Y_m na sitima otvora 4, 8 i 16 mm treba da odgovaraju prosečnim vrednostima ordinata koje definišu referentne granulometrijske krive za pumpani beton.

c) U pogodnoj razmeri prikazati linije prosejavanja za sve 4 frakcije i njihovu mešavinu, zajedno sa unetim odgovarajućim referentnim područjem. Dati kratak komentar da li se dobijena granulometrijska kriva u potpunosti nalazi u okviru referentnog područja i kako se to odražava na pumpabilnost projektovane betonske mešavine.

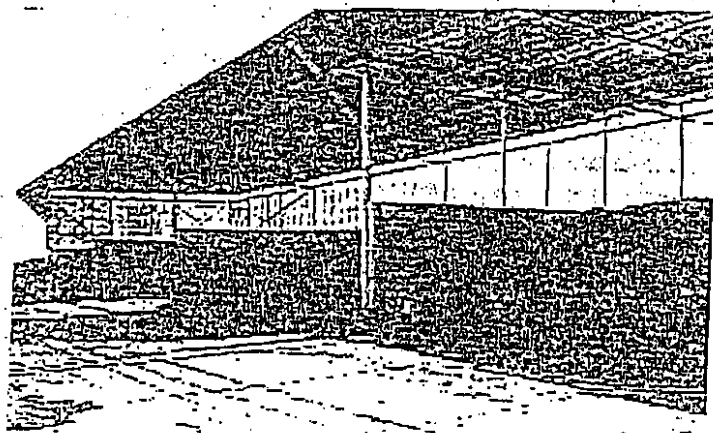
2) Mešalica koja ima efektivnu zapreminu od $0,75 \text{ m}^3$ proizvodi beton sa sledećom dozažom: $M_c = 270 \text{ kg}$, $M_w = 135 \text{ kg}$, rečni agregat po frakcijama: I (0/4) - $M_{a1} = 513 \text{ kg}$, II (4/8) - $M_{a2} = 228 \text{ kg}$, III (8/16) - $M_{a3} = 228 \text{ kg}$, IV (16/31,5) - $M_{a4} = 456 \text{ kg}$. Ako zapreminska masa zrna agregata iznosi 2794 kg/m^3 , a specifična masa cementa iznosi 3000 kg/m^3 , odrediti:

- Dozaže (frakcije I i vode) istog betona, za mešalicu date zapremine ukoliko površinska vlažnost frakcije I (0/4 mm) iznosi 7%, 8%, 9% i 10%.
- Projektovane količine svih komponentnih materijala za 1 m^3 betona (pri čemu količine agregata sračunati i po frakcijama), vodocementni faktor, zapreminsku masu predmetnog betona u svežem stanju $\gamma_{s,v}$, kao i projektovani sadržaj zaostalih šupljina u svežem betonu v_k , nakon ugrađivanja.
- Koji tipovi kalupa mogu da se koriste za uzimanje probnih uzoraka betona na gradilištu (na raspolaganju su kocke ivice 10, 15 i 20 cm, cilindri $\varnothing 15/H30 \text{ cm}$ i prizme dimenzija $12 \times 12 \times 36 \text{ cm}$), imajući u vidu tzv. efekat zida.
- Ukoliko se na mestima nastavaka betoniranja koristi trofrakcijski (sitnozrni) beton koji se dobija izostavljanjem IV frakcije agregata iz napred navedene dozaže, koliko iznose količine cementa, korigovane količine vode i količine prve 3 frakcije agregata (uz vlažnost frakcije I od 7%) za datu zapreminu mešalice. Takođe, sračunati i količine komponentnih materijala koje su potrebne za spravljanje 1 m^3 mešavine, kao i zapreminsku masu tako dobijenog novog, trofrakcijskog betona.

3) Izvođenje betonske obloge jednog cilindričnog hidrotehničkog tunela u Alžiru, ukupne dužine 12,50 km, organizovano je sa dva identična postrojenja za proizvodnju betona (sa po jednom mešalicom), od kojih se jedno postrojenje nalazi na nizvodnom, a drugo na uzvodnom kraju tunela. Svako od ova dva postrojenja (fabrike betona) proizvodi beton za polovinu dužine tunela tokom tri meseca: septembar, oktobar i novembar, sa predviđenih 24 radna dana svakog meseca i radom u tzv. »produženoj radnoj smeni« u trajanju od 12 h svakog radnog dana. Predmetni tunel je prstenasto-cilindričnog poprečnog preseka, sa unutrašnjim prečnikom od 2,50 m i prosečnom debljinom betonske obloge od 25 cm, a sastav betona sledeći: $m_c=365 \text{ kg/m}^3$, $m_s=165 \text{ kg/m}^3$ (zajedno sa 4,4 kg superplastifikatora), $m_w=1875 \text{ kg/m}^3$. Potrebno je:

a) Definirati ukupnu zapreminu betona obloge tunela, zapreminu betona koja otpada na jedno postrojenje (potrebnu mesečnu proizvodnost Q svakog od postrojenja), usvajajući koeficijente neravnomernosti i rezerve $k_1=1,25$, $k_2=1,20$, a zatim i sledeće:

- potrebnu proizvodnost postrojenja p , zapreminu mešalice (sa periodičnim radom) $V_{meš}$, za ciklus mešanja t_c koji se sastoji od vremena punjenja - 45 s, vremena mešanja - 2,5 min i vremena pražnjenja - 30 s i faktičku proizvodnost p_{fak} (uzeti u obzir da se mešalice proizvode sa zapreminama koje se međusobno razlikuju najmanje za po $0,25 \text{ m}^3$),
- potreban broj silosa za cement kapaciteta po 350 t, za proizvodnju od 6 radnih dana,
- potrebne dimenzije deponije agregata (visinu zida, širinu i dužinu deponije, sa nadstrešnicom, kao na priloženoj slici), za proizvodnju od 6 radnih dana ($\gamma_a=1,6 \text{ t/m}^3$),
- potrebne dimenzije radijalnih boksova na fabrikama betona (v. sl. 9.4 u Udžbeniku) koji treba da obezbede jednodnevnu proizvodnju (za 12 h); za visinu zida deponije, odnosno glavnog zida boksova na fabrici betona, usvojiti $H=6 \text{ m}$, a za definisanje potrebne širine B i deponije i boksova pretpostaviti ugao unutrašnjeg trenja agregata od 30° ,
- definisati veličine boksova na deponiji (kao dužine u m) i na fabrici betona (kao uglove u $^\circ$) za pojedine frakcije agregata (0/4 mm, 4/8 mm, 8/16 mm i 16/31,5 mm), prema referentnom području granulometrijskih krivih za beton transportovan pumpom (videti Udžbenik).



b) Pod pretpostavkom da prosečne temperature vazduha u mesecima izvođenja radova - septembru, oktobru i novembru - iznose, respektivno, 40°C , 35°C i 30°C , da su temperature agregata i cementa jednake temperaturama vazduha, a da je temperatura vode koja se dovodi iz obližnje akumulacije uvek za 8°C niža od temperature vazduha, definisati, odnosno analizirati:

- jednačinu temperature betona T_{b0} na izlasku iz mešalice za beton datog sastava, a zatim i konkretne temperature datog betona, sa datim temperaturama vazduha i komponenti betona, posebno za svaki od navedena tri meseca,
- definisati i jednačinu temperature betona na izlasku iz mešalice za dati sastav betona, ako se u mešalicu ubacuje određena količina usitnjenog leda m_l , kao deo potrebne vode za mešanje m_w .

c) Ako se zna da temperatura betona T_{b0} pri unošenju u oplatu ne sme da pređe 30°C , a da na mestu proizvodnje temperatura betona T_{b0} treba da bude niža od T_{b0} , u zavisnosti od zagrevanja tokom transporta (usvojiti prosečno vreme trajanja transporta od 45 min, u zatvorenom damperu) i za još cca 1°C niža zbog zagrevanja usled trenja komponenti u mešalici, definisati i sledeće:

- potrebnu temperaturu betona T_{b0} za svaki mesec, potrebnu temperaturu rashlađene vode koja će obezbediti dobijeno T_{b0} , odnosno potrebnu količinu leda m_l za 1 m^3 betona, ukoliko se za neki od meseci pokazalo da se temperatura betona ne može dobiti samo hlađenjem vode (do najniže temperature od 4°C).

1) Za proizvodnju betona u jednom pogonu za prefabrikaciju betonskih elemenata na raspolaganju su 4 frakcije agregata, standardnih nazivnih krupnoća, pri čemu prve dve frakcije (I - 0/4 mm i II - 4/8 mm) odgovaraju donjim graničnim linijama, a druge dve frakcije (III - 8/16 mm i IV - 16/31,5 mm) gornjim graničnim linijama prema JUS B.83.100. Frakcija IV na međusitu otvora 22,4 mm ima prolaz od 57%.

a) Odrediti učešće datih frakcija agregata u mešavini M_1 kod koje prolasci na graničnim sitima (4, 8 i 16 mm odgovaraju EMPA krivoj: $r_x = 50 \left(\frac{d}{D} + \sqrt{\frac{d}{D}} \right)$ (gde je D nominalno najkrupnije zmo

agregata u mešavini), a zatim sračunati sve ordinate dobijene mešavine M_1 .

b) Definirati mešavinu M_2 agregata koja se dobija tako što se iz mešavine M_1 izostave (odstrane) sva zrna veličine preko 22,4 mm, a zatim i mešavinu M_3 koja bi se dobila mešanjem prve tri date frakcije sa frakcijom IV_a dobijenom prosejavanjem frakcije IV kroz sito otvora 22,4 mm (međusito) i odstranjivanjem svih zrna koja ostaju na tom situ. Pri definisanju mešavine M_3 takođe poći od uslova da na sitima otvora 4, 8 i 16 mm prolasci odgovaraju EMPA krivoj, vodeći računa da je sada u pitanju izmenjena veličina nominalno najkrupnijeg zrna agregata u mešavini. Sračunati sve ordinate za ove dve nove mešavine i njihove međusobne razlike za pojedine otvore sita ($Y_{M1} - Y_{M2}$).

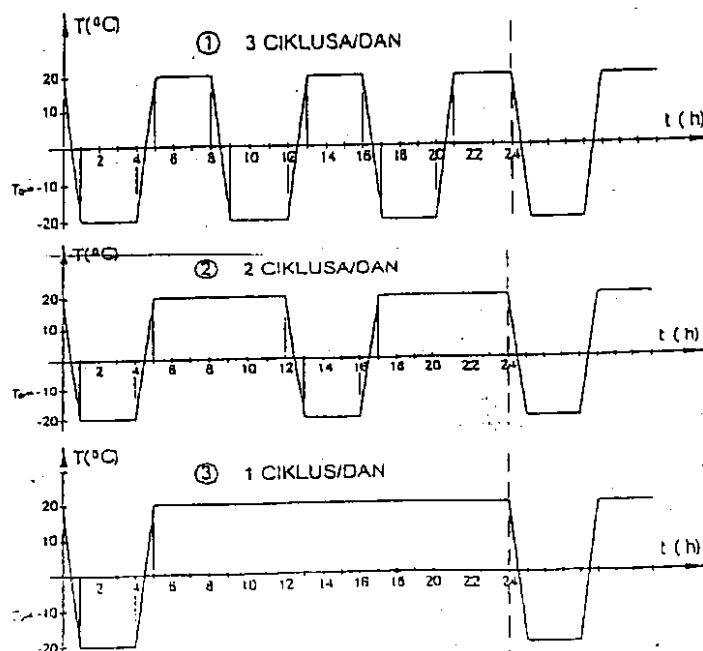
c) U okviru jedinstvenog dijagrama (koordinatnog sistema) skicirati linije prosejavanja sve tri dobijene mešavine i polaznih frakcija (uključujući i frakciju IV_a).

2) Skicama u prilogu prikazani su temperaturni režimi koji se primenjuju pri izlaganju uzoraka betona oblika kocki ivica 15 cm ili cilindara $\Phi 15 \times 15$ cm opitu mržnjenja (4 časa mržnjenja + min 4 časa kravljenja), kod ispitivanja otpornosti betona na dejstvo mraza. Potrebno je uraditi sledeće:

a) Koristeći priložene skice, za sva tri temperaturna režima i za svih šest klasa otpornosti betona na mraz, sračunati jednodnevne zrelosti M_f uzoraka betona koji se izlažu opitu mržnjenja (tj. $M_f^{(1)}, M_f^{(2)}, M_f^{(3)}$), kao i vreme trajanja izlaganja uzoraka opitu mržnjenja t_n (tj. $t_n^{(1)}, t_n^{(2)}, t_n^{(3)}$).

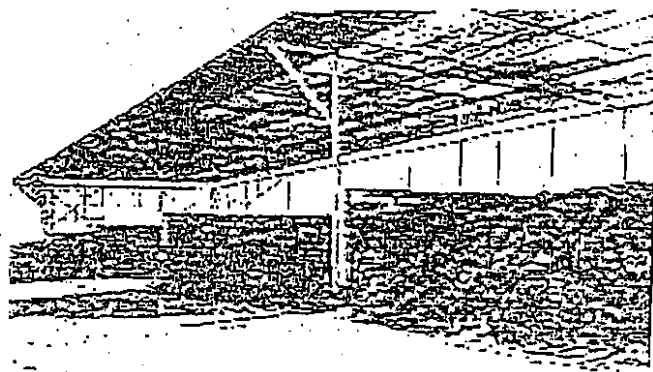
b) Na osnovu podataka dobijenih u tački a), iz uslova jednake zrelosti etalonskih uzoraka i uzoraka izlaganih opitu mržnjenja u vreme ispitivanja čvrstoće pri pritisku, odrediti opšti izraz za potrebnu ekvivalentnu starost etalonskih uzoraka $t_e = t_a + t_{e,n}$, koji važi za sva tri data temperaturna režima. U ovom izrazu sa $t_{e,n}$ je označen samo onaj deo ukupne zrelosti t_e koju etalonski uzorci dobiju (ostvare) za vreme trajanja opita mržnjenja, a sa t_a starost uzoraka u vreme početka opita mržnjenja.

c) Na osnovu opšteg izraza definisanog u tački b) sračunati pojedinačne ekvivalentne starosti t_e za sva tri data slučaja opita mržnjenja i uporediti ovako dobijene ekvivalentne starosti sa odgovarajućim vrednostima koji se dobijaju iz izraza datih u odgovarajućem jugoslovenskom standardu: $t_e = t_a + c \cdot n$, gde je c koeficijent dat ovim standardom za svaki od 3 data režima.



3) Izvođenje betonske obloge jednog cilindričnog hidrotehničkog tunela u Alžiru, ukupne dužine 12,50 km, organizovano je sa dva identična postrojenja za proizvodnju betona (sa po jednom mešalicom), od kojih se jedno postrojenje nalazi na nizvodnom, a drugo na uzvodnom kraju tunela. Svako od ova dva postrojenja (fabrike betona) proizvodi beton za polovinu dužine tunela tokom tri meseca: septembar, oktobar i novembar, sa predviđenih 24 radna dana svakog meseca i radom u tzv. »produženoj radnoj smeni« u trajanju od 12 h svakog radnog dana. Predmetni tunel je prstenasto-cilindričnog poprečnog preseka, sa unutrašnjim prečnikom od 2,50 m i prosečnom debljinom betonske obloge od 25 cm, a sastav betona sledeći: $m_c=365 \text{ kg/m}^3$, $m_v=165 \text{ kg/m}^3$ (zajedno sa 4,4 kg superplastifikatora), $m_s=1875 \text{ kg/m}^3$. Potrebno je:

- a) Definirati ukupnu zapreminu betona obloge tunela, zapreminu betona koja otpada na jedno postrojenje (potrebnu mesečnu proizvodnost Q svakog od postrojenja), usvajajući koeficijente neravnomernosti i rezerve $k_1=1,25$, $k_2=1,20$, a zatim i sledeće:
- potrebnu proizvodnost postrojenja p , zapreminu mešalice (sa periodičnim radom) $V_{meš}$, za ciklus mešanja t_c koji se sastoji od vremena punjenja - 45 s, vremena mešanja - 2,5 min i vremena pražnjenja - 30 s i faktičku proizvodnost p_{fak} (uzeti u obzir, da se mešalice proizvode sa zapreminama koje se međusobno razlikuju najmanje za po $0,25 \text{ m}^3$),
 - potreban broj silosa za cement kapaciteta po 350 t, za proizvodnju od 6 radnih dana,
 - potrebne dimenzije deponije agregata (visinu zida, širinu i dužinu deponije, sa nadstrešnicom, kao na priloženoj slici), za proizvodnju od 6 radnih dana ($\gamma_s=1,6 \text{ t/m}^3$),
 - potrebne dimenzije radialnih boksova na fabrikama betona (v. sl. 9.4 u Udžbeniku) koji treba da obezbede jednodnevnu proizvodnju (za 12 h); visinu zida deponije, odnosno glavnog zida boksova na fabrici betona, usvojiti $H=6 \text{ m}$, a za definisanje potrebne širine B i deponije i boksova pretpostaviti ugao unutrašnjeg trenja agregata od 30° .
 - Definirati veličine boksova na deponiji (kao dužine u m) i na fabrici betona (kao uglove u $^\circ$) za pojedine frakcije agregata (0/4 mm, 4/8 mm, 8/16 mm i 16/31,5 mm), prema referentnom području granulometrijskih krivih za beton transportovan pumpom (videti Udžbenik).



- b) Pod pretpostavkom da prosečne temperature vazduha u mesecima izvođenja radova (septembru, oktobru i novembru) iznose, respektivno, 40°C , 35°C i 30°C , da su temperature agregata i cementa jednake temperaturama vazduha, a da je temperatura vode koja se dovodi iz obližnje akumulacije uvek za 8°C niža od temperature vazduha, definisati, odnosno analizirati:
- jednačinu temperature betona T_{bo} na izlasku iz mešalice za beton datog sastava, a zatim i konkretne temperature datog betona, sa datim temperaturama vazduha i komponenti betona, posebno za svaki od navedena tri meseca,
 - definisati i jednačinu temperature betona na izlasku iz mešalice za dati sastav betona, ako se u mešalicu ubacuje određena količina usitnjenog leda m_l , kao deo potrebne vode za mešanje m_v .

c) Ako se zna da temperatura betona T_{bu} pri unošenju u oplatu ne sme da pređe 30°C , a da na mestu proizvodnje temperatura betona T_{bo} treba da bude niža od T_{bu} , u zavisnosti od zagrevanja tokom transporta (usvojiti prosečno vreme trajanja transporta od 45 min, u zatvorenom damperu) i za još cca 1°C niža zbog zagrevanja usled trenja komponenti u mešalici, definisati i sledeće:

potrebnu temperaturu betona T_{bo} za svaki mesec, potrebnu temperaturu rashlađene vode koja će obezbediti dobijeno T_{bo} , odnosno potrebnu količinu leda m_l za 1 m^3 betona, ukoliko se za neki od meseci može doći do tražene temperature betona nje moguće dobiti samo hlađenjem vode (do najniže temperature od 4°C)

ТЕХНОЛОГИЈА БЕТОНА

Писмени испит, 12.04.2007.

- 1) Лабораторијским просејавањем узорак 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)												
	D ₀	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 цело %) и на основу њих одредити учешћа датих

фракција за такву мешавину. За срачунавање учешћа фракција x_i заокружених на цело %, препоручује се (као једноставнији), поступак итерације (поступног приближавања), при чему као полазне вредности за x_i узети разлике пролаза које даје горња једначина за Y_{M1} . Срачунати затим и ординате гранулометријске криве $Y_{M1,i}$ на свим ситима отвора d_i такође заокружене на цело %, 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» агрегата 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.

- Ако пројектоване количине цемента за «бетон 1» и «бетон 2» износе, респективно, 330 kg/m³ и 220 kg/m³, запреминска маса цемента 1100 kg/m³, а запреминска маса агрегата 1630 kg/m³, одредити укупне количине агрегата за 1 m³, као и количине свих фракција за оба бетона из услова да коефицијенти излаза бетонске мешавине за «бетон 1» и «бетон 2» буду једнаки 0,66 и 0,69, респективно.

- Срачунати колико kg стандардне фракције 0/4 mm треба просејати да би се добиле потребне количине «чистих фракција» 0,25/0,5 mm и 2/4 mm за 1 m³ «бетона 2», односно количину у kg стандардне фракције 16/31,5 mm коју треба просејати да би се добила потребна количина «чисте фракције» 16/25 mm за 1 m³ истог бетона.

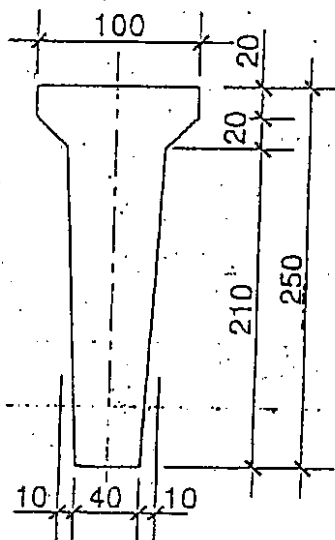
2)

- a) - На основу емпиријске формуле Скрамтајев-а (за цемент класе 42,5 и «нормалан» квалитет цемента и агрегата), написати израз за водоцементни фактор $\omega = m_w/m_c$ у функцији чврстоће бетонске коцке на 28 дана (f_{k28}).
- Написати израз за укупну порозност бетона P_b која потиче само од гелске и капиларне порозности цементне пасте, а за усвојен степен хидратације $\alpha_h = 0,80$, па њега извести зависност облика $\omega = \omega(P_b/m_c)$.
- Изједначавањем оба напред наведена израза за водоцементни фактор написати крајњи израз за везу између чврстоће бетонске коцке и укупне порозности бетона, тј израз облика $f_{k28} = f_{k28}(P_b/m_c)$.
- b) - Користећи «правило о непроменљивој количини воде» (за бетон одређене јонзистенције и са одређеним агрегатом), најпре срачунати количину воде m_w (заокружене на најближих 1 kg/m³) за бетон пласта 100 mm дебелине, са речним агрегатом нормалне

најкрупнијег зрна од 31,5 mm ($k_0=360$), а затим за уобичајене количине цемента у пракси (од 200 до 450 kg/m³) дефинисати подручје у коме се креће водоцементни фактор $w=m_v/m_c$ (реч је о бетону без адитива пластификатора – суперпластификатора).

- Одредити интервал у коме се крећу укупне порозности бетона P_b , дефинисане у тач. а/ за наведени интервал количина цемента (при чему водити рачуна које количине цемента одговарају вишим, а које нижим вредностима водоцементног фактора w), а затим и интервал у коме се крећу вредности односа P_b/m_c (за степен хидратације $\alpha_h=0,80$).
- За све вредности P_b/m_c , од 0,020; 0,025 итд., све до 0,080, а користећи крајњи израз из тачке а/., срачунати вредности чврстоћа $f_{k,28}$.
- с) У следећој размери: за $P_b/m_c - 2\text{ cm} = 0,01$ (% m³/kg); за $f_{k,28} - 2\text{ cm} = 10\text{ MPa}$ (по могућству помоћу лењира), нацртати дијаграм $f_{k,28} = f_{k,28}(P_b/m_c)$, којим обухватити све вредности P_b/m_c (у подели на апсциси од по 0,005, тј.: 0,020; 0,025 итд., све до 0,080) израчунате у оквиру тачке б/.

3) Бетонски носач висине 2,5 м, чији је пресек дат на приложеној скици, бетонира се применом тзв. самозбијајућег бетона брзином од 0,35 m/h. Запреминска маса бетона у свежем стању износи 2400 kg/m³. Време везивања предметног бетона испитивано је експерименталним путем, након чега је утврђено да између величине отпора утискивању игле у свеж бетон (R) и времена протеклог од почетка справљања бетона (t) важи функционална зависност облика $R = a^{0,55 \cdot t}$. Оплата која се користи је углачана, а за самозбијајући бетон приликом прорачуна притисака на оплату усвојити угао унутрашњег трења $\varphi=20^\circ$.



→ α_{105}
 α_{114}

- а) Одредити аналитичким и графичким путем време почетка (t_p) и време краја везивања ($t_k=t_0$) предметног бетона.
- б) Одредити притиске (хоризонталне p_h и вертикалне p_v) на поједине делове оплате који се јављају у првој фази бетонирања - када је оплата испуњена бетоном до висине од 1,5m.
- ц) Одредити притиске (хоризонталне p_h и вертикалне p_v) на поједине делове оплате који се јављају у последњој фази бетонирања - када је оплата до врха испуњена бетоном.

Напомена: све дијаграме притисака бетона на оплату приказати и графичким путем, у одговарајућој размери.

1) Za proizvodnju betona u jednom pogonu za prefabrikaciju betonskih elemenata na raspolaganju su 4 frakcije agregata, standardnih nazivnih krupnoća, pri čemu prve dve frakcije (I - 0/4 mm i II - 4/8 mm) odgovaraju donjim graničnim linijama, a druge dve frakcije (III - 8/16 mm i IV - 16/31,5 mm) gornjim graničnim linijama prema JUS B.B3.100. Frakcija IV na međusitu otvora 22,4 mm ima prolaz od 57%.

- a) Odrediti učešće datih frakcija agregata u mešavini M_1 kod koje prolasci na graničnim sitima (4, 8 i 16 mm odgovaraju EMPA krivoj: $\gamma_k = 50 \left(\frac{d}{D} + \sqrt{\frac{d}{D}} \right)$ (de je D nominalno najkrupnije zrno

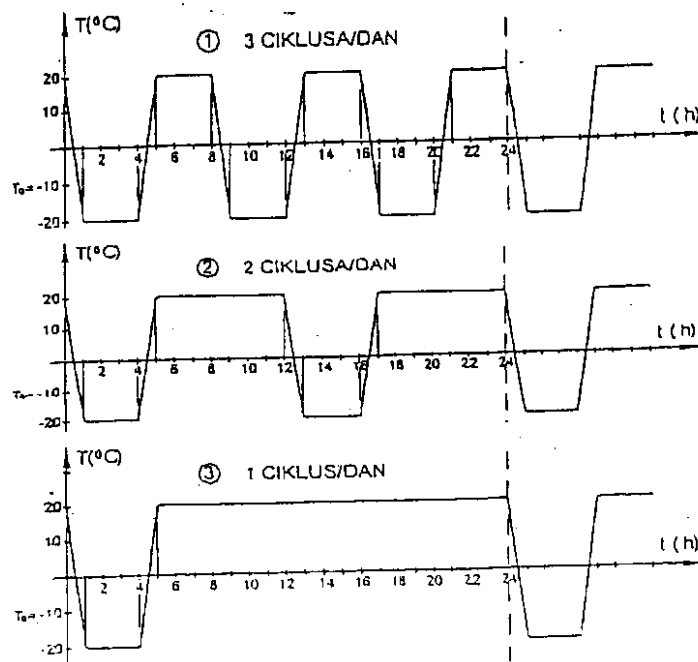
agregata u mešavini), a zatim sračunati sve ordinate dobijene mešavine M_1 .

- b) Definirati mešavinu M_2 agregata koja se dobija tako što se iz mešavine M_1 izostave (odstrane) sva zrna veličine preko 22,4 mm, a zatim i mešavinu M_3 koja bi se dobila mešanjem prve tri date frakcije sa frakcijom IV_a, dobijenom prosejavanjem frakcije IV kroz sito otvora 22,4 mm (međusito) i odstranjivanjem svih zrna koja ostaju na tom situ. Pri definisanju mešavine M_3 takođe poći od uslova da na sitima otvora 4, 8 i 16 mm prolasci odgovaraju EMPA krivoj, vodeći računa da je sada u pitanju izmenjena veličina nominalno najkrupnijeg zrna agregata u mešavini. Sračunati sve ordinate za ove dve nove mešavine i njihove međusobne razlike za pojedine otvore sita ($Y_{M3} - Y_{M2}$).

- c) U okviru jedinstvenog dijagrama (koordinatnog sistema) skicirati linije prosejavanja sve tri dobijene mešavine i polaznih frakcija (uključujući i frakciju IV_a).

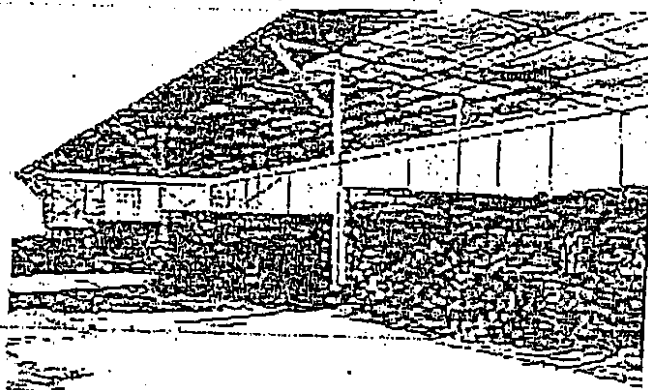
2) Skicama u prilogu prikazani su temperaturni režimi koji se primenjuju pri izlaganju uzoraka betona oblika kocki ivica 15 cm ili cilindara $\Phi 15 \times 15$ cm opitu mržnjenja (4 časa mržnjenja + min 4 časa kravljenja), kod ispitivanja otpornosti betona na dejstvo mraza. Potrebno je uraditi sledeće:

- a) Koristeći priložene skice, za sva tri temperaturna režima i za svih šest klasa otpornosti betona na mraz, sračunati jednodnevne zrelosti M_1 uzoraka betona koji se izlažu opitu mržnjenja (tj. $M_1^{(1)}, M_1^{(2)}, M_1^{(3)}$), kao i vreme trajanja izlaganja uzoraka opitu mržnjenja t_n (tj. $t_n^{(1)}, t_n^{(2)}, t_n^{(3)}$).
- b) Na osnovu podataka dobijenih u tački a), iz uslova jednake zrelosti etalonskih uzoraka i uzoraka izlaganih opitu mržnjenja u vreme ispitivanja čvrstoće pri pritisku, odrediti opšti izraz za potrebnu ekvivalentnu starost etalonskih uzoraka $t_e = t_a + t_{e,n}$, koji važi za sva tri data temperaturna režima. U ovom izrazu sa $t_{e,n}$ je označen samo onaj deo ukupne zrelosti t_e koju etalonski uzorci dobiju (ostvare) za vreme trajanja opita mržnjenja, a sa t_a starost uzoraka u vreme početka opita mržnjenja.
- c) Na osnovu opšteg izraza definisanog u tački b) sračunati pojedinačne ekvivalentne starosti t_e za sva tri data slučaja opita mržnjenja i uporediti ovako dobijene ekvivalentne starosti sa odgovarajućim vrednostima koji se dobijaju iz izraza datih u odgovarajućem jugoslovenskom standardu: $t_e = t_a + c \cdot n$, gde je c koeficijent dat ovim standardom za svaki od 3 data režima.



3) Izvođenje betonske obloge jednog cilindričnog hidrotehničkog tunela u Alžiru, ukupne dužine 12,50 km, organizovano je sa dva identična postrojenja za proizvodnju betona (sa po jednom mešalicom), od kojih se jedno postrojenje nalazi na nizvodnom, a drugo na uzvodnom kraju tunela. Svako od ova dva postrojenja (fabrike betona) proizvodi beton za polovinu dužine tunela tokom tri meseca: septembar, oktobar i novembar, sa predviđenih 24 radna dana svakog meseca i radom u tzv. »produženoj radnoj smeni« u trajanju od 12 h svakog radnog dana. Predmetni tunel je prstenasto-cilindričnog poprečnog preseka, sa unutrašnjim prečnikom od 2,50 m i prosečnom debljinom betonske obloge od 25 cm, a sastav betona sledeći: $m_c=365 \text{ kg/m}^3$, $m_v=165 \text{ kg/m}^3$ (zajedno sa 4,4 kg superplastifikatora), $m_a=1875 \text{ kg/m}^3$. Potrebno je:

- a) Definirati ukupnu zapreminu betona obloge tunela, zapreminu betona koja otpada na jedno postrojenje (potrebnu mesečnu proizvodnost Q svakog od postrojenja), usvajajući koeficijente neravnomernosti i rezerve $k_1=1,25$, $k_2=1,20$, a zatim i sledeće:
- potrebnu proizvodnost postrojenja p , zapreminu mešalice (sa periodičnim radom) $V_{meš}$, za ciklus mešanja t_c koji se sastoji od vremena punjenja - 45 s, vremena mešanja - 2,5 min i vremena pražnjenja - 30 s i faktičku proizvodnost p_{fak} (uzeti u obzir da se mešalice proizvode sa zapreminama koje se međusobno razlikuju najmanje za po $0,25 \text{ m}^3$),
 - potreban broj silosa za cement kapaciteta po 350 t, za proizvodnju od 6 radnih dana,
 - potrebne dimenzije deponije agregata (visinu zida, širinu i dužinu deponije, sa nadstrešnicom, kao na priloženoj slici), za proizvodnju od 6 radnih dana ($\gamma_s=1,6 \text{ t/m}^3$),
 - potrebne dimenzije radijalnih boksova na fabrikama betona (v. sl. 9.4 u Udžbeniku) koji treba da obezbede jednodnevnu proizvodnju (za 12 h); visinu zida deponije, odnosno glavnog zida boksova na fabrici betona, usvojiti $H=6 \text{ m}$, a za definisanje potrebne širine B i deponije i boksova pretpostaviti ugao unutrašnjeg trenja agregata od 30° .
 - Definirati veličine boksova na deponiji (kao dužine u m) i na fabrici betona (kao uglove u $^\circ$) za pojedine frakcije agregata (0/4 mm, 4/8 mm, 8/16 mm i 16/31,5 mm), prema referentnom području granulometrijskih krivih za beton transportovan pumpom (videti Udžbenik).



- b) Pod pretpostavkom da prosečne temperature vazduha u mesecima izvođenja radova (septembru, oktobru i novembru) iznose, respektivno, 40°C , 35°C i 30°C , da su temperature agregata i cementa jednake temperaturama vazduha, a da je temperatura vode koja se dovodi iz obližnje akumulacije uvek za 8°C niža od temperature vazduha, definisati, odnosno analizirati:
- jednačinu temperature betona T_{bo} na izlasku iz mešalice za beton datog sastava, a zatim i konkretne temperature datog betona, sa datim temperaturama vazduha i komponenti betona, posebno za svaki od navedena tri meseca,
 - definisati i jednačinu temperature betona na izlasku iz mešalice za dati sastav betona, ako se u mešalicu ubacuje određena količina usitnjenog leda m_l kao deo potrebne vode za mešanje m_v .

c) Ako se zna da temperatura betona T_{bu} pri unošenju u oplatu ne sme da pređe 30°C , a da na mestu proizvodnje temperatura betona T_{bo} treba da bude niža od T_{bu} , u zavisnosti od zagrevanja tokom transporta (usvojiti prosečno vreme trajanja transporta od 45 min, u zatvorenom damperu) i za još cca 1°C niža zbog zagrevanja usled trenja komponenti u mešalici, definisati i sledeće:

potrebnu temperaturu betona T_{bo} za svaki mesec, potrebnu temperaturu rashlađene vode koja će obezbediti dobijeno T_{bo} , odnosno potrebnu količinu leda m_l za 1 m^3 betona, ukoliko se za neki od meseci pokaže da traženu temperaturu betona nije moguće dobiti samo hlađenjem vode (do najnižih temperatura od $+4^\circ\text{C}$)

TEHNOLOGIJA BETONA

Pismeni ispit 20.06.2006.

1) Pogon za prefabrikaciju betonskih elemenata ima i svoju separaciju agregata, sa 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 standardne frakcije agregata su odgovarale gornjim graničnim linijama prema JUS B.B2.10, pri čemu frakcija IV ima prolaz kroz sito 22,4 mm od 58%. Za elemente većih preseka, ordinate mešavine agregata "a", sa sve 4 frakcije, na sitima otvora 4, 8 i 16 mm približno odgovaraju

krivoj $Y_a = 100 \sqrt{\frac{d}{31,5}}$ (zaokružene na ceo %). Za proizvodnju elemenata manjih preseka, umesto primene trofrakcijskih mešavina, koriste se mešavine "b" ili "c" sa 4 frakcije, ali uz eliminisanje zrna preko 22,4 mm, bilo prosejavanjem gotove četvorofrakcijske mešavine "a" kroz »međusito« otvora 22,4 mm (za mešavinu "b"), bilo prosejavanjem najkrupnije frakcije - frakcije IV (16/31,5 mm) kroz isto sito (za mešavinu "c") koja se zatim meša sa prve tri.

- Metodom približavanja odrediti učešće ovako definisanih frakcija agregata u mešavini "a", a zatim sračunati i sve ordinate Y_a ovako dobijene mešavine.
- Definisati mešavinu "b" agregata koja se dobija eliminisanjem zrna krupnoće preko 22,4 mm iz mešavine "a", a zatim ponovo metodom približavanja odrediti učešće u mešavini "c" frakcija I (0/4), II (4/8) i III (8/16) i frakcije IV_a, dobijene odstranjivanjem iz frakcije IV svih zrna koja ostaju na međusitu 22,4 mm. 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 $|Y_b - Y_c|$.
- U okviru jedinstvenog koordinatnog sistema skicirati linije prosejavanja sve tri mešavine, kao i polaznih frakcija (uključujući i frakciju IV_a).

2) Jedna armiranobetonska konstrukcija ispitivana je nakon višegodišnjeg prekida radova na objektu - u cilju ocene kvaliteta ugrađenih materijala. Nakon snimanja stanja konstrukcije, odlučeno je da se za utvrđivanje kvaliteta ugrađenog betona primeni tzv. kombinovana metoda, koja se sastoji iz dva dela: iz ispitivanja sa razaranjem, koje podrazumeva uzimanje određenog broja uzoraka betona (kernova) iz konstrukcije, i iz ispitivanja bez razaranja metodom sklerometra (Šmitovog čekića). Odlučeno je da se uzorci betona (kernovi) uzmu sa 9 karakterističnih mesta na konstrukciji, a da se metoda sklerometra primeni na istih tih 9 memih mesta, kao i na još 9 memih mesta na kojima nije predviđeno vadenje uzoraka betona. Rezultati ispitivanja čvrstoće pri pritisku betona f_p (preračunati na kocku ivice 20 cm) dobijeni na uzorcima uzetim sa prvih 9 memih mesta, kao i visine odskoka sklerometra (tzv. indeks sklerometra - h_{sr}) za svih 18 memih mesta, dati su u priloženoj tabeli.

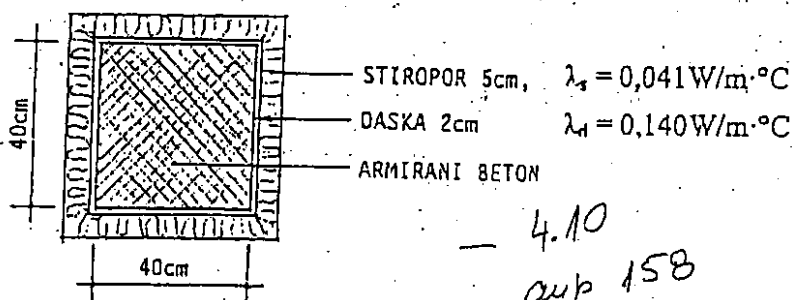
Merno mesto	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Čvrstoća f_p (MPa)	16,6	18,3	21,0	18,3	24,8	29,9	22,2	25,3	20,7
Indeks h_{sr} (cm)	2,51	2,85	3,17	2,87	3,31	3,58	3,24	3,39	3,06
Merno mesto	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Indeks h_{sr} (cm)	3,02	2,94	2,68	2,61	2,54	2,61	3,71	3,07	3,11

a) Koristeći rezultate iz date tabele za merna mesta 1-9, definisati funkcionalnu zavisnost $f_p = f_p(h_{sr})$ u obliku kvadratne parabole – primenom metode najmanjih kvadrata. Nakon toga, sračunati računске vrednosti čvrstoća pri pritisku koje bi odgovarale registrovanim visinama odskoka sklerometra (h_{sr}) na mernim mestima 10-18.

b) U odgovarajućoj razmeri nacrtati funkciju $f_p = f_p(h_{sr})$, a zatim naći procentualne razlike između rezultata čvrstoća pri pritisku dobijenih eksperimentalnim i računskim putem (za prvih 9 mernih mesta).

c) Na bazi svih 18 rezultata dobijenih računskim putem (koristeći funkciju definisanu pod a)), naći karakterističnu vrednost čvrstoće pri pritisku za fraktil 10%. Na osnovu te veličine, dati ocenu o ostvarenoj marki betona (MB) ugrađenog u predmetnu konstrukciju. Kolika bi bila ostvarena marka MB, ako bi se za proračun karakteristične vrednosti čvrstoće primenio fraktil od 5%?

3) Za betonski stub sa poprečnim presekom prikazanim na priloženoj skici odrediti:



a) Funkciju priraštaja čvrstoće pri pritisku betona f_p tokom vremena, u obliku:

$$f_p(t) = a \cdot (1 - e^{-b \cdot t}) \quad (\text{za } t \text{ u danima, } f_p(t) \text{ se dobija u MPa}),$$

ukoliko su registrovane vrednosti ove čvrstoće pri starostima betona od 7 i 14 dana iznosile 16,6 MPa, odnosno 27,6 MPa (respektivno). Nakon toga, sračunati vreme (t) neophodno da se u stubu ostvari 50% od ukupne (teoretski maksimalne) vrednosti čvrstoće.

b) Vreme hlađenja betona do temperature od 0°C (t_h) primenom termos-metode, ukoliko su poznati sledeći podaci u vezi sa upotrebljenim materijalima, tehnologijom ugrađivanja i uslovima spoljašnje sredine:

- projektovana temperatura betona na mestu ugrađivanja $T_{bu} = 21^\circ\text{C}$,
- temperatura vazduha $T_v = -12^\circ\text{C}$,
- količina upotrebljenog cementa $m_c = 400 \text{ kg/m}^3$,
- toplota hidratacije cementa koja odgovara vremenu t_h : $Q_{cth} = 220 \text{ kJ/kg}$,
- transport betona obavlja se pomoću automiksera i traje cca 60 minuta.

c) Kolika treba da bude vrednost temperature svežeg betona u trenutku utovara u transportno sredstvo (T_{bo}), da bi bili zadovoljeni uslovi zadatka pod b)? Imajući u vidu sračunate veličine vremena t (u okviru tačke a) i vremena t_h (u okviru tačke b), izvesti zaključak o efikasnosti primene termos-metode u konkretnom slučaju.

ТЕХНОЛОГИЈА БЕТОНА

Писмени испит, 24.08.2007.

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

d_i (mm)	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	31,5
Y (%)	I	6	10	15	30	50	100	100	100
	II	0		0	0	0	15	100	100
	III	0	0	0	0	0	0	100	100
	IV	0	0	0	0	0	0	0	100

- а) Написати условне једначине за «мешавину 1» која на ситима 4, 8 и 16 mm треба да има проласке од 30%, 45% и 60%) и на основу њих одредити учешћа датих фракција за такву мешавину. Срачунати затим и ординате гранулометријске криве Y_{mi} на свим ситима отвора d_i .
- б) Ако пројектоване количине цемента, агрегата и воде износе, респективно, 330, 1900 и 200 kg/m³, а влажност фракција I и II 5% и 2%, респективно, одредити укупну количину агрегата, као и количине свих фракција и количину воде које треба унети у мешалицу за 1 m³ бетона. Срачунати и запреминску масу свежег бетона.
- в) На једном дијаграму дати графичку представу гранулометријских састава свих расположивих фракција и добијене мешавине агрегата. Одредити водоцементни фактор мешавине и потенцијалну чврстоћу при притиску бетона применом емпиријске формуле Скрамтајева (квалитет цемента – класа 42,5 и агрегата нормалан). Којој марки бетона би одговарала добијена 28-дневна чврстоћа, уколико је реч о претходним лабораторијским пробама приликом пројектовања бетонске мешавине? Која је највећа вредност водоцементног фактора у овом случају уколико се претходне пробе односе на марку бетона МБ 30? Које могућности стоје на располагању да би се такав водоцементни фактор и могао применити, без промене конзистенције (уграђивости) бетона?

- 2) Испитивање чврстоће бетона једне готове армиранобетонске конструкције вршено је комбиновањем методе површинске тврдоће – склерометром (Шмитовим чекићем), примењене на 30 мерних места, са вађењем и испитивањем укупно 6 бетонских цилиндара (кернова). Резултати испитивања склерометром – вредности «индекса склерометра» I_s , приказани су у Табели 1. На основу испитивања на 6 извађених кернова одређене су чврстоће при притиску f_p (сведене на чврстоће коцки ивица 20 cm) на датим интервалима. Резултати тог испитивања дати су у Табели 2.

Табела 1: Резултати испитивања склерометром

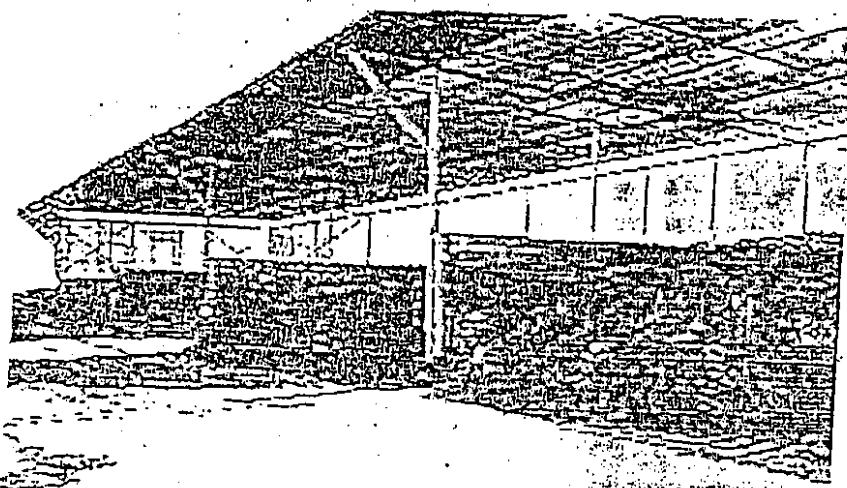
Мер. место	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
I_s (mm)	37.6	33.7	32.6	30.3	28.4	26.7	35.9	33.9	33.2	30.1	28.4	32.9	27.7	25.8	37.8
Мер. место	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
I_s (mm)	32.6	30.6	32.7	36.0	35.1	28.3	35.9	33.2	31.2	27.8	38.2	35.6	30.5	36.8	33.9

Табела 2: Резултати испитивања чврстоће при притиску

Интервал (mm)	25.0-27.5	27.6-30.0	30.1-32.5	32.6-35.0	35.1-37.5	37.6-40.0
f_p (MPa)	12.8	15.4	19.3	22.9	25.6	28.6

Потребно је урадити следеће:

- а) Нацртати хистограм добијених вредности f_s , усвајајући 6 интервала величине од по 2,5 mm (25,1-27,5 mm; 27,6-30,0 mm, итд., до 37,6-40,0 mm) и одредити просечне вредности f_s за сваки од ових интервала.
 - б) Методом најмањих квадрата одредити зависност $f_p = f_p(f_s)$ у линеарном облику, усвајајући за f_s просечне вредности добијене у претходној тачки. Препоручује се, да се у прорачун функције f_p вредности f_s уносе у цм.
 - в) Користећи добијену функцију, одредити рачунске вредности чврстоће f_p које одговарају вредностима f_s на сваких 2,5 mm (27,5 mm; 30,0 mm; 32,5 mm, итд., све до 40,0 mm и унети их у дијаграм $f_p = f_p(f_s)$ нацртан у погодној размери, заједно са тачкама које одговарају извађеним цилиндрима.
- 3) Извођење бетонске облоге просечне дебљине 50 cm, једног цилиндрично – прстенастог хидротехничког тунела у Ираку, чији је унутрашњи пречник 5,0 m, а укупна дужина 6250 m, предвиђено је да траје укупно 6 месеци. Предвиђена је производња бетона на фабрици са једном мешалицом, радом 12 h дневно, са 25 радних дана месечно. Састав бетонске мешавине је следећи: $m_c = 350 \text{ kg/m}^3$, $m_v = 165 \text{ kg/m}^3$ и $m_s = 1900 \text{ kg/m}^3$.
- а) Одредити запремину бетона облоге тунела V_b , потребну месечну производност Q постројења, потребну часовну производност постројења p , ако је коефицијент неравномерности $k_1 = 1,25$, а коефицијент резерве $k_2 = 1,20$, запремину мешалице са периодичним радом $V_{мес}$. Циклус мешања мешалице m_c састоји се од: пуњење–50 s, мешање–2 min и пражњење–30 s). Одредити и фактичку производност $p_{фак}$ система (мешалице се по запреминама разликују за најмање 0,25 m³).
 - б) Одредити потребан број силоса за цемент капацитета по 500 t, димензије складишта агрегата (ширину и дужине преграда за сваку од 4 фракција, као на слици) за 5 радних дана ($\gamma_s = 1,6 \text{ g/cm}^3$), а затим и потребне димензије радијалних боксова на фабрици бетона (в. сл. 9.4 у Уџбенику) за једнодневну производњу. Висину зида складишта агрегата усвојити $H = 6 \text{ m}$, а за потребну ширину В депоније, као и за висину и ширину боксова на фабрици, претпоставити угао унутрашњег трења агрегата од 30°. Дужине боксова складишта, односно потребне углове (γ°) за поједине фракције агрегата (0/4 mm, 4/8 mm, 8/16 mm и 16/31,5 mm), одредити према средњој линији референтног подручја гранулометријског састава за »пумпани« бетон (видети Уџбеник).



Складиште агрегата за петодневну производњу фабрике бетона

1) U priloženoj tablici dat je granulometrijski sastav dve vrste drobljenog sitnog agregata Ia (0/4) i Ib (0/4), kao i sastav tri frakcije drobljenog krupnog agregata: II (4/8), III (8/16) i IV (16/25).

d (mm)	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	25	31,5
Ia (0/4)	13	24	35	53	77	92	100	100	100	100
Ib (0/4)	5	11	26	45	71	99	100	100	100	100
II (4/8)	-	-	-	-	2	12	80	100	100	100
III (8/16)	-	-	-	-	-	1	3	100	100	100
IV (16/25)	-	-	-	-	-	-	-	16	95	100

a) Sračunati module finoće (module zrnivosti) date dve vrste sitnog agregata, a zatim odrediti sastav novog sitnog agregata I (0/4), koji se dobija mešanjem dve date vrste Ia i Ib, tako da modul finoće njihove mešavine odgovara najvećoj dopuštenoj vrednosti za pumpani beton od 3,1. Učešća obe vrste sitnog agregata (Ia i Ib) zaokružiti na 2 decimale (ceo procenat), a sastav mešavine takođe na ceo procenat.

b) Odrediti učešće frakcije sitnog agregata I (definisanog pod a)) i sve tri frakcije krupnog agregata u mešavini M_c kod koje ordinate Y_m na sitima otvora 4, 8 i 16 mm treba da odgovaraju prosečnim vrednostima ordinata koje definišu referentne granulometrijske krive za pumpani beton.

c) U pogodnoj razmeri prikazati linije prosejavanja za sve 4 frakcije i njihovu mešavinu, zajedno sa unetim odgovarajućim referentnim područjem. Dati kratak komentar da li se dobijena granulometrijska kriva u potpunosti nalazi u okviru referentnog područja i kako se to odražava na pumpabilnost projektovane betonske mešavine.

2) Za izvođenje jedne AB konstrukcije projektom su predviđene marke betona: MB 20, MB30 i MB 40. Pri projektovanju betonskih mešavina za sve tri marke betona odabran je cement klase 42,5 ($\gamma_{sc}=2950 \text{ kg/m}^3$), rečni agregat ($\gamma_{sc}=\gamma_{sa}=2720 \text{ kg/m}^3$), opran i granulisan u 4 uobičajene, standardne frakcije ($D=31,5 \text{ mm}$) i pijuća voda. Na osnovu planova oplata i planova armature usvojena je plastična konzistencija sa sleganjem 6-8 cm, a prethodnim ispitivanjima usvojena količina vode za ovakvu konzistenciju iznosi 170 kg/m^3 .

U cilju definisanja potrebnih količina cementa (tj. vodocementnih faktora), za sve tri marke betona izrađeno je ukupno 10 probnih betonskih mešavina sa usvojenom količinom vode od 170 kg/m^3 , uz variranje količine cementa m_c po 25 kg/m^3 , počev od 200 pa do 425 kg/m^3 . Ukupna količina agregata m_a (ne menjajući usvojen granulometrijski sastav) takođe je u ovim prethodnim probama menjana, tako da projektovana zapreminska masa svežeg betona uvek iznosi 2400 kg/m^3 . Nakon propisnog negovanja u trajanju od 28 dana betonskih kocki, uzetih od svake mešavine po tri komada, izvršeno je ispitivanje čvrstoće pri pritisku. Dobijene prosečne vrednosti čvrstoće $f_{k,28}$ za svaku od 10 mešavina prikazane su u priloženoj tablici.

Mešavina broj i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$m_c (\text{kg/m}^3)$	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425
$f_{k,28} (\text{MPa})$	19,2	21,3	23,0	27,9	33,2	36,0	39,1	41,9	48,8	50,5

a) Sračunati vrednosti vodocementnog faktora ω (zaokruženo na treću decimalu) za svih 10 mešavina i u pogodnoj razmeri nacrtati dijagram $f_{k,28} - \omega$, a zatim metodom najmanjih kvadrata definisati i zavisnost $f_{k,28} - \omega$ u eksponencijalnom obliku, $f_{k,28} = a_2 \cdot e^{a_1 \cdot \omega}$. Pomoću dobijene zavisnosti sračunati čvrstoće $f_{k,28}$ za sve vrednosti ω pa i njih uneti u isti dijagram. Koristeći ovu zavisnost odrediti potrebne vrednosti ω i količine cementa m_c koje odgovaraju vrednostima $f_{k,28}$ za sve tri marke MB (na 3 decimale) i naznačiti ih u dijagramu.

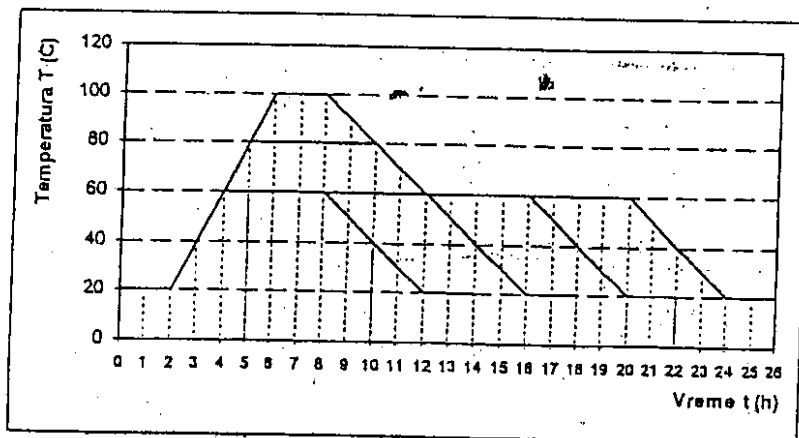
b) Nacrtati dijagram $f_{k,28} - m_c$, pa takođe metodom najmanjih kvadrata definisati linearnu zavisnost $f_{k,28} = b_1 \cdot m_c + b_2$, pa i putem ove zavisnosti sračunati čvrstoće za sve vrednosti ω , uneti ih u isti dijagram, sračunati potrebne količine cementa i naznačiti ih u dijagramu.

vrednostima $f_{k,28}$ koje su (prema BAB'87) potrebne za sve tri MB (zaokruženo na prvih gornjih 10 kg/m^3) i naznačiti ih u dijagramu.

- c) Sračunati na kraju potrebnu količinu cementa m_c i vrednosti vodocementnog faktora w i putem empirijske formule Bolomeja. Od dobijenih vrednosti m_c prema tačkama a) i b) usvojiti prosečnu vrednost, zaokruženu na najbližih 5 kg/m^3 i w zaokruženo na 2 decimale, pa nakon toga sračunati i ukupne potrebne količine agregata m_a i zapreminsku masu svežeg betona $\gamma_{b,sv}$ za sve tri marke betona, pri čemu pretpostaviti da u svim slučajevima u betonu nakon zbijanja ostaje 2% zaostalog vazduha. Da li je pretpostavljena zapreminska masa svežeg betona od 2400 kg/m^3 u prethodnim probama dovoljno bliska konačno dobijenoj prosečnoj vrednosti?

3) Na priloženoj skici prikazano je nekoliko različitih režima zaparivanja jedne vrste betona, projektovane marke MB40. Pri tome, mogu se posmatrati dva karakteristična tipa režima zaparivanja:

A - režimi sa konstantnom temperaturom izotermičkog dela procesa $T_i = 60^\circ\text{C}$, ali sa različitim trajanjima procesa zaparivanja (t_z), kao i različitim trajanjima izotermičkog dela procesa (t_i), i B - režimi sa konstantnim trajanjem procesa zaparivanja ($t_z = 14\text{h}$), ali sa različitim temperaturama (T_i).



Ispitivanje uticaja predmetnih režima zaparivanja na čvrstoću pri pritisku betona vršeno je na uzorcima oblika kocke ivice 15 cm, a nakon završetka procesa zaparivanja. Tom prilikom dobijene su sile loma P_{gr} (u kN), dobijene ispitivanjem po 3 kocke, koje su date u okviru priložene tablice.

Tip režima	Karakteristika režima	Vreme trajanja izotermičkog procesa (t_i)	Sile loma P_{gr} (kN)		
A ($T_i = 60^\circ\text{C}$)	$t_z = 10\text{h}$	4h	382	396	375
	$t_z = 18\text{h}$	12h	588	606	571
	$t_z = 22\text{h}$	16h	675	664	697
B ($t_z = 14\text{h}$)	$T_i = 60^\circ\text{C}$	8h	472	484	421
	$T_i = 80^\circ\text{C}$	5h	650	676	639
	$T_i = 100^\circ\text{C}$	2h	698	705	719

→ Napomena:
Ovaj slučaj pripada
i režimu A i režimu B

- a) Naći srednje vrednosti čvrstoća pri pritisku $f_{k,20}$ (preračunatih na čvrstoću kocke ivice 20cm) za svaki od šest navedenih slučajeva zaparivanja.
- b) Koristeći metodu najmanjih kvadrata, a na bazi srednjih vrednosti čvrstoća $f_{k,20}$ sračunatih pod a), definisati linearnu zavisnost: $f_{k,20} = f_{k,20}(t_i)$ koja važi za režim zaparivanja A ($T_i = 60^\circ\text{C}$).
- c) Koristeći metodu najmanjih kvadrata pod istim uslovima kao u tački b), definisati linearnu zavisnost: $f_{k,20} = f_{k,20}(T_i)$ koja važi za režim zaparivanja B ($t_z = 14\text{h}$).
- d) Grafički prikazati funkcije dobijene pod b) i c), a zatim na osnovu definisanih linarnih zavisnosti odrediti potrebno vreme t_i , kao i temperaturu T_i , koji su neophodni za ostvarivanje manipulativne čvrstoće predmetnog betona (65% od predviđene marke betona). Koliko iznose zrelosti betona neposredno nakon obavljenih režima zaparivanja definisanih na ovaj način?

* ТЕХНОЛОГИЈА БЕТОНА:

14.06.2006.

1)

d (mm)	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	Σ P	M
" x_c " - x_c (%)	5	11,5	25	44	71	91	100	/	/
" d " - x_d (%)	10	18,5	30	48	72	93	100	/	/
" x_{c+d} " - x_{c+d} (%)	8,3	16,2	28,3	46,7	71,7	92,3	100		
" x_{c+d} " - P_{c+d} (%)	91,7	83,8	71,7	53,3	28,3	7,7	0	3,365	3,365
" p_d " - x_{p_d} (%)	50	70	80	88	100	100	100	/	/
" p_d " - P_{p_d} (%)	50	30	20	12	0	0	0	1,120	1,120
x_I (%)	13,3	22,7	34,5	51,7	75,1	93,2	100	/	/

$$"x_c": "d" = 1:2 \Rightarrow x_{c+d} = \frac{x_c + 2x_d}{1+2} = \frac{1}{3} (x_c + 2x_d) \quad (\%)$$

$$M = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^6 P_i$$

$$P_{c+d} = 100 - x_{c+d}$$

$$P_{p_d} = 100 - x_{p_d}$$

$$M_{c+d} = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^6 P_{c+d} = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^6 (100 - x_{c+d})$$

$$M_{p_d} = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^6 P_{p_d} = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^6 (100 - x_{p_d})$$

$M_f = 3,1$ - сред заготовка

$$x_{c+d} \cdot M_{c+d} + x_{p_d} M_{p_d} = 3,1$$

$$x_{c+d} + x_{p_d} = 1$$

$$3,365 \cdot x_{c+d} + 1,120 x_{p_d} = 3,1$$

$$x_{c+d} + x_{p_d} = 1$$

$$\Rightarrow x_{c+d} = 0,882 = 88,2 \%$$

$$x_{p_d} = 0,118 = 11,8 \%$$

КОНТРОЛ: $x_I = 0,882 x_{c+d} + 0,118 x_{p_d}$

$$M_f = 0,882 \cdot 3,365 + 0,118 \cdot 1,120 = 3,100$$

d (mm)	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	25	31,5
I(0,4) - %	13,3	22,7	34,5	51,7	75,1	93,2	100	100	100	100
II(4/8) - %				0	0,4	6	95	100	100	100
III(8/16) - %						0	6	78	100	100
IV(16/25) - %							0	0,6	94	100
Y_m (%)	57,6	91,5	141,5	211,7	311,5	391,8	541,1	741,2	981,8	100
P_m (%)	94,4	90,5	85,5	78,3	68,5	60,2	45,9	25,8	2,2	0

$$Y_m = 100 \left(\frac{d}{D} \right)^n \quad D = 31,5 \rightarrow Y_m = \left(\frac{d}{31,5} \right)^n$$

3a $d = 4 \text{ mm}$ $Y_m = 40\%$ $\rightarrow 100 \left(\frac{4}{31,5} \right)^n = 0,4 \Rightarrow n = 0,444$

$$Y_{m,4} = 100 \left(\frac{d}{D} \right)^{0,444}$$

3a $d = 4 \text{ mm} \Rightarrow Y_{m,4} = 40\%$

3a $d = 8 \text{ mm} \Rightarrow Y_{m,8} = 100 \left(\frac{8}{31,5} \right)^{0,444} = 54,4\% \approx 54\%$

3a $d = 16 \text{ mm} \Rightarrow Y_{m,16} = 100 \left(\frac{16}{31,5} \right)^{0,444} = 74\%$

$X_1 = 0,4$ $X_2 = 0,54 - 0,4 = 0,14$ $X_3 = 0,74 - 0,54 = 0,2$ $X_4 = 1 - 0,74 = 0,26$

d (mm)	4	8	16	$X_j^{(1)}$	4	8	16	$X_j^{(2)}$	4	8	16	$X_j^{(3)}$	4	8	16
0/4	87,2	100	100	0,40	37,3	40	40	0,42	39,1	42	42	0,42	39,1	42	42
4/8	6	95	100	0,14	9,8	13,3	14	0,11	0,7	19,5	11	0,11	0,7	10,5	11
8/16		6	78	0,20	-	1,2	15,6	0,25	-	1,5	19,5	0,27	-	1,6	21,1
16/31,5			0,6	0,26	-	-	0,2	0,22	-	-	0,1	0,20	-	-	0,1
$\sum X_j$	38,1	54,5	69,8	-	39,8	54	72,5	-	39,9	54,1	74,2	-	39,9	54,1	74,2
Y_m	40	54	74	-	40	54	74	-	40	54	74	-	40	54	74
ΔX	+1,8	-0,5	+1,2	-	+0,2	0	-1,5	-	0,2	-0,1	-0,2	-	0,2	-0,1	-0,2

условие $x_1 = 0,42$ (42%); $x_2 = 0,11$ (11%); $x_3 = 0,27$ (27%); $x_4 = 0,20$ (20%)

решения нелинейно:

$$Y_{1,1} = 0,42 Y_{1,1} + 0,11 Y_{1,1} + 0,27 Y_{1,1} + 0,2 Y_{1,1}$$

14.06.2006

АВ конструкция

НБ 20, 30, 40

РС 42,5 $\gamma_{sc} = 2950 \text{ kg/m}^3$

$$\gamma_{sa} - \gamma_{sa} = 2720 \text{ kg/m}^3$$

$D = 31,5 \text{ мм}$ 4 стандартные фракции

пластичная консистенция $\Delta L = 6-8 \text{ см}$

$$\mu_v = 170 \text{ kg/m}^3$$

$\mu_{c,1}$ μ_c по 25 kg/m^3 варьируется от 200 - 425

$$\gamma_{m,6} = 2400 \text{ kg/m}^3$$

б) $f_{k28} - \mu_c$

$$f_{k28} = b_1 \mu_c + b_2$$

$$b_1, b_2 = ?$$

метод наименьших квадратов;

$$b_1 \sum_{i=1}^{10} \mu_{ci}^2 + b_2 \sum_{i=1}^{10} \mu_{ci} = \sum_{i=1}^{10} (\mu_{ci} f_{k28i})$$

$$b_1 \sum_{i=1}^{10} \mu_{ci} + 10 \cdot b_2 = \sum_{i=1}^{10} f_{k28i}$$

$$\sum_{i=1}^{10} \mu_{ci} = 3425 \text{ kg/m}^3$$

$$\sum_{i=1}^{10} f_{k28i} = 540,9 \text{ МПа}$$

$$\sum_{i=1}^{10} \mu_{ci}^2 = 1028125 \text{ kg}^2/\text{m}^6$$

$$\sum_{i=1}^{10} \mu_{ci} f_{k28i} = 114095 \text{ kgMPa/m}^3$$

1 группа

и/

$$b_1 = 0,14669 \text{ МПа kg}^3/\text{kg}$$

$$b_2 = -11,751 \text{ МПа}$$

$$f_{k28} = 0,14669 \mu_c - 11,751 \text{ [МПа]}$$

1 стандартный отклонение

$\omega_c (kg/m^3)$	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425
$f_{k,28} (MPa)$	17,59	21,25	24,22	28,59	32,26	35,92	39,59	43,26	46,93	50,59

BAВ '87' упродис

$$f_{k,28} = M_B + 8 MPa$$

$$\omega_c = \frac{f_{k,28} + 11,751}{0,14669}$$

$$\omega = \frac{170}{\omega_c} = \frac{170}{\omega_c}$$

$$1^\circ M_B = 20$$

$$f_{k,28}^{(1)} = 28 MPa$$

$$\omega_c^{(1)} = \frac{28 + 11,751}{0,14669} = 270,986 \approx 271 kg$$

$$\omega^{(1)} = \frac{\omega_r}{\omega_c} = \frac{170}{271} = 0,627$$

$$2^\circ M_B = 30$$

$$f_{k,28} = 38 MPa$$

$$\omega_c^{(2)} = 340 kg \Rightarrow \omega^{(2)} = 0,501$$

$$3^\circ M_B = 40$$

$$f_{k,28} = 48 MPa$$

$$\omega_c^{(3)} = 408 kg \Rightarrow \omega^{(3)} = 0,417$$

с) Емпиријска ф-ла Бопонеја:

$$1 (271, 28)$$

$$f_{k,28} = A \cdot f_{pc} \cdot \frac{1 - 0,5\omega}{\omega}$$

$$2 (340, 38)$$

$$f_{pc} = 42,5$$

$$3 (408, 48)$$

$$A \in [0,55; 0,65]$$

$$A = \text{средна вредност} = 0,6 - \text{прис}$$

$$1) f_{k,28} = 28 MPa$$

$$28 = \frac{25,5 (1 - 0,5\omega^{(1)})}{\omega^{(1)}}$$

$$\omega^{(1)} = 0,626 = \frac{\omega_r}{\omega_c^{(1)}} \Rightarrow \omega_c^{(1)} = 271,56 kg$$

$$2^\circ f_{k,28}^{(2)} = 38 MPa$$

$$38 = \frac{25,5 (1 - 0,5\omega^{(2)})}{\omega^{(2)}}$$

$$\omega^{(2)} = 0,502 \Rightarrow \omega_c^{(2)} = 338,33 kg$$

$$3^\circ f_{k,28}^{(3)} = 48 MPa$$

$$48 = \frac{25,5 (1 - 0,5\omega^{(3)})}{\omega^{(3)}}$$

$$\omega^{(3)} = 0,417 \Rightarrow \omega_c^{(3)} = 408 kg$$

приближенные значения

$$1) m_c^{(1)} = 271,273 \text{ kg} = 270 \text{ kg}$$

$$\omega^{(1)} = 0,63$$

$$2) m_c^{(2)} = 338,745 \text{ kg} = 340 \text{ kg}$$

$$\omega^{(2)} = 0,50$$

$$3) m_c^{(3)} = 406,165 \text{ kg} = 405 \text{ kg}$$

$$\omega^{(3)} = 0,42$$

современные масса и кон. аргумента за все 3 карты девиата

$$V_s = 2\% = 0,02$$

$$1) m_c^{(1)} = 270 \text{ kg} \quad \omega^{(1)} = 0,63 \quad m_v = 170 \text{ kg}$$

$$\bar{V}_a + \bar{V}_v + \bar{V}_c + V_s = 1$$

$$\bar{V}_a^{(1)} = 1 - 0,02 \left(\frac{m_c}{\gamma_{sc}} + \frac{m_v}{\gamma_v} \right) = 0,7185 \text{ m}^3$$

$$m_a^{(1)} = \bar{V}_a^{(1)} \cdot \gamma_{za} = 1954,25 \text{ kg/m}^3$$

$$\gamma_{sv,6}^{(1)} = 2399,25 \text{ kg/m}^3 = m_a^{(1)} + m_c^{(1)} + m_v$$

$$2) m_c^{(2)} = 340 \text{ kg} \quad \omega^{(2)} = 0,5 \quad m_v = 170$$

$$\bar{V}_a^{(2)} = 0,695 \text{ m}^3 \Rightarrow m_a^{(2)} = 1889,71 \text{ kg} \Rightarrow \gamma_{sv,6}^{(2)} = 2399,71 \text{ kg/m}^3$$

$$3) m_c^{(3)} = 405 \text{ kg} \Rightarrow \omega^{(3)} = 0,42 \quad m_v = 170 \text{ kg}$$

$$\bar{V}_a^{(3)} = 0,673 \text{ m}^3 \Rightarrow m_a^{(3)} = 1829,78 \text{ kg} \Rightarrow \gamma_{sv,6}^{(3)} = 2404,78 \text{ kg/m}^3$$

$$\bar{\gamma}_{sv,6} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 \gamma_{sv,6} = 2399,58 \approx 2400 \text{ kg/m}^3 - \text{значит НДС } A=9,6 \text{ гостра}$$

14.04.2007.

и

23.01.2007.

фсз/мкс

2. - ВОЛОКЕНИСТИ ФАКТОР
Ф-ла СКРАПТА ЖЕВА

БОЛОНЕЈ

$$f_{k28} = A \cdot \frac{1,05w}{w} \cdot f_{pc}$$

$$w = \frac{w_v}{w_c} \geq 0,4 \Rightarrow f_{k28} = A_1 \cdot f_{pc} \left(\frac{w_c}{w_v} - 0,5 \right)$$

$$w < 0,4 \Rightarrow f_{k28} = A_2 \cdot f_{pc} \left(\frac{w_c}{w_v} + 0,5 \right)$$

Квалитетна цимента	A ₁	A ₂
висок	0,65	0,43
нормалан	0,6	0,4
низак	0,55	0,37

$$f_{pc} = 42,5 \text{ МПа}$$

$$w = \frac{w_v}{w_c}$$

$$\text{Нормалан} \Rightarrow A = 0,6$$

$$f_{k28} = A \cdot f_{pc} \left(\frac{w_c}{w_v} - 0,5 \right)$$

$$= A \cdot f_{pc} \left(\frac{1}{w} - 0,5 \right)$$

$$f_{k28} = 0,6 \cdot 42,5 \cdot \frac{1}{w} - 0,6 \cdot 42,5 \cdot 0,5$$

$$\frac{0,6 \cdot 42,5}{w} = f_{k28} + 12,75$$

$$w = \frac{25,5}{f_{k28} + 12,75}$$

- ПОРОЗНОСТ

$$\alpha_R = 0,8$$

1° делска

$$P_G = 0,022 \alpha_R w_c = 0,022 \cdot 0,8 \cdot w_c$$

$$P_G = 0,0176 w_c$$

2° калдларжа

$$P_k = 0,1 w_c (w - 0,4 \alpha_R) = 0,1 w_c (w - 0,32)$$

$$P_k = 0,1 w_c (w - 0,32)$$

3° заодагало

$$\Delta P = 0$$

М.М.М.М.

→

ЖУЛНА ПОРОШНОСТ БЕТОНА P_b

$$P_b = P_0 + P_k + \Delta P$$

$$= 0,0176 \text{ мс} + 9,1 \text{ мс} (\omega - 0,32)$$

$$P_b - 0,0176 \text{ мс} = \text{мс} (0,1\omega - 0,032)$$

$$\frac{P_b}{\text{мс}} = 0,1\omega - 0,032 + 0,0176$$

$$\omega = 10 \left(\frac{P_b}{\text{мс}} + 0,0144 \right)$$

$$f_{k28} = 25,5 \left(\frac{1}{\omega} - 0,5 \right)$$

$$f_{k28} = 25,5 \left(\frac{0,1}{\frac{P_b}{\text{мс}} + 0,0144} - 0,5 \right)$$

б) $R_0 = 360$

$D = 31,5$

$$u_w = \frac{R_0}{\sqrt[5]{D}} = \frac{360}{\sqrt[5]{31,5}} = 180,57 \text{ кг/м}^3 \rightarrow u_w = 180 \text{ кг/м}^3$$

$$u_c = (200 \div 450) \text{ кг/м}^3 \cdot u_w$$

$$\frac{u_c}{u_w} = \frac{200}{180} \div \frac{450}{180} = 1,1 \div 2,5$$

$$\omega = \frac{1}{2,5} \div \frac{1}{1,1}$$

$$\omega = 0,4 \div 0,9$$

$$P_b = \text{мс} (0,0176 + 0,1\omega - 0,32)$$

$$= \text{мс} (0,1\omega - 0,0144)$$

$$= \text{мс} (0,1 \frac{u_w}{u_c} - 0,0144)$$

$$= 0,1 \cdot 180 - 0,0144 (200 \div 450)$$

$$= 18 - (2,88 \div 6,48)$$

$$P_b = (11,52 \div 15,12) \%$$

$$\frac{p_B}{p_c} = 0,140 - 0,0144$$

$$= 0,11 (0,4 - 0,3) - 0,0144$$

$$\frac{p_B}{p_c} = 0,0256 \div 0,0756$$

20.6.2006.

$$3. \quad f_p(t) = a(1 - e^{-bt})$$

$$f_p(7) = a(1 - e^{-7b}) = 16,6 \text{ MPa}$$

$$f_p(14) = a(1 - e^{-14b}) = 27,6 \text{ MPa}$$

$$\frac{1 - e^{-14b}}{1 - e^{-7b}} = \frac{27,6}{16,6}$$

$$e^{-7b} = t$$

$$1 - t^2 = \frac{27,6}{16,6} (1 - t)$$

$$t^2 - 1,6626 \cdot t + 0,6626 = 0$$

$$t = 1$$

$$t = 0,6626$$

$$(1 - t)(1 + t - 1,6626) = 0$$

$$t = 1 \quad \vee \quad t = +0,6626$$

$$t = 0,6626$$

$$e^{-7b} = 0,6626$$

$$\ln e^{-7b} = \ln 0,6626$$

$$-7b = \ln 0,6626$$

$$b = 0,0588$$

$$a \approx 50$$

$$f_p(t) = 50 (1 - e^{-0,0588 t})$$

$$M_p = \frac{0}{A} = \frac{4,04}{0,42} = 10 \frac{1}{\text{m}}$$

$$k = \frac{1}{t_s + \frac{t_s}{\lambda_s} + \frac{t_d}{\lambda_d}} = \frac{1}{0,05 + \frac{0,05}{0,041} + \frac{0,02}{0,14}} = 0,708 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

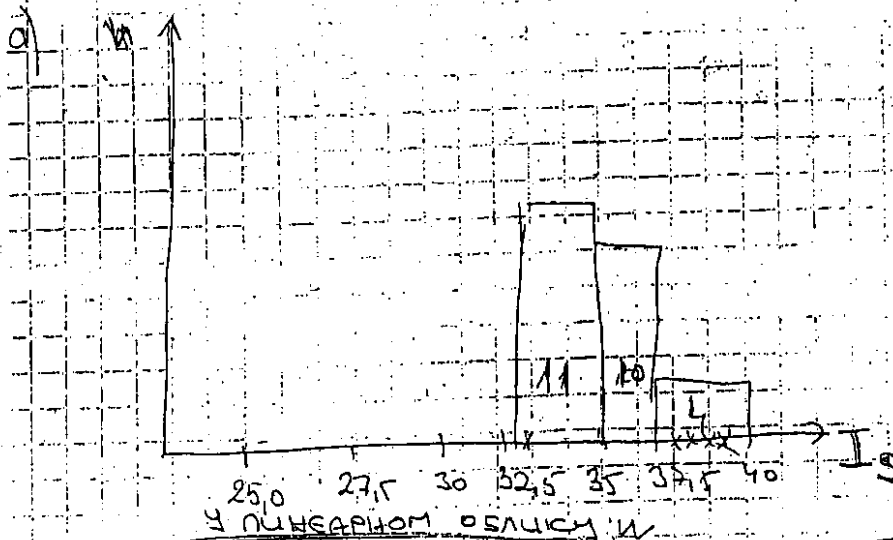
$$f_p(t) = 50 (1 - e^{-0,0588t})$$

$$f_p(28) = 40 = f_{\text{max}}$$

$$f_p \approx 50\% \cdot f_{\text{max}} = 20 \text{ MPa}$$

$$20 = 50 (1 - e^{-0,0588t}) \Rightarrow t = 8,687$$

$$t \approx 9 \text{ дана} = 9 \cdot 24 = 216 \text{ h}$$



$$f_p = a_1 I + a_2$$

$$a_1 \sum I^2 + a_2 \sum I = \sum f_p \cdot I$$

$$a_1 \sum I + a_2 (n) = \sum f_p$$

$$n = 6$$

$$\sum I^2$$

$$\sum I$$

$$\sum f_p$$

$$\sum f_p \cdot I$$

У ЕКСПОН. ОСЛУЧЕ

$$f_p = a_1 \cdot e^{bI}$$

$$\ln f_p = \ln a_1 + bI$$

$$b \cdot \sum I^2 + \ln a_1 \cdot \sum I = \sum \ln f_p \cdot I$$

$$b \cdot \sum I + \ln a_1 \cdot n = \sum \ln f_p$$

$$a) \{ f_p = a^2 I + b I + c \}$$

$$a \sum I^4 + b \sum I^3 + c \sum I^2 = \sum f_p \cdot I^2$$

$$0 \sum I^3 + b \sum I^2 + c \sum I = \sum f_p \cdot I$$

$$a \sum I^2 + b \sum I + c \cdot n = \sum f_p$$

8)

8)

p = 10%

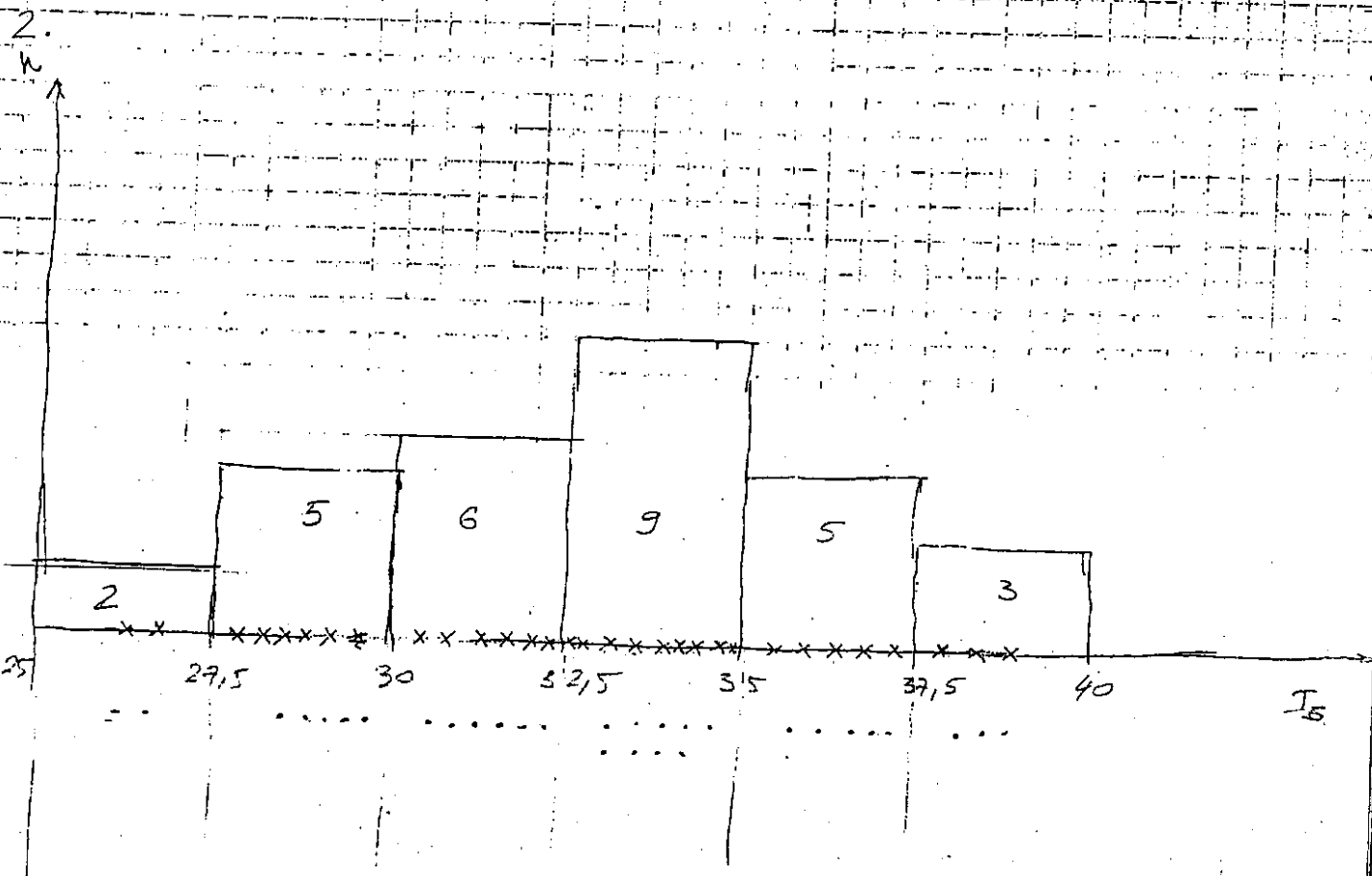
MB

f_{kar} = ?

$$I_{kar} = \frac{60 \cdot 4}{1} + p \cdot$$

$$\sqrt{\frac{\sum (\bar{G} - G_i)^2}{n-1}}$$

24.08.2007



I интервал 25 - 27,5

$$\frac{26,7 + 26,8}{2} = 26,25$$

II интервал 27,5 - 30

$$\frac{28,4 + 28,4 + 27,7 + 28,3 + 27,8}{5} = 28,12$$

III — | — 30 - 32,5

$$\frac{30,5 + 30,1 + 30,6 + 31,2 + 30,5 + 30,8}{6} = 30,62$$

IV — | — 32,5 - 35

$$\frac{33,7 + 32,6 + 33,9 + 33,2 + 32,9 + 32,6 + 32,7 + 33,2 + 33,9}{9}$$

$$= 33,19$$

V — | — 35 - 37,5

$$\frac{35,9 + 36 + 35,1 + 35,9 + 35,6}{5} = 35,7$$

VI — | — 37,5 - 40

$$\frac{37,6 + 37,8 + 38,2}{3} = 37,87$$

8) — линейная обр. к

$$f_p = a_1 I + a_2$$

$$a_1 \sum I^2 + a_2 \sum I = \sum f_p \cdot I$$

$$a_1 \sum I + a_2 \cdot n = \sum f_p$$

$$\sum I^2 = 62,27 \text{ см}^2$$

$$\sum I = 19,175 \text{ см}$$

$$\sum f_p = 124,6 \text{ МПа}$$

$$\sum f_p \cdot I = 411,71 \text{ МПа} \cdot \text{см}$$

$$n = 6$$

$$62,27 \cdot a_1 + 19,175 \cdot a_2 = 411,71 \quad / : 3,19583$$

$$19,175 a_1 + 6 a_2 = 124,6$$

$$(19,4853 - 19,175) a_1 = 128,827 - 124,6$$

$$0,31 a_1 = 4,2$$

$$a_1 = 13,55$$

$$a_2 = -22,54$$

$$f_p = 13,55 I - 22,54$$

24.08.2007.

a) $R = 5m$, $d = 0,5m$, $l = 6250m$

$$V_c = 2 \frac{R}{2} \pi \cdot d \cdot l = R d l \pi$$

$$V_c = 5 \cdot 0,5 \cdot 6250 \cdot \pi = 49087,385 m^3$$

$t = 6$ месеци - укупно трајање рада

$$Q = \frac{V_c}{t} = \frac{49087,385}{6} = 8181,23 m^3 / мес. - \text{потребна месечна производња}$$

$K_1 = 1,25$, $K_2 = 1,20$; $n_{kc} = 12$, $n_{po} = 25$

$$P = \frac{Q}{n_{po} \cdot n_{kc}} K_1 \cdot K_2 \rightarrow P = \left[\frac{\frac{m^3}{мес.}}{\frac{дан.}{мес.} \cdot \frac{д.}{дан.}} \right] = \left[\frac{m^3}{д.} \right]$$

$$P = \frac{8181,23}{25 \cdot 12} \cdot 1,25 \cdot 1,20 = 40,906 m^3 / д. - \text{потребна часовна производња}$$

$t_1 = 50s$, $t_2 = 2min = 120s$, $t_3 = 30s$ - циклус мешања

$$t_c = t_1 + t_2 + t_3 = 50 + 120 + 30 = 200s = 3,3 min$$

$$n = \frac{60}{t_c} = \frac{60}{3,3} = 18$$

$m_o = 1$ - број мешалица

$$m_o = \frac{P}{P_1} = 1 \rightarrow P_1 = P = 40,906 m^3 / д.$$

$$P_1 = n \cdot V_{мес} \rightarrow V_{мес} = \frac{P_1}{n} = \frac{40,906}{18} = 2,273 m^3 - \text{зан. мешалице}$$

$$P_{\text{из}} = m_o \cdot P_1$$

b) $M_{sil} = 500t = 500 \cdot 000 kg$, $m_c = 350 kg / m^3$

$$M_c = m_c \cdot V_c = 350 \cdot 49087,385 = 17 \ 180 \ 584,75 kg$$

$$n = \frac{M_c}{M_{sil}} = \frac{17 \ 180 \ 584,75}{500 \ 000} = 34,36$$

$n = 35$ - потребан број цимента за цемент

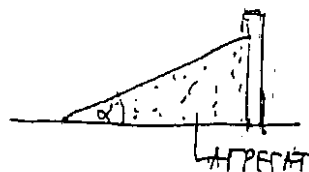
$m_a = 1900 kg / m^3$, $\gamma_a = 1600 kg / m^3$

$$M_a = m_a \cdot V_c = 1900 \cdot 49087,385 = 93 \ 266 \ 031,5 kg$$

$$V_a = \frac{M_a}{\gamma_a} = \frac{93 \ 266 \ 031,5}{1600} = 58 \ 251,27 m^3$$

• НЗ6м

УГЛО УЧУТРАШЊЕГ ТРЕЊА α :



$$b) - T_{\text{го}} = \frac{0,2(T_a \cdot w_a + T_c \cdot w_c) + T_v \cdot w_v}{0,2(w_a + w_c) + w_v}$$

	сент.	окт.	ноб.
$w_a = 1875 \text{ kg/m}^3$	$T_a = 40^\circ\text{C}$	$T_a = 35^\circ\text{C}$	$T_a = 30^\circ\text{C}$
$w_c = 365 \text{ kg/m}^3$	$T_c = 40^\circ\text{C}$	$T_c = 35^\circ\text{C}$	$T_c = 30^\circ\text{C}$
$w_v = 165 \text{ kg/m}^3$	$T_v = 32^\circ\text{C}$	$T_v = 27^\circ\text{C}$	$T_v = 22^\circ\text{C}$

$$\text{сентябрь: } T_{\text{го}} = \frac{0,2(40 \cdot 1875 + 40 \cdot 365) + 32 \cdot 165}{0,2(1875 + 365) + 165} = 37,85^\circ\text{C}$$

$$\text{октябрь: } T_{\text{го}} = \frac{0,2(35 \cdot 1875 + 35 \cdot 365) + 27 \cdot 165}{0,2(1875 + 365) + 165} = 32,85^\circ\text{C}$$

$$\text{ноябрь: } T_{\text{го}} = \frac{0,2(30 \cdot 1875 + 30 \cdot 365) + 22 \cdot 165}{0,2(1875 + 365) + 165} = 27,85^\circ\text{C}$$

$$- T_{\text{го}} = \frac{0,2(T_a \cdot w_a + T_c \cdot w_c) + (w_v - w_e) T_v - 180 w_e}{0,2(w_a + w_c) + w_v}$$

с) ЗАГРЕВАНИЕ ТОКОВ ТРАНСПОРТА
(ТРАЖИЕ ТРАНСПОРТА ОД 45 min у ЗАТВОРЕНИОМ ЛАМПАХ):

$$T_{\text{trans.}} =$$

$$\text{ЗАГРЕВАНИЕ УСАЕЗ ТРЕБА: } T_{\text{trans}} = 1^\circ\text{C}$$

$$\text{ТЕМПЕРАТУРА ПРИ ХИЩЕНЬУ Х ОПАЛТУ: } T_{\text{cu}} = 30^\circ\text{C}$$

$$\Rightarrow T_{\text{го}} = T_{\text{cu}} - T_{\text{trans}} - T_{\text{trans}} =$$

$$T_{v, \text{pot}} = \frac{T_{\text{го}} [0,2(w_a + w_c) + w_v] - 0,2(T_a \cdot w_a + T_c \cdot w_c)}{w_v} \quad - \text{ЗА СВАКИ МЕСЕЦ!}$$

$$w_e = \frac{w_v T_v - T_{\text{го}} [0,2(w_a + w_c) + w_v] + 0,2(T_a \cdot w_a + T_c \cdot w_c)}{T_v + 80} \quad - \text{РАДИ СЕ САМО АКО ЈЕ}$$

$$T_v - T_{v, \text{pot}} > 4^\circ\text{C}$$

24.12.2005.

$$\left. \begin{array}{l} l = 12,5 \text{ km} \\ m_0 = 2 \end{array} \right\} \rightarrow m_0 = 1 \text{ за } l = \frac{12,5}{2} = 6,25 \text{ km} = 6250 \text{ m}$$

$t = 3$ месеца - укунно трајање рада

$n_{ro} = 24$ дан/месец

$n_{rc} = 12$ h/дан

$R = 2,5 \text{ m}$

$d = 25 \text{ cm} = 0,25 \text{ m}$

$l = 6250 \text{ m}$

$m_c = 365 \text{ kg/m}^3$

$m_v = 165 \text{ kg/m}^3$ (задрго са 4,4 kg цемента)

$m_a = 1875 \text{ kg/m}^3$

$$a) \left. \begin{array}{l} k_1 = 1,25 \\ t_1 = 45 \text{ s} \\ t_2 = 2,5 \text{ min} = 150 \text{ s} \\ t_3 = 30 \text{ s} \end{array} \right\} \rightarrow t_c = t_1 + t_2 + t_3 = 225 \text{ s} = 3,75 \text{ min} \Rightarrow n = \frac{60}{3,75} = 16$$

$$V_c = R \pi d l = 2,5 \pi \cdot 0,25 \cdot 6250 = 12.271,85 \text{ m}^3 - \text{зан. која отпада на 1 построја}$$

$$Q = \frac{V_c}{t} = \frac{12.271,85}{3} = 4.090,62 \text{ m}^3/\text{mes}$$

($V_{c,uk} = 2V_c = 24.543,70 \text{ m}^3$)

$$P = \frac{Q}{n_{ro} \cdot n_{rc}} \cdot k_1 \cdot k_2 = \frac{4.090,62}{24 \cdot 12} \cdot 1,25 \cdot 1,2 = 21,305 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$m_a = 1 \Rightarrow P_1 = P = 21,305 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_{ues} = \frac{P_1}{n} = \frac{21,305}{16} = 1,332 \text{ m}^3$$

$$P_{fak} = m_0 \cdot P_1$$

$$M_{sil} = 350 \text{ t} = 350.000 \text{ kg}$$

$$M_c = m_c \cdot V_{c,uk} = 365 \cdot 24.543,7 = 8.958.450,5 \text{ kg} - \text{укунна маса цемента за цео проект}$$

$$t = 3 \cdot 24 = 72 \text{ дана} - \text{укунно трајање рада}$$

$$M_{c,6 \text{ дана}} = \frac{M_c}{t} \cdot 6 = \frac{8.958.450,5}{72} \cdot 6 = 746.537,5 \text{ kg} - \text{маса цемента за 6 дана}$$

$$n = \frac{M_{c,6 \text{ дана}}}{M_{sil}} = \frac{746.537,5}{350.000} = 2,13 \rightarrow n = 3 - \text{потребан број смеса са цемента}$$

Потребне димензије бетонне асфалта - ?

≡ 24.08.2007.

12.1.2008

$Q = 150000 \text{ m}^3 \Rightarrow 30 \text{ dny} \Rightarrow Q = 120000 \text{ m}^3$

$t_c = 120 \text{ s} (18 + 90 + 12) = 2 \text{ min}$

$n_c = \frac{60}{t_c} = \frac{60}{2} = 30$

$V_{\text{ves}} = 750 \text{ l} = 0.75 \text{ m}^3$

$P_1 = n_c \cdot V_{\text{ves}} = 30 \cdot 0.75 = 22.5 \text{ m}^3/\text{h}$

→ *Pravilovost* *Meravje*

$P = \frac{Q}{n_{\text{dij}} \cdot n_{\text{z.d.}}} \cdot K_1 \cdot K_2 = \frac{78000}{260 \cdot 12} \cdot 1.4 \cdot 1.2$

$K_2 = 1.2$

$P = 42 \text{ m}^3/\text{h}$

→ *vojedna* *pravilovost*

$m = \frac{P}{P_1} = \frac{42}{22.5} = 1.87 \Rightarrow m = 2$

$P_{\text{fak}} = m \cdot P_1 = 2 \cdot 22.5 = 45 \text{ m}^3/\text{h}$

→ *pravilovost* *pravilovost* *pravilovost*

$45 = \frac{Q_{\text{fak}}}{260 \cdot 12} \cdot 1.4 \cdot 1.2 \Rightarrow Q_{\text{fak}} = 33571.43 \text{ m}^3$

~~Pravilovost~~

pravilovost *pravilovost*

$U = \frac{1}{t_c} \cdot \frac{3000}{0.25} \cdot K_1 \cdot K_2 = \frac{3600}{0.25} \cdot 1.4 \cdot 1.2 = 15.3 \text{ m}^3/\text{h}$

$T_c = t_1 + t_2 = 20 + 10 = 30$

$V = 120 \cdot 12 \cdot 0.25 = 360 \text{ m}^3$

$n = \frac{V}{V_{\text{ves}}} = \frac{360}{0.75} = 480$

$n = 2 \text{ kom}$

$U_{\text{fak}} = \frac{360}{12} = 30 \text{ m}^3/\text{h}$

$U_{\text{fak}} = \frac{360}{24} = 15 \text{ m}^3/\text{h}$

$n = 2 \text{ kom}$

pravilovost *pravilovost*

pravilovost *pravilovost*

$U = \frac{P}{T_c} \cdot 2 \cdot R_d \cdot d \cdot K_1 \cdot K_2 = \frac{3600}{20 + 10} \cdot 2 \cdot 0.45 \cdot 0.25 \cdot 0.85$

$d = \frac{d_f}{8 \cdot P_{\text{cijeblo}}} \cdot \frac{U}{U_{\text{fak}}} = \frac{10.3275 \cdot 45}{8 \cdot 15} = 1.2$

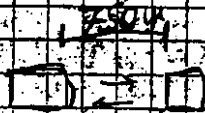
$V = 120 \cdot 12 \cdot 0.25 = 360 \text{ m}^3$

$t = 12 \text{ h}$

$$U_{pot} = \frac{360}{12} = 30 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$n = \frac{U_{pot}}{U} = \frac{30}{10,3275} = 2,9 \Rightarrow \boxed{N_0 = 3 \text{ ком}}$$

$$U_{ок} = \frac{30}{3} = 10 \text{ m}^3/\text{h}$$



$$t_{uk} = 1,5 + 2 \cdot \frac{0,75}{10} \cdot 60 + \frac{6 \text{ m}^3 \cdot 60}{120 \cdot 12 \cdot 0,25} = 22,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$U_1 = \frac{6 \cdot 60}{22,5} = 16 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$n = \frac{120 \cdot 12 \cdot 0,25}{16 \cdot 12} = \frac{V}{U_1 \cdot t} = 1,875 \Rightarrow \boxed{N_0 = 2}$$

$$U_{ок} = 2 \cdot 6 \cdot \frac{60}{22,5} = 32 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$U_v = 170 \text{ kg}/\text{m}^3, \quad T_v = 26^\circ \text{C}$$

$$U_c = 340 \text{ kg}/\text{m}^3, \quad T_c = 34^\circ \text{C}$$

$$U_a = 1890 \text{ kg}/\text{m}^3, \quad T_a = 36^\circ \text{C}$$

$$T_{bo} = \frac{0,2(T_a \cdot U_a + T_c \cdot U_c) + (U_v - U_c) \cdot T_v - 0,2 \cdot U_v}{0,2(U_c + U_a) - U_v}$$

$$T_{bo} = \frac{0,2(36 \cdot 1890 + 34 \cdot 340) - 170 \cdot 26}{0,2(340 + 1890) - 170}$$

$$= 33^\circ \text{C} \rightarrow \text{на выходе из колонны}$$

$$\Delta T = (T_{bo} - 40) \cdot 0,25$$

$$\Delta T = T_{bo} - T_{bo}$$

$$t_{bo} = t_{bu} + 0,01875 \cdot t_{bu} - 40 \cdot 0,01875$$

$$t_{bu} = 33,13^\circ \text{C} \rightarrow \text{на входе в упрямую}$$

$$T_b = 27^\circ\text{C}$$

$$27 = \frac{0,2(36 \cdot 1890 + 34 \cdot 340) + T_v \cdot 170}{0,2 \cdot (1890 + 340) + 170}$$

$$T_v = 4,2^\circ\text{C} \rightarrow \text{температура го које сега посматрамо боду}$$

$$27 = \frac{0,2(36 \cdot 1890 + 34 \cdot 340) + 170 \cdot 26}{0,2(1890 + 340) + 170} = 26 \cdot m_L = 80 \cdot m_L$$

$$m_L = 35 \text{ kg}$$

$$f_{P_1} = \frac{P_{GR,1}}{A} = \frac{584 + 645 + 617}{15^2} = 2,73 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_{P_2} = \frac{P_{GR,2}}{A} = \frac{1069 + 1036 + 1152}{15^2} = 4,83 \text{ kN/cm}^2$$

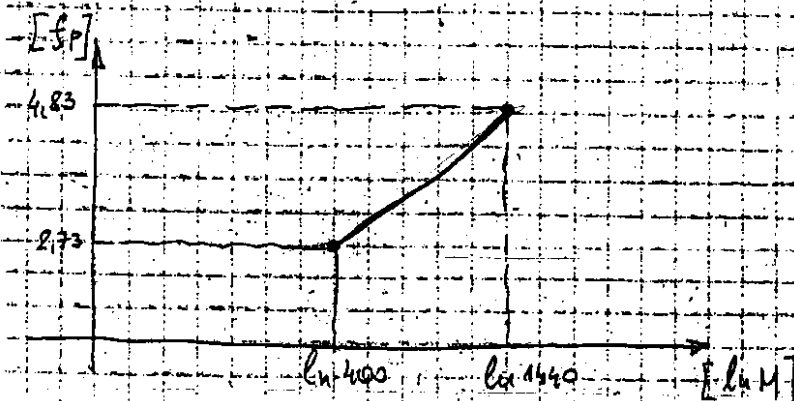
$$M_1 = (T - T_0) \cdot t_r \text{ [}^\circ\text{C} \cdot \text{h]} \quad t_r = t; \quad T_0 = -10$$

$$M_1 = (40 - (-10)) \cdot 8 = 400^\circ\text{C} \cdot \text{h}$$

$$M_2 = (T - T_0) \cdot t_r = (80 - (-10)) \cdot 16 = 1440^\circ\text{C} \cdot \text{h}$$

$$\left. \begin{aligned} f_{P_1} &= A \cdot \ln M_1 + B \\ f_{P_2} &= A \cdot \ln M_2 + B \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left. \begin{aligned} 2,73 &= A \cdot \ln 400 + B \\ 4,83 &= A \cdot \ln 1440 + B \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left. \begin{aligned} B &= 2,73 - A \cdot \ln 400 \\ 4,83 &= A \cdot \ln 1440 + 2,73 - A \cdot \ln 400 \end{aligned} \right\}$$

$$2,1 = 1,28 \cdot A \Rightarrow A = 1,64, \quad B = -7,10$$



X

$$\textcircled{1} \textcircled{a} Q = 156\,000 \text{ м}^3 \rightarrow \text{за } 9 \text{ ч } \text{погнати}$$

$$Q = 78\,000 \text{ м}^3 \rightarrow \text{за } 9 \text{ ч } \text{погнати}$$

$$t_0 = 120 \text{ s} (18 + 90 + 12 \text{ s}) = 2 \text{ мин.}$$

$$n_c = \frac{60}{t_c} = \frac{60}{2} = 30 \text{ циклы/ч}$$

$$p_1 = n_c \cdot V_{\text{меш}} = 30 \cdot 0,75 = 22,5 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$P = \frac{Q}{\phi \cdot t} \cdot K_1 \cdot K_2 = \frac{78\,000}{260 \times 12} \cdot 1,4 \cdot 1,2 = 42 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$m = \frac{P}{p_1} = \frac{42}{22,5} = 1,87 = 2 \text{ конт.} \quad m_0 = 2 \text{ конт.}$$

$$Q_{\text{фак}} = m_0 \cdot p_1 = 2 \cdot 22,5 = 45 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$45 = \frac{Q_{\text{фак}}}{260 \times 12} \cdot 1,4 \cdot 1,2$$

$$Q_{\text{фак}} = 8\,352 \text{ м}^3$$

② ПОВЪШИШКИ

$$U = 3600 \cdot \frac{F \cdot h_0}{t_1 + t_2} \cdot K_u$$

$$U = 3600 \cdot \frac{30 \cdot 0,2 \cdot 0,25}{30 \text{ s}} \cdot 0,85 = 15,3 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$n = \frac{P}{U \cdot 12 \text{ h}} = \frac{120 \times 12}{15,3 \cdot 12} = 7,84 \text{ конт.} \Rightarrow n_0 = 8 \text{ конт.}$$

$$8 = \frac{120 \times 12}{U_{\text{фак}} \cdot 12} \Rightarrow U_{\text{фак}} = 15 \text{ м}^3/\text{ч}$$

1, убицки

$$U = 2 R d^2 \cdot d \cdot \frac{3600}{t_c} \cdot K_u$$

$$U = 2 \cdot 0,45^2 \cdot 0,25 \cdot \frac{3600}{30} \cdot 0,85 = 10,3275 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$n = \frac{F}{U \cdot 12h} = \frac{120 \cdot 12}{10,3275 \cdot 12} = 11,62 \text{ кон}$$

$$n_o = 12 \text{ кон}$$

$$12 = \frac{120 \cdot 12}{U_{\text{фак}} \cdot 12} \Rightarrow U_{\text{фак}} = 10 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$m_v = 170 \text{ kg/m}^3$$

$$T_v = 26^\circ \text{C}$$

$$m_c = 340 \text{ kg/m}^3$$

$$T_c = 34^\circ \text{C}$$

$$m_a = 1890 \text{ kg/m}^3$$

$$T_a = 36^\circ \text{C}$$

$$T_{b_o} = \frac{0,2(T_a \cdot m_a + T_c \cdot m_c) + T_v \cdot m_v}{0,2(m_a + m_c) + m_v}$$

$$T_{b_o} = \frac{0,2(36 \cdot 1890 + 34 \cdot 340) + 26 \cdot 170}{0,2(1890 + 340) + 170} \Rightarrow$$

$$T_{b_o} = 33^\circ \text{C}$$

$$T_{b_o} = 27^\circ \text{C} \Rightarrow T_v = ?$$

$$27 = \frac{0,2(36 \cdot 1890 + 34 \cdot 340) + T_v \cdot 170}{0,2(1890 + 340) + 170}$$

$$T_v = 4,2^\circ \text{C}$$

$$T_{b0} = 22^{\circ}\text{C}$$

$$27 = \frac{0,2(36 \cdot 1890 + 34 \cdot 340) + (170 - 26) \cdot 26 - 80}{0,2(1890 + 340) + 170}$$

$$16632 = 15920 + 4420 - 106 \text{ m}$$

$$M_L = 35 \text{ kg}$$

$$\Delta T = (T_{b0} - 40) = 0,025 \cdot \frac{415}{60}$$

$$T_{b0} = T_{b0} + 0,01875 T_{b0} - 40 = 0,01875$$

$$T_{b0} = 33,12^{\circ}\text{C}$$

② ③

$$\frac{f_{p1}}{p_1} = \frac{P_{gr1}}{A} = \frac{584 + 643 + 617}{15^2} = 2,73 \text{ KJ/m}^2$$

$$\frac{f_{p2}}{p_2} = \frac{P_{gr2}}{A} = \frac{1069 + 1036 + 1152}{15^2} = 4,83 \text{ KJ/m}^2$$

$$M_1 = (T - T_0) \cdot t_r \quad [^{\circ}\text{C} \cdot \text{h}] \quad [t_r = t] \quad [T_0 = -10]$$

$$M_1 = (40 - (-10)) \cdot 8 = 400^{\circ}\text{C} \cdot \text{h}$$

$$M_2 = (T - T_0) \cdot t_r$$

$$M_2 = (80 - (-10)) \cdot 16 = 1440^{\circ}\text{C} \cdot \text{h}$$

$$\left. \begin{aligned} f_{p1} &= A \cdot \ln M_1 + B \\ f_{p2} &= A \cdot \ln M_2 + B \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left. \begin{aligned} 2,73 &= A \cdot \ln 400 + B \\ 4,83 &= A \cdot \ln 1440 + B \end{aligned} \right\} \rightarrow$$

$$B = 2,73 - A \cdot \ln 400$$

$$4,83 = A \cdot \ln 1440 + 2,73 - A \cdot \ln 400$$

$$2,1 = 1,28 A \Rightarrow A = 1,64 \quad B = -7,10$$

[$\frac{1}{\text{m}}$]

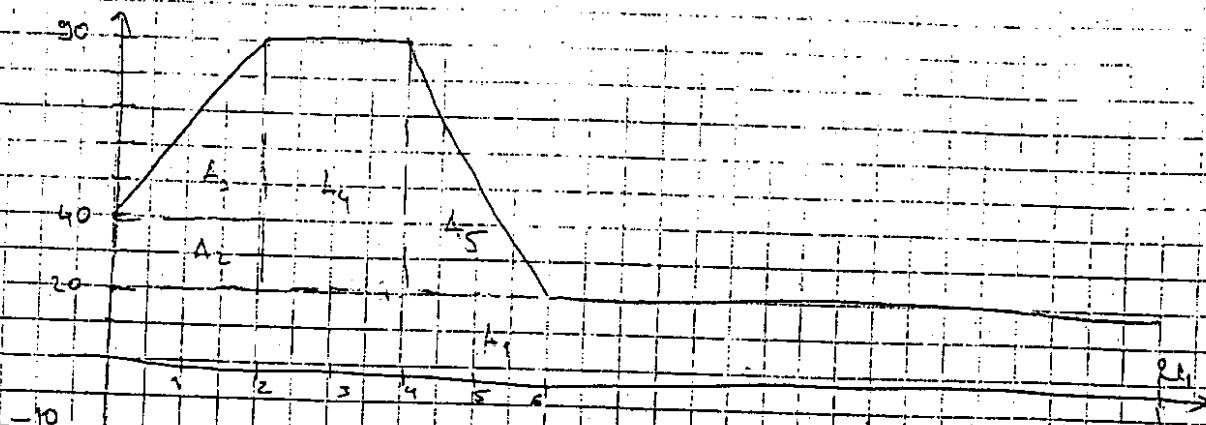
4,83

2,73

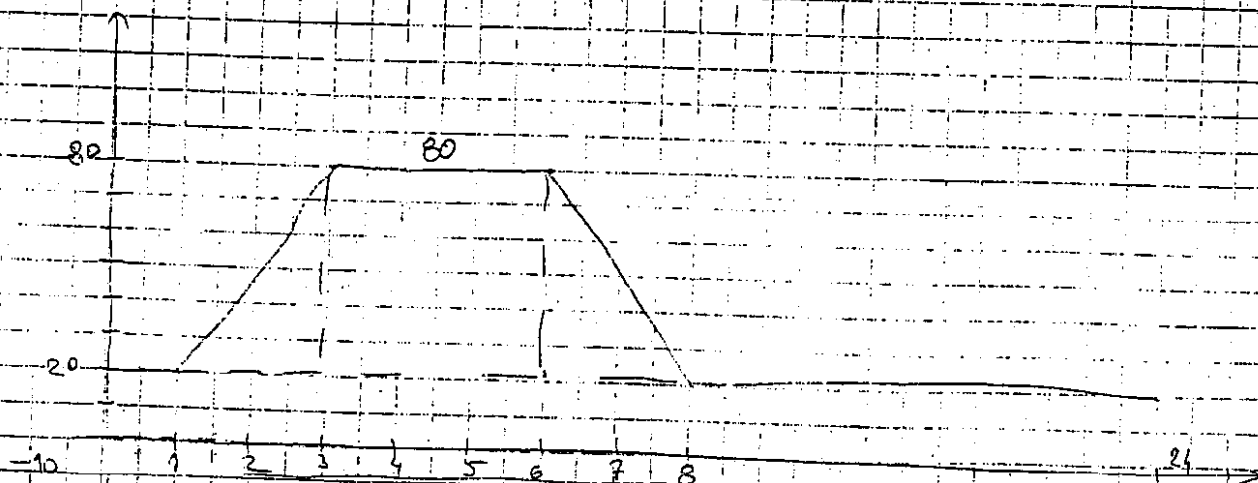
≈ 400

≈ 1440

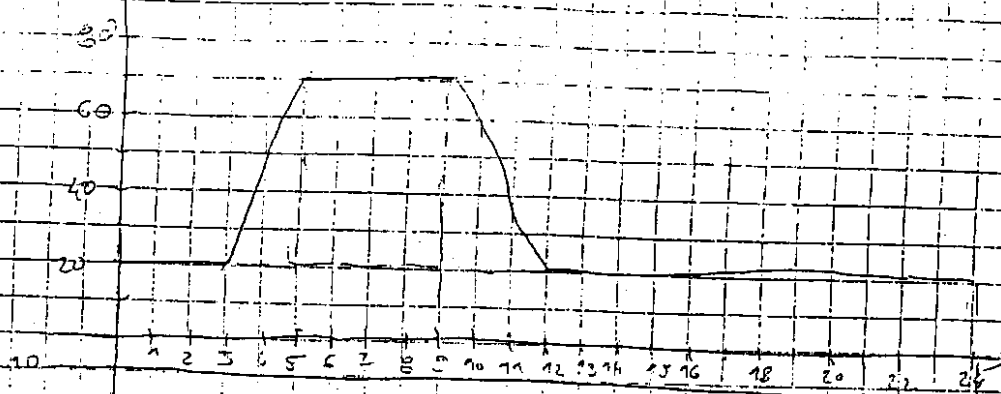
[$\text{cm} \cdot \text{M}$]



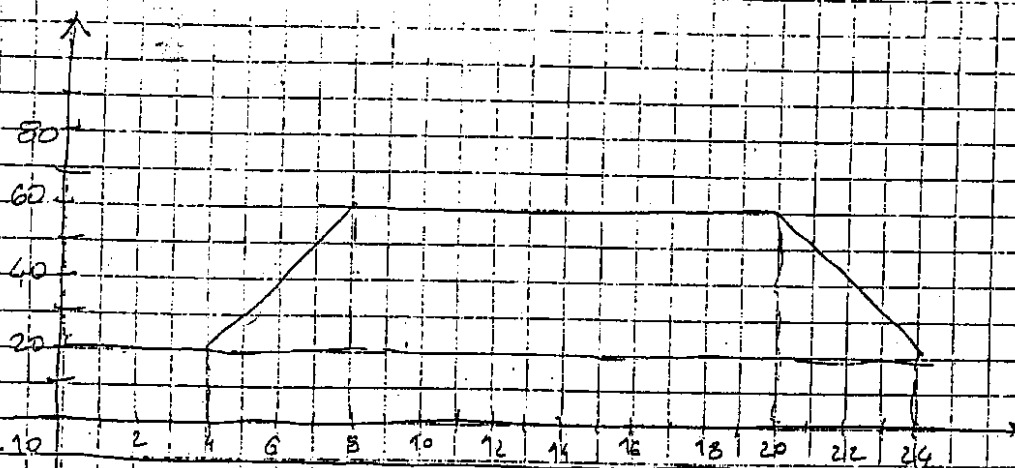
$$M_1 = \underbrace{30 \cdot 24}_{A_1} + \underbrace{20 \cdot 2}_{A_2} + \underbrace{\frac{2 \cdot 30}{2}}_{A_3} + \underbrace{2 \cdot 70}_{A_4} + \underbrace{\frac{2 \cdot 70}{2}}_{A_5} = \underline{\underline{1020}}$$



$$M_2 = \underbrace{80 \cdot 24}_{A_1} + \underbrace{\frac{2 \cdot 60}{2}}_{A_2} + \underbrace{\frac{2 \cdot 60}{2}}_{A_3} = \underline{\underline{1020}}$$



$$M_3 = 30 \cdot 24 + \frac{50 \cdot 2}{2} + 4 \cdot 50 + \frac{3 \cdot 50}{2} = 1045$$



$$M_4 = 30 \cdot 24 + \frac{4 \cdot 40}{2} + 12 \cdot 40 + \frac{4 \cdot 40}{2} = 1360$$

~~| | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| x_1 | x_2 | x_3 | x_4 |
| 1,28 | 4,2 | 11,4 | 4,7 |~~

$$I_p = A \cdot l_c \cdot M + B$$

$$I_p = 1,64 \cdot l_c \cdot M = 7,10$$

M	M_1	M_2	M_3	M_4
I_p	4,26	4,26	11,4	4,7

1) Za betoniranje jednog hidrotehničkog tunela u Alžiru na raspolaganju su dve vrste sitnog agregata: rečni pesak ("r"), koga na raspolaganju nema u dovoljnoj količini i drobljeni sitan agregat ("d"), kao i tri frakcije drobljenog krupnog agregata (II, III i IV), čiji su rezultati prosejavanja dati u priloženoj tablici. Odlučeno je da se kao sitan agregat koristi mešavina rečnog i drobljenog peska u odnosu rečni: drobljeni = 1:2, ali kako ovakav sitan agregat ne ispunjava uslov preporuka u pogledu najvećeg dopuštenog modula zrnivosti za betoniranje pumpom ($M=3,1$), ova mešavina mora se "popraviti" dodatkom finog pustinjskog peska (peska pešćanih dina - "pd"), čiji je sastav takođe dat u priloženoj tablici.

- Odrediti sastav mešavine rečnog i drobljenog peska $Y_{r,d}$, module zrnivosti ove mešavine $M_{r,d}$ i dinskog peska M_{dp} , a zatim iz datog uslova o modulu zrnivosti ($M=3,1$) i sastav njihove mešavine, tj. sastav sitnog agregata I (Y_I).
- Odrediti učešća sve 4 frakcije u mešavini M_k oblika $Y_{mk}=100(d/D)^n$, iz uslova da kroz sito otvora $d=4$ mm prolazi 40%. Usvojiti $D=31,5$ mm (premda je nominalno najkrupnije zрно mešavine, tj. gornja nazivna veličina date frakcije IV $d=25$ mm, uz 6% nadmerenih zrna krupnoće 25/31,5 mm). Sračunati sve ordinate ovako dobijene mešavine Y_m , a zatim i modul finoće ove mešavine.
- Na zajedničkom dijagramu u pogodnoj razmeri prikazati linije prosejavanja sve 4 frakcije (I, II, III i IV) kao i mešavine M_k . Kako se dobijena kriva uklapa u preporučeno polje granulometrijskog sastava za "pumpani beton" (videti udžbenik M. Muravljova "Teorija i tehnologija betona").
- Definisati sastav jedne diskontinualne mešavine agregata M_d , sastavljene od tri potpuno "čiste" frakcije (u granulometrijskom pogledu): 0,25/0,5 mm, 2/4 mm i 16/31,5 mm, pod uslovom da ovakva diskontinualna mešavina sadrži najkrupnije frakcije 16/31,5 mm isto onoliko koliko kontinualna mešavina M_k iz tačke b) sadrži zrna krupnoće preko 8 mm i da ima isti modul finoće kao i mešavina M_k . Prikazati grafički (u istom koordinatnom sistemu) kontinualnu mešavinu M_k i diskontinualnu mešavinu M_d , zajedno sa linijama prosejavanja 3 "čiste" frakcije od kojih je ona sastavljena.

d (mm)	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	25	31,5
"r"- Y_r (%)	5	11,5	25	44	71	91	100	100	100	100
"d"- Y_d (%)	10	18,5	30	48	72	93	100	100	100	100
"pd"- Y_{pd} (%)	50	70	80	88	100	100	100	100	100	100
II				0	0,4	2	6	95	100	100
III						0	6	78	100	100
IV							0	0,6	94	100

2) Za izvođenje jedne AB konstrukcije projektom su predviđene marke betona: MB 20, MB30 i MB 40. Za projektovanje betonskih mešavina za sve tri marke odabran je cement klase 42,5 ($\gamma_{sc}=2950$ kg/m³), rečni agregat ($\gamma_{sc} = \gamma_{sa}=2720$ kg/m³), opran i granulisan u 4 uobičajene, standardne frakcije ($D=31,5$ mm) i pijaća voda. Na osnovu planova oplata i planova armature usvojena je plastična konzistencija sa sleganjem 6-8 cm, a prethodnim ispitivanjima usvojena količina vode za ovakvu konzistenciju iznosi 170 kg/m³.

U cilju definisanja potrebnih količina cementa (tj. vodocementnih faktora), za sve tri marke betona izrađeno je ukupno 10 probnih betonskih mešavina sa usvojenom količinom vode od 170 kg/m³, uz variranje količine cementa m_c po 25 kg/m³, počev od 200 pa do 425 kg/m³. Ukupna količina agregata m_a (ne menjajući usvojen granulometrijski sastav) takođe je u ovim prethodnim probama menjana, tako da projektovana zapreminska masa svežeg betona uvek iznosi 2400 kg/m³. Nakon propisnog negovanja u trajanju od 28 dana betonskih kocki, uzetih od svake mešavine po tri komada, izvršeno je ispitivanje čvrstoće pri pritisku. Dobijene prosečne vrednosti čvrstoće $f_{k,28}$ za svaku od 10 mešavina prikazane su u priloženoj tablici.

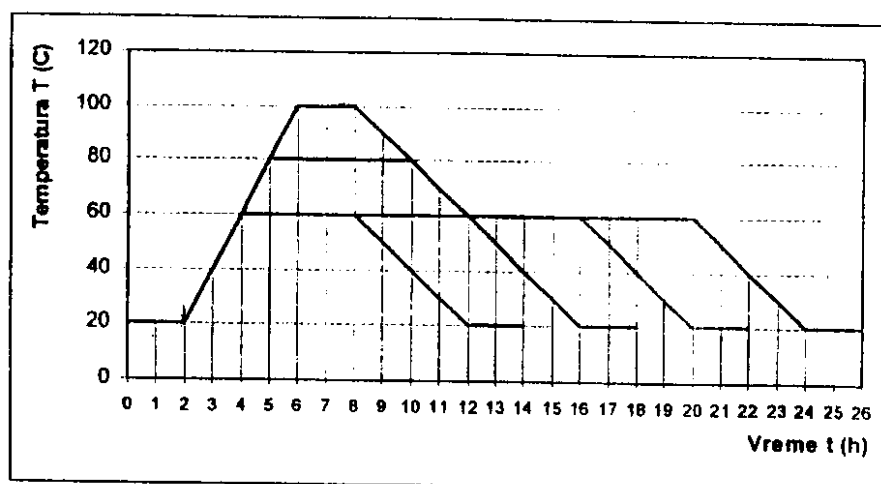
Mešavina broj i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
m_c (kg/m ³)	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425
$f_{k,28}$ (MPa)	19,2	21,3	23,0	27,9	33,2	36,0	39,1	41,9	48,8	50,5

- Sračunati vrednosti vodocementnog faktora ω (zaokruženo na treću decimalu) za svih 10 mešavina i u pogodnoj razmeri nacrtati dijagram $f_{k,28} - \omega$, a zatim metodom najmanjih kvadrata definisati i zavisnost $f_{k,28} - \omega$ u eksponencijalnom obliku, $f_{k,28} = a_2 \cdot e^{a_1 \cdot \omega}$. Pomoću dobijene zavisnosti sračunati čvrstoće $f_{k,28}$ za sve

- vrednosti ω pa i njih uneti u isti dijagram. Koristeći ovu zavisnost odrediti potrebne vrednosti ω i količine cementa m_c koje odgovaraju vrednostima $f_{k,28}$ za sve tri marke MB (na 3 decimale) i naznačiti ih u dijagramu.
- b) Nacrtati dijagram $f_{k,28} - m_c$, pa takođe metodom najmanjih kvadrata definisati linearnu zavisnost $f_{k,28} = b_1 \cdot m_c + b_2$, pa i putem ove zavisnosti sračunati čvrstoće za sve vrednosti ω , uneti ih u isti dijagram, sračunati potrebne količine cementa i vrednosti vodo cementnog faktora koje odgovaraju vrednostima $f_{k,28}$ koje su (prema BAB'87) potrebne za sve tri MB (zaokruženo na prvih gornjih 10 kg/m³) i naznačiti ih u dijagramu.
- c) Sračunati na kraju potrebnu količinu cementa m_c i vrednosti vodo cementnog faktora ω i putem empirijske formule Bolomeja. Od dobijenih vrednosti m_c prema tačkama a) i b) usvojiti prosečnu vrednost, zaokruženu na najbližih 5 kg/m³ i ω zaokruženo na 2 decimale, pa nakon toga sračunati i ukupne potrebne količine agregata m_a i zapreminsku masu svežeg betona $\gamma_{b,sv}$ za sve tri marke betona, pri čemu pretpostaviti da u svim slučajevima u betonu nakon zbijanja ostaje 2% zaostalog vazduha. Da li je pretpostavljena zapreminska masa svežeg betona od 2400 kg/m³ u prethodnim probama dovoljno bliska konačno dobijenoj prosečnoj vrednosti?

3) Na priloženoj skici prikazano je nekoliko različitih režima zaparivanja jedne vrste betona, projektovane marke MB40. Pri tome, mogu se posmatrati dva karakteristična tipa režima zaparivanja:

A - režimi sa konstantnom temperaturom izotermičkog dela procesa $T_i = 60^\circ\text{C}$, ali sa različitim trajanjima procesa zaparivanja (t_z), kao i različitim trajanjima izotermičkog dela procesa (t_i), i B - režimi sa konstantnim trajanjem procesa zaparivanja ($t_z = 14\text{h}$), ali sa različitim temperaturama (T_i).



Ispitivanje uticaja predmetnih režima zaparivanja na čvrstoću pri pritisku betona vršeno je na uzorcima oblika kocke ivice 15 cm, a nakon završetka procesa zaparivanja. Tom prilikom dobijene su sile loma P_{gr} (u kN), dobijene ispitivanjem po 3 kocke, koje su date u okviru priložene tablice.

Tip režima	Karakteristika režima	Vreme trajanja izotermičkog procesa (t_i)	Sile loma P_{gr} (kN)		
A ($T_i = 60^\circ\text{C}$)	$t_z = 10\text{h}$	4h	382	396	375
	$t_z = 18\text{h}$	12h	588	606	571
	$t_z = 22\text{h}$	16h	675	664	697
B ($t_z = 14\text{h}$)	$T_i = 60^\circ\text{C}$	8h	472	484	421
	$T_i = 80^\circ\text{C}$	5h	650	676	639
	$T_i = 100^\circ\text{C}$	2h	698	705	719

→ Napomena:
Ovaj slučaj pripada
i režimu A i režimu B

- a) Naći srednje vrednosti čvrstoća pri pritisku $f_{k,20}$ (preračunatih na čvrstoću kocke ivice 20cm) za svaki od šest navedenih slučajeva zaparivanja.
- b) Koristeći metodu najmanjih kvadrata, a na bazi srednjih vrednosti čvrstoća $f_{k,20}$ sračunatih pod a), definisati linearnu zavisnost: $f_{k,20} = f_{k,20}(t_i)$ koja važi za režim zaparivanja A ($T_i = 60^\circ\text{C}$).
- c) Koristeći metodu najmanjih kvadrata pod istim uslovima kao u tački b), definisati linearnu zavisnost: $f_{k,20} = f_{k,20}(T_i)$ koja važi za režim zaparivanja B ($t_z = 14\text{h}$).
- d) Grafički prikazati funkcije dobijene pod b) i c), a zatim na osnovu definisanih linarnih zavisnosti odrediti potrebno vreme t_i , kao i temperaturu T_i , koji su neophodni za ostvarivanje manipulativne čvrstoće predmetnog betona (65% od predviđene marke betona). Koliko iznose zrelosti betona neposredno nakon obavljenih režima zaparivanja definisanih na ovaj način?

$$3,514 \cdot \tilde{z}_1 + 5,757 \cdot \tilde{z}_2 = 19,565$$

$$5,757 \cdot \tilde{z}_1 + 10 \cdot \tilde{z}_2 = 34,775 \rightarrow \tilde{z}_2 = \frac{1}{10}(34,775 - 5,757 \cdot \tilde{z}_1)$$

$$3,514 \cdot \tilde{z}_1 + \frac{5,757}{10}(34,775 - 5,757 \cdot \tilde{z}_1) = 19,565$$

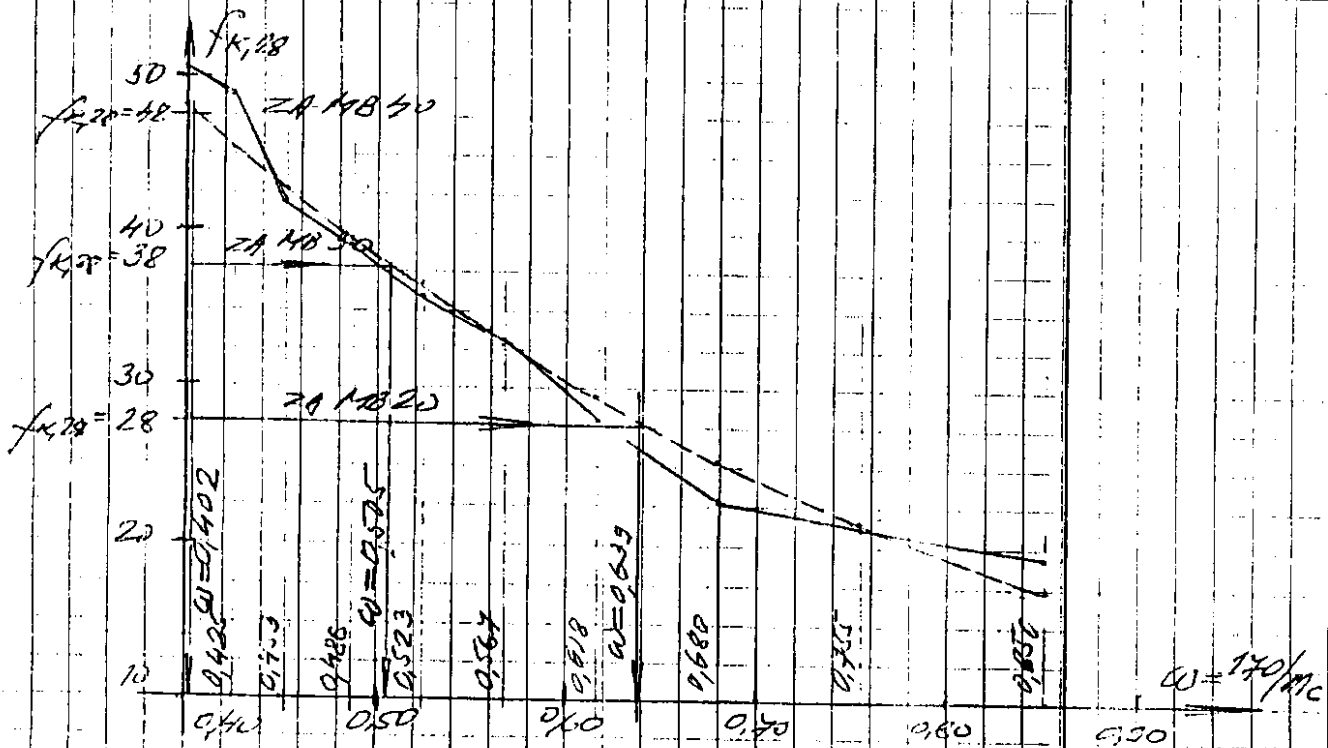
$$0,1994 \tilde{z}_1 = -0,4550 \Rightarrow \tilde{z}_1 \approx -2,278 \quad \omega = \tilde{z}_1 = -2,278$$

$$\tilde{z}_2 \approx 4,789 \quad z_2 = \tilde{z}_2 \approx 120,2$$

$$x_i = -2,278 \cdot p_i + 4,789$$

$$\ln f_{k,28} = 4,789 - 2,278 \cdot \omega \quad \ln f_{k,28} = 120,2 \cdot \omega$$

$\omega = 170/m_c$	0,850	0,755	0,680	0,618	0,567	0,523	0,486	0,453	0,425	0,400
$f_{k,28} (MPa)$	19,2	21,3	23,0	24,9	26,2	27,0	27,7	28,3	28,8	29,5
$f_{k,28,red} (MPa)$	17,3	21,5	25,5	29,4	33,0	36,5	39,7	42,9	46,6	48,3



$$\omega = \frac{1}{2,278}(4,789 - \ln f_{k,28}) = 2,102 - 0,439 \cdot \ln f_{k,28}$$

$$1. \text{ ZA MB 20: } f_{k,28} = 20 + 8 = 28 \text{ MPa; } \omega = 2,102 - 0,439 \cdot \ln 28 \approx 0,639$$

$$2. \text{ ZA MB 30: } f_{k,28} = 30 + 8 = 38 \text{ MPa; } \omega = 2,102 - 0,439 \cdot \ln 38 \approx 0,505$$

$$3. \text{ ZA MB 40: } f_{k,28} = 40 + 8 = 48 \text{ MPa; } \omega = 2,102 - 0,439 \cdot \ln 48 \approx 0,402$$

$$\text{E/ (2) ZA 6.14) } f_{k,28} = b_1 \cdot m_c + b_2 \quad (x_i = b_1 \cdot p_i + b_2)$$

$$\sum_{i=1}^{10} p_i = \sum_{i=1}^{10} m_c = 3725; \quad \sum_{i=1}^{10} p_i^2 = \sum_{i=1}^{10} m_c^2 = 1.026.125$$

$$1. m_c \approx 286 \text{ kg/m}^3$$

$$2. m_c \approx 334 \text{ kg/m}^3$$

$$3. m_c \approx 423 \text{ kg/m}^3$$

10/ Bolomej: $f_{k,28} = 0,60 \cdot 42,5 \left(\frac{m_c}{m_v} - 0,50 \right) = 25,5 \left(\frac{m_c}{m_v} - 0,50 \right)$

ZA $m_v = 170 \text{ kg/m}^3$: $f_{k,28} = \frac{25,5}{170} m_c - 12,75$

$f_{k,28} = 0,15 \cdot m_c - 12,75$

$m_c = \frac{1}{0,15} (f_{k,28} + 12,75) \approx 6,67 f_{k,28} + 85$

ZA MB20; $f_{k,28} = 28 \text{ MPa}$: $m_c \approx 272 \text{ kg/m}^3$; $w = \frac{170}{272} \approx 0,625$

ZII MB30; $f_{k,28} = 38 \text{ MPa}$: $m_c \approx 338$ " " ; $w = \frac{170}{338} \approx 0,503$

ZA MB40; $f_{k,28} = 48 \text{ MPa}$: $m_c \approx 425$ " " ; $w = \frac{170}{425} \approx 0,420$

MB20: $m_v = 170 \text{ kg/m}^3$; $m_c = \frac{1}{2} (266 + 271) = 268,5$

USEV: $m_c = 270 \text{ kg/m}^3$; $w = \frac{170}{270} \approx 0,63$

$m_a = 2720 \left(0,98 - \frac{270}{2950} - 0,170 \right) = 2720 \cdot 0,7985 \approx 1955 \text{ kg/m}^3$

$\rho_{b,v} = 270 + 170 + 1955 = 2395 \text{ kg/m}^3$

MB30: $m_v = 170 \text{ kg/m}^3$; $m_c = \frac{1}{2} (337 + 337) = 338$

USEV: $m_c = 340 \text{ kg/m}^3$; $w = \frac{170}{340} = 0,50$

$m_a = 2720 \left(0,98 - \frac{340}{2950} - 0,170 \right) = 2720 \cdot 0,6547 \approx 1890 \text{ kg/m}^3$

$\rho_{b,v} = 340 + 170 + 1890 = 2400 \text{ kg/m}^3$

MB40: $m_v = 170 \text{ kg/m}^3$; $m_c = \frac{1}{2} (423 + 404) = 415 \text{ kg/m}^3$

USEV: $m_c = 415 \text{ kg/m}^3$; $w = \frac{170}{415} \approx 0,41$

$m_a = 2720 \left(0,98 - \frac{415}{2950} - 0,170 \right) = 2720 \cdot 0,6633 \approx 1820 \text{ kg/m}^3$

$\rho_{b,v} = 415 + 170 + 1820 = 2405 \text{ kg/m}^3$

$\rho_{b,v}^{sr} = \frac{1}{3} (2395 + 2400 + 2405) = 2400 \text{ kg/m}^3$

(MB40 ZA G.H.): $m_c = 405 \text{ kg/m}^3$; $w = \frac{170}{405} \approx 0,42$

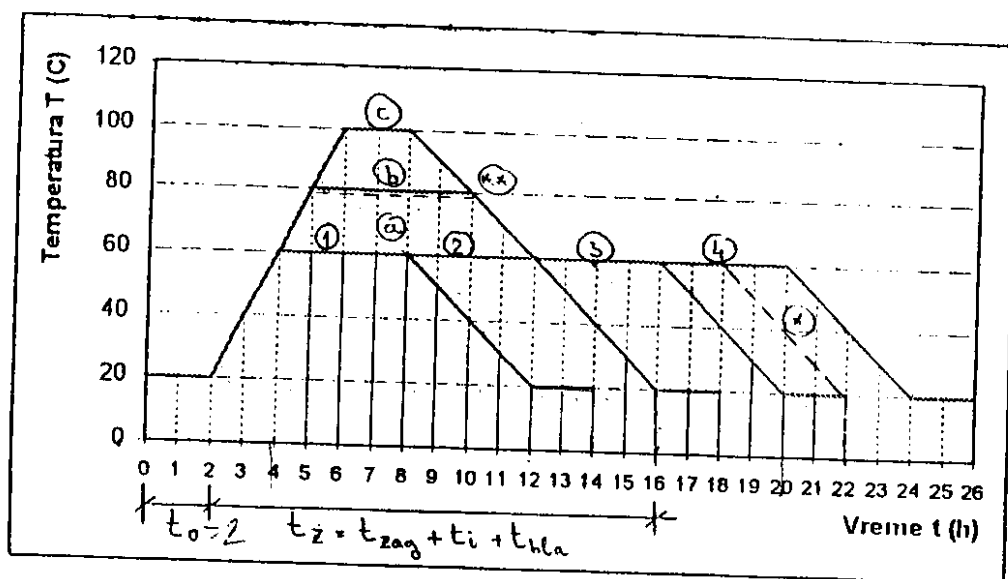
$m_a = 2720 \left(0,98 - \frac{405}{2950} - 0,170 \right) = 2720 \cdot 0,6727 \approx 1830 \text{ kg/m}^3$

$\rho_{b,v} = 405 + 170 + 1830 = 2405 \text{ kg/m}^3$

3) Rešenje:

$$16 \cdot 60 + \frac{2 \cdot 60}{2} + 4 \cdot 20$$

$$\frac{4 \cdot 60}{2} +$$



Režim A ($T_i = 60^\circ\text{C}$): dijagrami ①, ②, ③ i ④.

Režim B ($t_2 = 14\text{h}$): dijagrami ②, ③ i ④. Napomena: ② \equiv ③.

Tip režima	Karakteristika	Dijagram	Pgr [kW]	$\sum_{k=15}^{109} \text{OTP}$ $\sum_{k=15}^{109} \text{[MWh]}$	$\sum_{k=20}^{109} \text{OTP}$ $\sum_{k=20}^{109} \text{[MWh]}$
A ($T_i = 60^\circ\text{C}$)	$t_2 = 10\text{h}; t_i = 4\text{h}$	①	382, 336, 375	17,08	16,23
	$t_2 = 18\text{h}; t_i = 12\text{h}$	③	588, 606, 571	26,15	24,84
	$t_2 = 22\text{h}; t_i = 16\text{h}$	④	675, 661, 637	30,16	28,65
B ($t_2 = 14\text{h}$)	$T_i = 60^\circ\text{C}; t_i = 8\text{h}$	②, ③	472, 484, 421	20,40	19,38
	$T_i = 80^\circ\text{C}; t_i = 5\text{h}$	⑥	650, 676, 633	29,11	27,65
	$T_i = 100^\circ\text{C}; t_i = 2\text{h}$	⑦	698, 705, 713	31,43	29,86

Režim A ($T_i = 60^\circ\text{C}$), zavisnost: $\sum_{k=15}^{109} \text{OTP} = \sum_{k=20}^{109} \text{OTP}(t_i)$ u linearnom obliku.

$$\sum_{k=15}^{109} \text{OTP} = a_1 \cdot t_i + a_2$$

$$t_i = p; \quad \sum_{k=15}^{109} \text{OTP} = X; \quad n = 4$$

$$\sum_{i=1}^n p_i^2 = 4^2 + 8^2 + 12^2 + 16^2 = 480,0$$

$$\sum_{i=1}^n p_i \cdot X_i = 4 \cdot 16,23 + 8 \cdot 19,38 + 12 \cdot 24,84 + 16 \cdot 28,65 = 976,44$$

$$\sum_{i=1}^n p_i = 4 + 8 + 12 + 16 = 40,0$$

$$\sum_{i=1}^n X_i = 16,23 + 19,38 + 24,84 + 28,65 = 89,10$$

$$480 \cdot a_1 + 40 \cdot a_2 = 976,44$$

$$40 \cdot a_1 + 4 \cdot a_2 = 89,10$$

$$\Rightarrow \begin{cases} a_1 = 1,068 \\ a_2 = 11,595 \end{cases}$$

①: $\sum_{k=15}^{109} \text{OTP} = 1,0680 \cdot t_i + 11,595$

Režim B ($t_2 = 14h$), zavisnost: $f_{x,20} = f_{x,20}(T_i)$ u linearnom obliku.

$$f_{x,20} = b_1 \cdot T_i + b_2$$

$$T_i = p; \quad f_{x,20} = x; \quad n = 3$$

$$\sum p_i^2 = 60^2 + 80^2 + 100^2 = 20000$$

$$\sum p_i \cdot x_i = 60 \cdot 19,38 + 80 \cdot 21,65 + 100 \cdot 23,86 = 6360,8$$

$$\sum p_i = 60 + 80 + 100 = 240,0$$

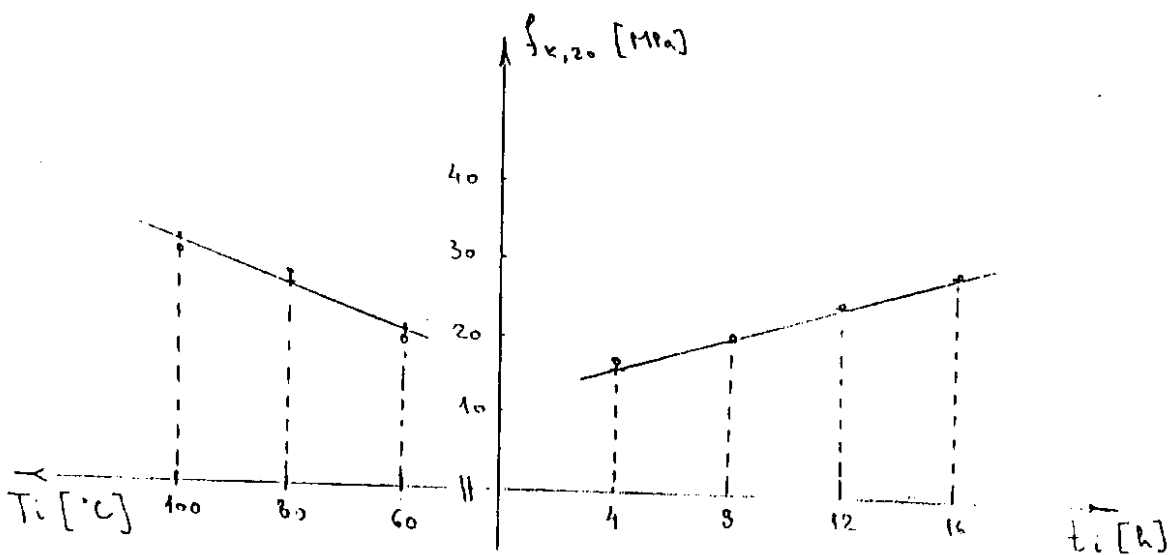
$$\sum x_i = 19,38 + 21,65 + 23,86 = 76,89$$

$$20000 \cdot b_1 + 240 \cdot b_2 = 6360,80$$

$$240 \cdot b_1 + 3 \cdot b_2 = 76,89$$

$$\left\{ \begin{array}{l} b_1 = 0,2620 \\ b_2 = 4,67 \end{array} \right.$$

$$f_{x,20} = 0,262 \cdot T_i + 4,670$$



$$f_{x,man} = 0,65 \times 40 = 26,0 \text{ MPa}$$

$$t_i: \quad 1,068 \cdot t_i + 11,595 = 26,0 \Rightarrow t_i = 13,5 \text{ h} \approx 14 \text{ h} \quad (*) \quad t_2 = 20 \text{ h}$$

$$T_i: \quad 0,262 \cdot T_i + 4,670 = 26,0 \Rightarrow T_i = 81,4^\circ \text{C} \approx 80^\circ \text{C} \quad (**) \quad t_2 = 14 \text{ h}$$

$$(*) \quad M_1 = 22 \times 20 + [(22-2) + (12-4)] \cdot \frac{60-20}{2} = 440 + 34 \cdot 20 = 1120^\circ \text{C} \cdot \text{h}$$

$$(**) \quad M_2 = 16 \times 20 + [(16-2) + (10-5)] \cdot \frac{80-20}{2} = 320 + 13 \cdot 30 = 820^\circ \text{C} \cdot \text{h}$$

Zaključak: Za istu manipulativnu čvrstoću pri dužem trajanju zaparivanja na nižoj temperaturi dobijaju se veće zrelosti kotlova nego u slučaju kraćeg zaparivanja na višoj temperaturi T_i (za navedene režime zaparivanja A i B).

1.

1.

2/ SITAN AGREGAT-FRAKCIJA I

d (mm)	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	$\Sigma P_i(\%)$	M
"r" = Y_r (%)	5	11,5	25	44	71	91	100	—	—
"d" = Y_d (%)	10	18,5	30	48	72	93	100	—	—
"r+d" = Y_{rd} (%)	8,3	16,2	28,3	46,7	71,7	92,3	100	—	—
"r+d" = P_{rd} (%)	91,7	84,8	71,7	53,3	28,3	7,7	0	336,5	3,365
"pd" = Y_{pd} (%)	50	70	80	88	100	100	100	—	—
"pd" = P_{pd} (%)	50	30	20	12	0	0	0	112	1,120
Y_I (%)	13,3	22,7	34,5	57,7	75,1	93,2	100	—	—

$$r : d = 1 : 2 \Rightarrow Y_{rd} = \frac{Y_r + 2 Y_d}{1 + 2} = \frac{1}{3} (Y_r + 2 Y_d) \quad (\%)$$

$$M = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^6 P_i$$

$$P_{rd} = 100 - Y_{rd} \quad (\%)$$

$$P_{pd} = 100 - Y_{pd} \quad (\%)$$

$$M_{rd} = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^6 P_{rd} = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^6 (100 - Y_{rd})$$

$$M_{pd} = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^6 P_{pd} = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^6 (100 - Y_{pd})$$

$$M_I = 3,1$$

$$X_{rd} M_{rd} + X_{pd} M_{pd} = 3,1$$

$$X_{rd} + X_{pd} = 1$$

$$3,365 X_{rd} + 1,120 X_{pd} = 3,10$$

$$X_{rd} + X_{pd} = 1 \rightarrow X_{pd} = 1 - X_{rd}$$

$$3,365 X_{rd} + (1 - X_{rd}) 1,120 = 3,10$$

$$2,245 X_{rd} = 1,98 \rightarrow X_{rd} = 0,882 \quad (88,2\%)$$

$$X_{pd} = 0,118 \quad (11,8\%)$$

$$Y_I = 0,882 Y_{rd} + 0,118 Y_{pd}$$

KONTROLA:

$$M_I = 0,882 \cdot 3,365 + 0,118 \cdot 1,120 = 3,100$$

6/

2.

$d(\text{mm})$	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	25	31,5
$I(0/4) - Y_I(\%)$	13,3	22,4	34,5	51,7	75,1	93,2	100	100	100	100
$II(4/8) - Y_{II}(\%)$				0	0,4	6	35	70	100	100
$III(8/20) - Y_{III}(\%)$						0	6	70	100	100
$IV(16/25) - Y_{IV}(\%)$							0	0	34	100
$Y_m(\%)$	8,6	11,7	15,9	21,6	29,4	40,0	54,4	74,0	90,2	100
$P_m(\%)$	31,4	88,3	84,1	78,4	70,6	60,0	45,6	26,0	9,8	0

$$Y_m = 100 \left(\frac{d}{D} \right)^n$$

$$D = 31,5 \text{ mm} \rightarrow Y_m = 100 \left(\frac{d}{31,5} \right)^n$$

$$\text{Z.A. } d = 4 \text{ mm: } Y_m = 40\%$$

$$100 \left(\frac{4}{31,5} \right)^n = 40$$

$$0,125^n = 0,40$$

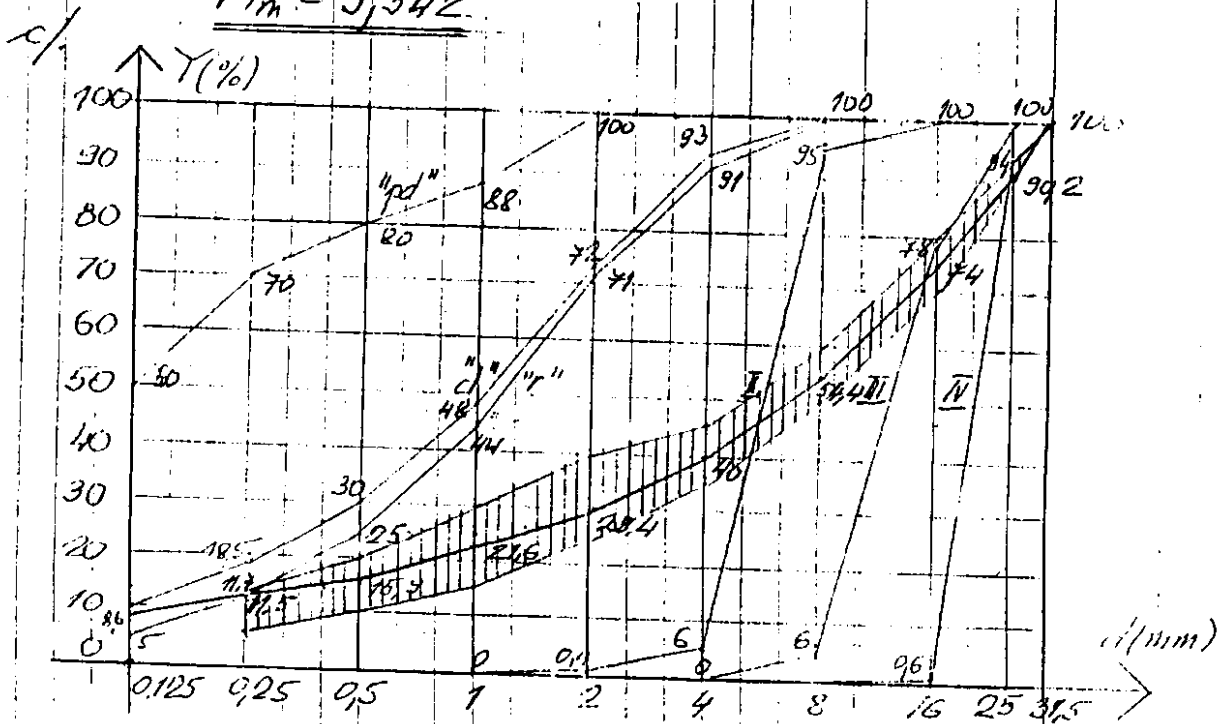
$$n \cdot \ln 0,125 = \ln 0,40$$

$$n = \frac{\ln 0,40}{\ln 0,125} = 0,644$$

$$Y_m = 100 \left(\frac{d}{31,5} \right)^{0,644}$$

$$M_m = \frac{1}{100} (31,4 + 88,3 + 84,1 + 78,4 + 70,6 + 60,0 + 45,6 + 26,0 + 9,8)$$

$$M_m = 5,542$$



$$\sum p_i \cdot x_i = \sum m_c f_{k,28} = 114.095, \quad \sum x_i = \sum f_{k,28} = 552,9$$

$$1.028.125 \cdot b_1 + 3125 \cdot b_2 = 114.095$$

$$3125 \cdot b_1 + 10 \cdot b_2 = 340,9 \rightarrow b_2 = \frac{1}{10}(340,9 - 3125 b_1)$$

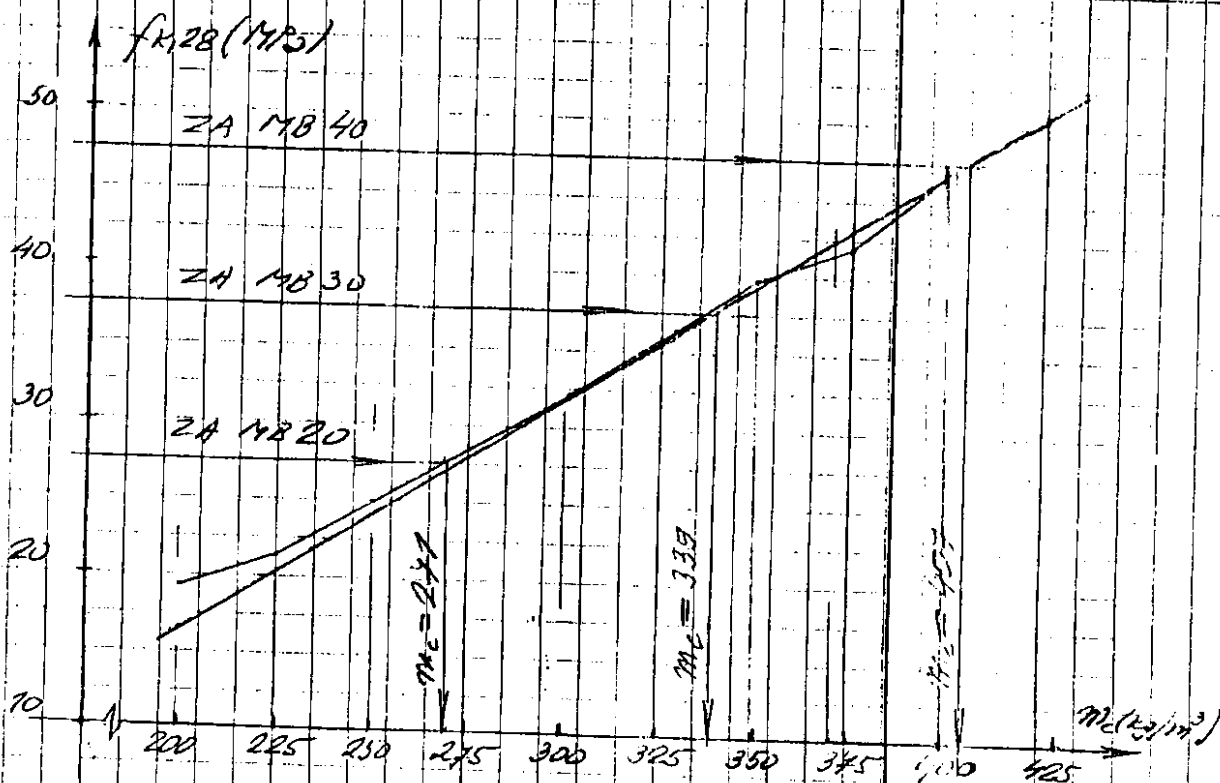
$$1.028.125 b_1 + \frac{3125}{10}(340,9 - 3125 b_1) = 114.095$$

$$51562,5 b_1 = 7563,45 \rightarrow b_1 \approx 0,1467$$

$$b_2 \approx -11,45$$

$$f_{k,28} = 0,1467 \cdot m_c - 11,45$$

$m_c (kg/m^3)$	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425
$f_{k,28,i} (MPa)$	19,2	21,3	23,0	24,9	27,2	30,0	33,1	37,1	41,9	48,8
$f_{k,28,calc} (MPa)$	17,6	21,3	24,9	28,6	32,3	35,9	39,6	43,3	46,9	50,6



$$m_c = \frac{1}{0,1467} (f_{k,28} + 11,45) \approx 6,817 \cdot f_{k,28} + 80,1$$

$$ZA \text{ MB } 20; f_{k,28} = 28 MPa; m_c = 6,817 \cdot 28 + 80,1 \approx 281 \text{ kg/m}^3 (w \approx 0,624)$$

$$ZA \text{ MB } 30; f_{k,28} = 38 MPa; m_c = 6,817 \cdot 38 + 80,1 \approx 339 \text{ kg/m}^3 (w \approx 0,501)$$

$$ZA \text{ MB } 40; f_{k,28} = 48 MPa; m_c = 6,817 \cdot 48 + 80,1 \approx 404 \text{ kg/m}^3 (w \approx 0,418)$$

TEHNOLOGIJA BETONA - V SEMESTAR

Računski deo isпита, 12.04.2008.

- 1) Mešalica koja ima efektivnu zapreminu od $0,75 \text{ m}^3$ proizvodi beton sa sledećom dozažom: $M_c = 270 \text{ kg}$, $M_v = 135 \text{ kg}$, rečni agregat po frakcijama: I (0/4) - $M_{a1} = 513 \text{ kg}$, II (4/8) - $M_{a2} = 228 \text{ kg}$, III (8/16) - $M_{a3} = 228 \text{ kg}$, IV (16/31,5) - $M_{a4} = 456 \text{ kg}$. Ako zapreminska masa zrna agregata iznosi 2794 kg/m^3 , a specifična masa cementa iznosi 3000 kg/m^3 , odrediti:
- a) Dozaže (frakcije I i vode) istog betona, za mešalicu date zapremine, ukoliko površinska vlažnost frakcije I (0/4 mm) iznosi 7%, 8%, 9% i 10%.
- b) Projektovane količine svih komponentnih materijala za 1 m^3 betona (pri čemu količine agregata sračunati i po frakcijama), vodocementni faktor, zapreminsku masu predmetnog betona u svežem stanju - $\gamma_{b,sv}$, kao i projektovani sadržaj zaostalih šupljina u svežem betonu v_{z} , nakon ugrađivanja.
- c) Koji tipovi kalupa mogu da se koriste za uzimanje probnih uzoraka betona na gradilištu (na raspolaganju su kocke ivice 10, 15 i 20 cm, cilindri Ø15/H30 cm i prizme dimenzija 12×12×36 cm), imajući u vidu tzv. efekat zida. Pri proračunu usvojiti: $E_z = 1,0$.
- d) Ukoliko se na mestima nastavaka betoniranja koristi trofrakcijski (sitnozrni) beton koji se dobija izostavljanjem IV frakcije agregata iz napred navedene dozaže, koliko iznose količine cementa, korigovane količine vode i količine prve 3 frakcije agregata (uz vlažnost frakcije I od 7%) za datu zapreminu mešalice. Takođe, sračunati i količine komponentnih materijala koje su potrebne za spravljanje 1 m^3 predmetne mešavine, kao i zapreminsku masu tako dobijenog novog, trofrakcijskog betona.
- 2) Jedna armiranobetonska konstrukcija ispitivana je nakon višegodišnjeg prekida radova na objektu – u cilju ocene kvaliteta ugrađenih materijala. Nakon snimanja stanja konstrukcije, odlučeno je da se za utvrđivanje kvaliteta ugrađenog betona primeni tzv. kombinovana metoda, koja se sastoji iz dva dela: iz ispitivanja sa razaranjem, koje podrazumeva uzimanje određenog broja uzoraka betona (kernova) iz konstrukcije, i iz ispitivanja bez razaranja metodom sklerometra (Šmitovog čekića). Odlučeno je da se uzorci betona (kernovi) uzmu sa 9 karakterističnih mesta na konstrukciji, a da se metoda sklerometra primeni na istih tih 9 mernih mesta, kao i na još 9 mernih mesta na kojima nije predviđeno vađenje uzoraka betona. Rezultati ispitivanja čvrstoće pri pritisku betona f_p (preračunati na kocku ivice 20 cm) dobijeni na uzorcima uzetim sa prvih 9 mernih mesta, kao i visine odskoka sklerometra (tzv. indeks sklerometra - h_{sr}) za svih 18 mernih mesta, dati su u priloženoj tabeli.

Merno mesto	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Čvrstoća f_p (MPa)	16,6	18,3	21,0	18,3	24,8	29,9	22,2	25,3	20,7
Indeks h_{sr} (cm)	2,51	2,85	3,17	2,87	3,31	3,58	3,24	3,39	3,06
Merno mesto	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Indeks h_{sr} (cm)	3,02	2,94	2,68	2,61	2,54	2,61	3,71	3,07	3,11

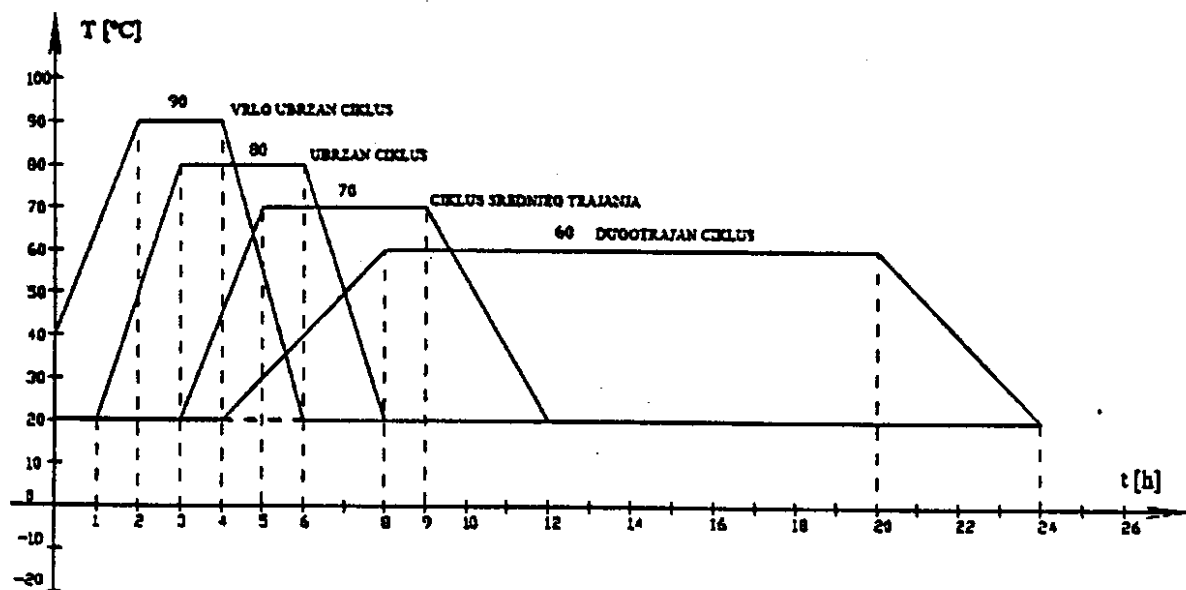
- a) Koristeći rezultate iz date tabele za merna mesta 1-9, definisati funkcionalnu zavisnost $f_p=f_p(h_{sr})$ u obliku kvadratne parabole – primenom metode najmanjih kvadrata. Nakon toga, sračunati računске vrednosti čvrstoća pri pritisku koje bi odgovarale registrovanim visinama odskoka sklerometra (h_{sr}) na mernim mestima 10-18.
- b) U odgovarajućoj razmeri nacrtati funkciju $f_p=f_p(h_{sr})$, na kojoj treba jasno naznačiti tačke dobijene eksperimentalnim (za prvih 9 mernih mesta) i računskim putem.
- c) Na bazi svih 18 rezultata dobijenih računskim putem (koristeći funkciju definisanu pod a)), naći karakterističnu vrednost čvrstoće pri pritisku za fraktil 10%. Na osnovu te veličine, dati ocenu o ostvarenoj marki betona (MB) ugrađenog u predmetnu konstrukciju. Kolika bi bila ostvarena marka MB, ako bi se za proračun karakteristične vrednosti čvrstoće primenio fraktil od 5% ?

- 1) Afirmisano građevinsko preduzeće na jednoj većoj lokaciji dobilo je posao na izvođenju većeg broja privrednih armiranobetonskih objekata, za koje je, prema predračunu radova, potrebno ugraditi ukupno 156000 m^3 betona u periodu od dve godine. Vlasnik preduzeća odlučio se za izgradnju sopstvenog pogona (fabrike) za proizvodnju betona, jer namerava da u skoroj budućnosti ozbiljno započne i sa proizvodnjom i isporukom betona i za druge izvođače.
- a) Odrediti proizvodnost mešalice sa periodičnim radom, kapaciteta (zapremine) 750 l , čiji radni ciklus traje 120 s ($18+90+12 \text{ s}$), kao i potreban broj ovakvih mešalica za proizvodnju date količine betona sa 260 radnih dana godišnje, sa radom u tzv. «produženoj radnoj smeni» od 12 h/dan . Za koeficijent neravnomernosti korišćenja mešalica k_1 i koeficijent rezerve (sigurnosti) k_2 usvojiti $1,40$ i $1,20$, respektivno. Odrediti i faktičku proizvodnost sistema (pogona) p_{fak} , kao i faktičnu godišnju proizvodnost istog sistema Q_{fak} .
- b) Za potrebe betoniranja podne ploče jednog od objekata na ovoj lokaciji—hale čije su dimenzije u osnovi $120 \times 12 \text{ m}$, a debljina $d=25 \text{ cm}$, odrediti najpre učinak, a zatim i potreban broj površinskih vibratora – vibratoravnjača dužine $3,0 \text{ m}$ i širine 20 cm , za završetak ugrađivanja ploče u jednom radnom danu - «produženoj radnoj smeni». Ukoliko se umesto površinskog, primeni dubinski vibrator sa radijusom dejstva $R_d = 45 \text{ cm}$, odrediti njegov učinak i potreban broj za zbijanje ove ploče u istom vremenu. Za oba vibratora usvojiti radni ciklus od $t_1+t_2=20+10=30 \text{ s}$ i koeficijent korisnog dejstva $k_u = 0,85$ i odrediti faktičke učinke sistema (dobijenog broja) vibratora.
- c) Ako je predmetna hala iz tačke b) udaljena od pogona za proizvodnju betona 750 m , odrediti potreban broj automešalica m_{am} čija je zapremina bubnja $6,0 \text{ m}^3$, za transport betona od pogona do hale. Pri ovome pretpostaviti da se vozilo od pogona do mesta betoniranja kreće prosečnom brzinom od 10 km/h , da manipulativno vreme vozila (postavljanje ispod levka mešalice u pogonu i postavljanje na mesto istovara betona kod hale) iznosi $1,5 \text{ min}$, a da vreme istovara betona iz automešalice odgovara potrebnom vremenu prema tački b) za ugrađivanje te količine betona (razastiranje betona na mesto ugradnje putem auto–pumpe). Sračunati i faktički učinak dobijenog broja auto–mešalica.
- d) Ako se beton poda predmetne hale spravlja i ugrađuje po toplom vremenu, sa 170 kg/m^3 vode, 340 kg/m^3 cementa i 1890 kg/m^3 agregata i ako su temperature cementa, agregata i vode 34°C , 36°C i 26°C , respektivno, kolika će biti računaska temperatura svežeg betona na izlasku iz mešalice, a kolika na mestu ugrađivanja (od početka punjenja pa do kraja pražnjenja auto – mešalice), ako je temperatura vazduha 40°C ? Do koje temperature treba u tom slučaju rashladiti vodu da bi temperatura na izlasku iz mešalice iznosila 27°C , a koliko kg usitnjenog leda bi trebalo uneti direktno u mešalicu, kao dela vode temperature 26°C , da bi se dobila ista ova temperatura betona?

- 2) U jednom pogonu za prefabrikaciju betonskih elemenata za ubrzano očvršćavanje primenjuje se 4 različita ciklusa zaparivanja, u zavisnosti od trenutne potrebe za količinom proizvedenih elemenata, u određenom kraćem, ili dužem roku (videti priloženu skicu). Za potrebe definisanja zavisnosti između čvrstoće pri pritisku betona f_p i njegove zrelosti M urađena su prethodna ispitivanja za nekoliko vrsta betona, koje se u pogonu najčešće koriste za izradu elemenata.

U priloženoj tablici dati su rezultati ispitivanja jedne vrste betona sa dve serije od po tri kocke ivica 15 cm, od kojih je serija 1 zaparivana na temperaturi $T=40^{\circ}\text{C}$ u trajanju od $t=8$ h, a serija 2 na temperaturi $T=80^{\circ}\text{C}$ u trajanju od $t=16$ h.

Seriya	Uslovi očvršćavanja (zaparivanjem)	Sile loma P_{σ} (kN)
1	$T = 40^{\circ}\text{C}$ $t = 8$ h	584 643 617
2	$T = 80^{\circ}\text{C}$ $t = 16$ h	1069 1036 1152



- a) Odrediti prosečne čvrstoće pri pritisku betona f_p za obe serije uzoraka i sračunati njihove odgovarajuće zrelosti M . Pretpostavljajući da između čvrstoće f_p (MPa) i logaritma zrelosti betona $\ln M$ važi linearna zavisnost oblika

$$f_p (\ln M) = A \cdot \ln M + B$$

i skicirati u pogodnoj razmeri dijagram $f_p = f_p (\ln M)$.

- b) Koristeći priloženu skicu režima zaparivanja sračunati zrelosti M za sva data 4 režima.
- c) Na bazi dobijene zavisnosti iz tačke a) i zrelosti koje su sračunate u tački b), odrediti odgovarajuće čvrstoće pri pritisku zaparivanih betona, uneti ove čvrstoće u skicu iz tačke a) i jasno ih u skici posebno naznačiti.

АГРЕГАТ - 3АА 1

24.12.2005.

	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	(25)	31,5
Ia	13	24	35	53	77	92	100	100	100	100
Ie	5	11	26	45	71	99	100	100	100	100
II				0	2	12	80	100	100	100
III					0	1	3	100	100	100
IV							0	16	95	100
0,89 Ia	11,57	21,36	31,15	47,17	68,53	81,88	89,0	89,0	89,0	89,8
0,11 Ie	0,55	1,21	2,86	4,95	7,81	10,89	11,0	11,0	11,0	11,0
I	12,12	22,57	34,01	52,12	76,34	92,77	100	100	100	100
I _{max}	12	23	34	58,2	76	93	100	100	100	100

$$a) M_{Ia} = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^4 (100 - Y_{Ia,i}) = 3,06$$

$$M_{Ie} = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^4 (100 - Y_{Ie,i}) = 3,43$$

$$M_I = 3,1$$

8) РЕФЕРЕНТНА ГРАД. КАВА ЗА ПУКНАТИ БЕТОН

$$M_I = X_1 M_{Ia} + X_2 M_{Ie}$$

$$3,1 = 3,06 X_1 + 3,43 X_2$$

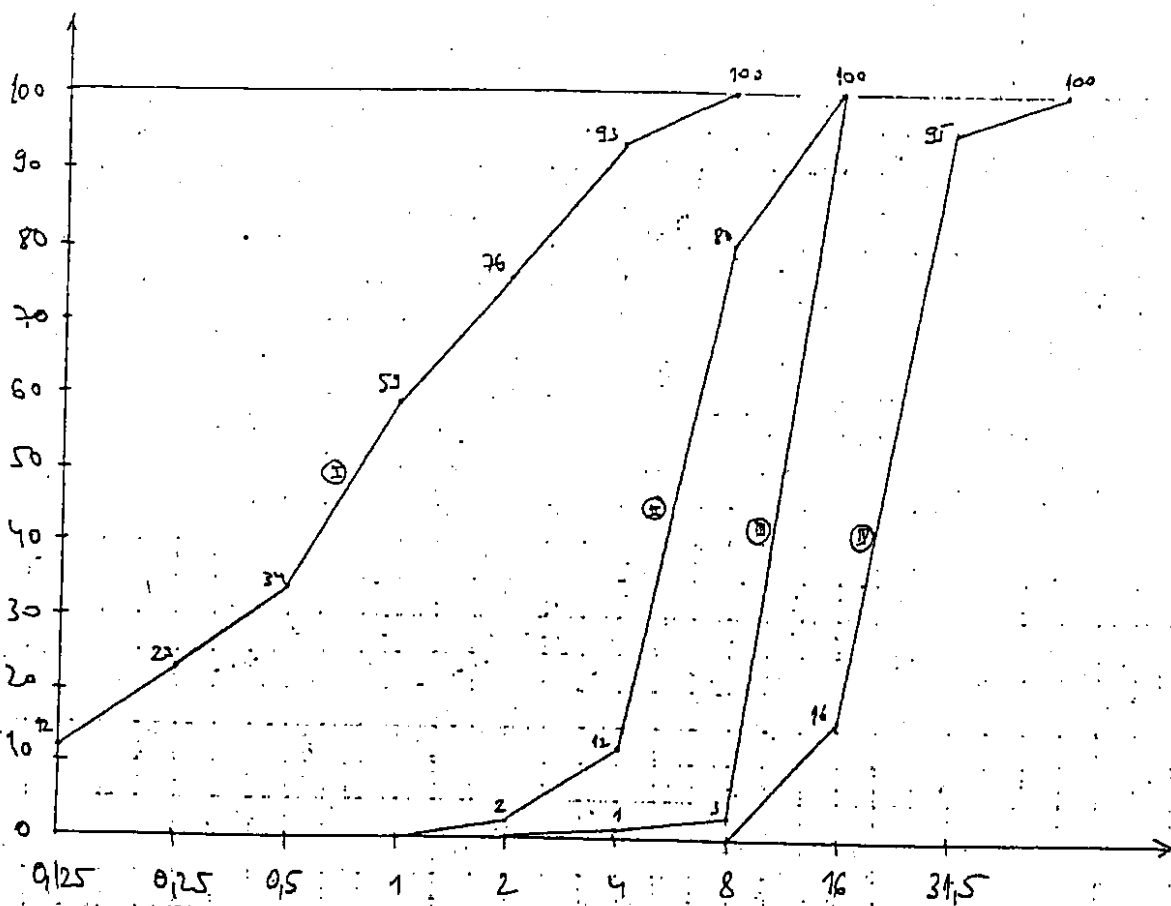
$$X_1 + X_2 = 1$$

$$3,1 = 3,06 X_1 + 3,43 - 3,43 X_1$$

$$X_1 = 0,80$$

$$X_2 = 0,11$$

УЧ: 333



24.08.2007.

	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	31,5
Y_i	6	10	15	30	50	100	100	100	100
Y_{II}					0	15	100	100	100
Y_{III}						0	10	100	100
Y_{IV}						0	0	0	100
$q_{27} Y_i$	1,62	2,7	4,05	8,1	13,5	27,0	27,0	27,0	27,0
$q_{16} Y_{II}$					0	2,4	16,0	16,0	16,0
$q_{17} Y_{III}$						0	1,7	17,0	17,0
$q_4 Y_{IV}$								0	40,0
Y_{IV}	1,62	2,7	4,05	8,1	13,5	29,4	44,7	60,0	100
$Y_{IV, max}$	2	3	4	8	14	29	45	60	100

a)

$$100X_1 + 15X_2 + 0X_3 + 0X_4 = 30$$

$$100X_1 + 100X_2 + 10X_3 + 0X_4 = 45$$

$$100X_1 + 100X_2 + 100X_3 + 0X_4 = 60$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 = 1$$

$$\begin{cases} 100X_1 + 15X_2 = 30 \\ 100X_1 + 100X_2 + 10X_3 = 45 \\ 100X_1 + 100X_2 + 100X_3 = 60 \\ 100X_1 + 100X_2 + 100X_3 + 100X_4 = 100 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} 90X_3 = 15 & X_3 = 0,167 \\ 100X_4 = 40 & X_4 = 0,4 \end{cases}$$

$$85X_2 + 10X_3 = 15$$

$$85X_2 + 1,67 = 15 \rightarrow X_2 = 0,157$$

$$100X_1 = 30 - 15X_2 \rightarrow X_1 = 0,276$$

$X_1 = 0,27 \quad X_2 = 0,16 \quad X_3 = 0,17 \quad X_4 = 0,4$

d) $m_c = 330 \text{ kg/m}^3$
 $m_a = 1900 \text{ kg/m}^3$
 $m_v = 200 \text{ kg/m}^3$

$H_i = 5\%$ $H_{ii} = 2\%$
 $V_{mies} = 1 \text{ m}^3$

$$M_{a1} = 0,27 m_a = 0,27 \cdot 1900 = 513 \text{ kg} \rightarrow M_{a1,v} = M_{a1} \left(1 + \frac{H_i}{100}\right) = 513 \left(1 + \frac{5}{100}\right) = 538,65 \approx 539$$

$$M_{a2} = 0,16 m_a = 0,16 \cdot 1900 = 304 \text{ kg} \rightarrow M_{a2,v} = M_{a2} \left(1 + \frac{H_{ii}}{100}\right) = 304 \left(1 + \frac{2}{100}\right) = 310,8 \approx 311$$

$$M_{a3} = 0,17 m_a = 0,17 \cdot 1900 = 323 \text{ kg}$$

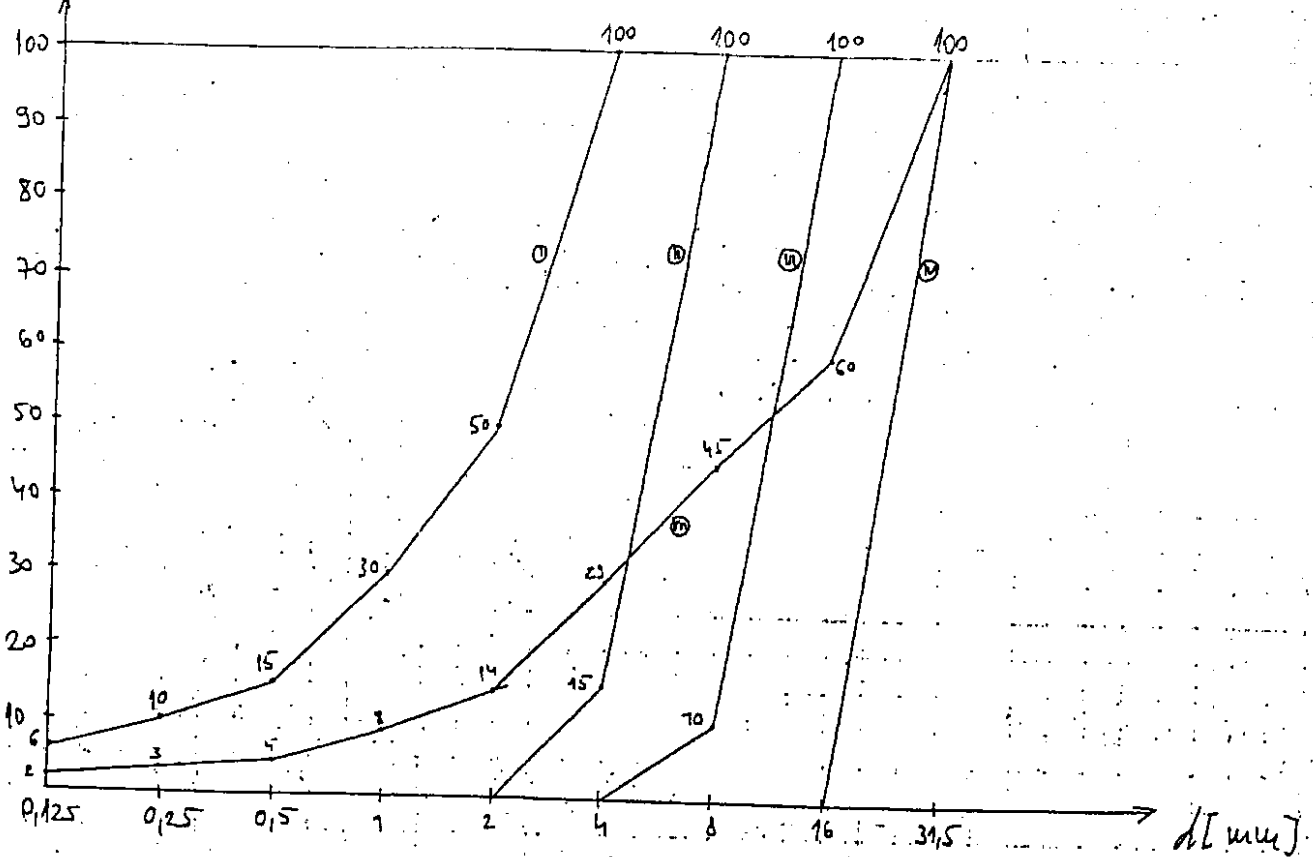
$$M_{a4} = 0,4 m_a = 0,4 \cdot 1900 = 760 \text{ kg}$$

$$M_v = m_v - (M_{a1,v} - M_{a1}) - (M_{a2,v} - M_{a2}) = 200 - (539 - 513) - (311 - 304) = 168 \text{ kg}$$

$$m_a = M_{a1,v} + M_{a2,v} + M_{a3} + M_{a4} = 539 + 311 + 323 + 760 = 1933 \text{ kg}$$

$$\rho_{c,v} = \frac{\Sigma M}{V_{mies}} = \frac{m_c + m_a + m_v}{V_{mies}} = 330 + 1933 + 200 = 2463 \text{ kg/m}^3$$

6) $Y[\%]$



$$W = \frac{w_v}{w_c} = \frac{200}{330} = 0,61$$

$$f_{pc} = 42,5$$

$$A_1 = 0,6$$

СРПАНТАЖЕР:

$$W > 0,4 : f_{c,28} = A_1 \cdot f_{pc} \left(\frac{w_{ce}}{w_v} - 0,5 \right)$$

(Т.Б. 100, ат)

$$f_{c,28} = 0,6 \cdot 42,5 \left(\frac{1}{0,61} - 0,5 \right) = 29,05$$

$$MB = 20$$

$$MB = 0,7 f_{c,28}$$

$$f_{c,28} \approx MB + 8 \text{ MPa}$$

$$MB = 30, W = ?$$

$$f_{c,28} = MB + 8 \text{ MPa} = 38 \text{ MPa}$$

$$W = \frac{1}{\frac{f_{c,28}}{A_1 \cdot f_{pc}} + 0,5} = \frac{1}{\frac{38}{0,6 \cdot 42,5} + 0,5} = 0,502 \approx 0,50$$

СРПАНТ

?

25.03.2006

JUS B.88.029

	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	(22,4)	31,5	63
Y_I	3	8	20	40	65	90	100	100	100	100	100
Y_{II}						0	90	100	100	100	100
Y_{III}					0	5	15	100	100	100	100
Y_{IV}						0	5	15	57	100	100
$0,25 Y_I$	0,75	2,0	5,0	10,0	16,25	22,5	25	25	25	25	25
$0,08 Y_{II}$						0	7,2	8,0	8,0	8,0	8,0
$0,21 Y_{III}$					0	1,05	3,15	21,0	21,0	21,0	21,0
$0,46 Y_{IV}$						0	2,3	6,9	26,22	46,0	46,0
Y_{m1}	0,75	2,0	5,0	10,0	16,25	23,55	32,65	60,9	80,22	100	100
M_1	1	2	5	10	16	24	38	61	80	100	100
Y_{m2}	0,93	2,49	6,23	12,47	20,26	29,36	46,93	75,92	100	100	100
M_2	1	2	6	12	20	29	47	76	100	100	100
Y_{m3}	0,78	2,08	5,2	10,4	16,9	24,2	32,67	60,78	100	100	100
M_3	1	2	5	10	17	24	38	61	100	100	100
$Y_{m2} - Y_{m3}$	0,15	0,41	1,03	2,07	3,36	5,16	9,26	15,14	0	0	0

a) $Y_E = 50 \left(\frac{1}{D} + \sqrt{\frac{1}{D}} \right)$; $D = 31,5 \text{ mm}$

$Y_{E4} = 24,17$ $Y_{E8} = 37,90$ $Y_{E16} = 61,03$

$90X_1 + 5X_3 = 24$
 $(100X_1 + 90X_2 + 15X_3 + 5X_4 = 38)$

$(100X_1 + 100X_2 + 100X_3 + 15X_4 = 61)$
 $(100X_1 + 100X_2 + 100X_3 + 100X_4 = 100)$ → $85X_4 = 39$ $X_4 = 0,459$

→ $10X_2 + 85X_3 + 4,59 = 23$

$10X_2 + 85X_3 = 18,41$ → $X_2 = 1,841 - 8,5X_3$

$90X_1 + 5X_3 = 24$ → $X_1 = 0,267 - 0,055X_3$

→ $26,7 - 5,5X_3 + 18,41 - 85X_3 + 100X_3 + 15 \cdot 0,459 = 61$

$75,5X_3 = 15,685$

$X_3 = 0,207$

$X_2 = 0,078$

$X_1 = 0,255$

$X_1 = 0,25$ $X_2 = 0,08$ $X_3 = 0,21$ $X_4 = 0,46$

8) МЕНАБУНА M_2 СЕ ДОБИВА КАМА СЕ ЧЗ НЕМАВУНЕ M_1 СКА ЗРАА РЕЛИЧУНЕ ПРЕКО 22,4 мм

$$Y_{M_2} = \frac{Y_{M_1}}{Y_{22,4}} \cdot 100 = \frac{Y_{M_1}}{80,22} \cdot 100 = 1,247 Y_{M_1}$$

МЕНАБУНА M_3 СЕ ДОБИВА НЕКАВЕМ ФРАКЦИЈА I, II, III СА ФРАКЦИЈОМ IV ДОСУДЕНОМ ПРОСЕЖАВАНЕМ ФРАКЦИЈЕ IV КРОЗ СИТО ОТЕОРА 22,4, ЧЗ ХСЛОВ

$$Y_{M_3} = \frac{Y_{IV}}{Y_{22,4}} \cdot 100 = \frac{Y_{IV}}{57} \cdot 100 = 1,754 Y_{IV}$$

ДА НА СИТКА 4,8, 16 ПРОЛАСА ОДОВАРАЈУ ЕЛМА КА ВОО

$$Y_E = 50 \left(\frac{d}{D} + \sqrt{\frac{d}{D}} \right) : Y_{E4} = 24, Y_{E8} = 38, Y_{E16} = 61$$

$$\begin{cases} 90X_1 + 5X_3 = 24 \\ 100X_1 + 90X_2 + 15X_3 + 9X_4 = 38 \\ 100X_1 + 100X_2 + 100X_3 + 26X_4 = 61 \\ 100X_1 + 100X_2 + 100X_3 + 100X_4 = 100 \end{cases} \rightarrow 74X_4 = 33 \quad X_4 = 0,527$$

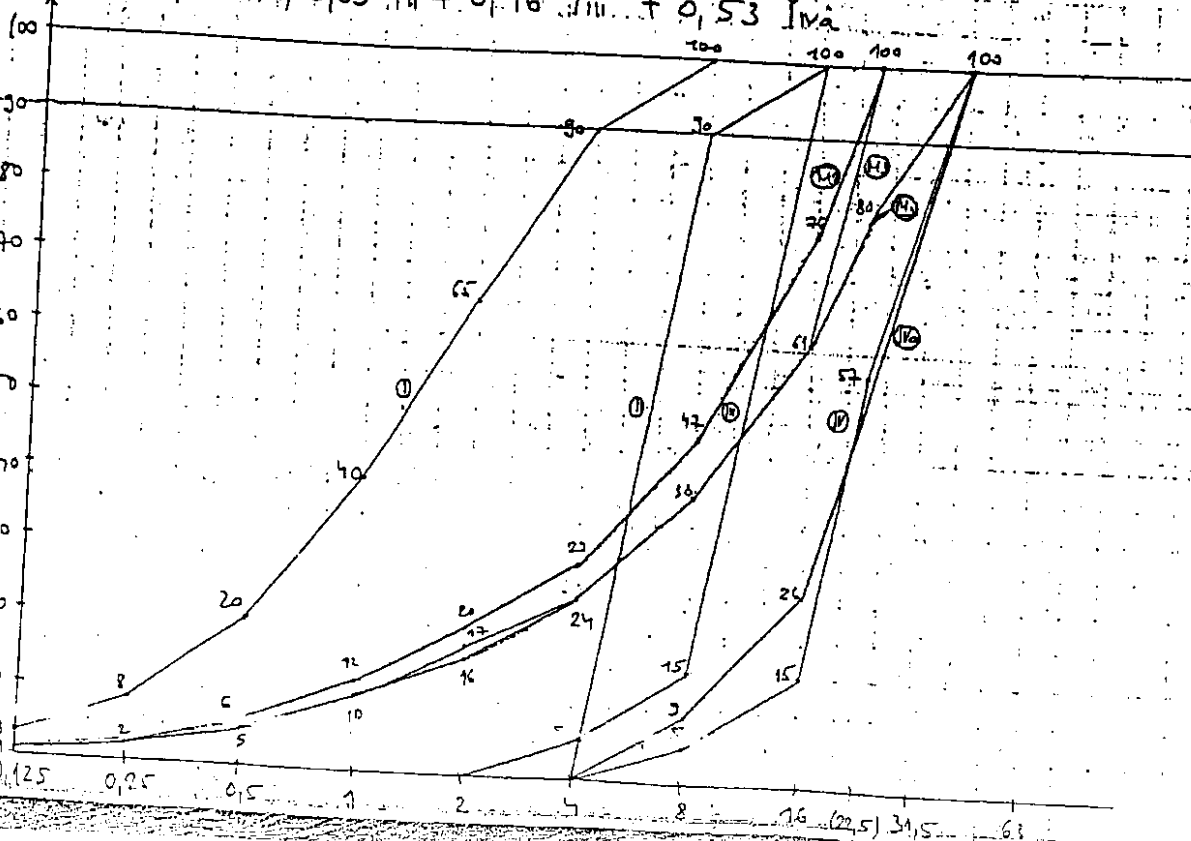
$$\begin{cases} 10X_2 + 8,5X_3 + 17 \cdot 0,527 = 23 \\ 10X_2 + 8,5X_3 = 14,041 \rightarrow X_2 = 1,404 - 8,5X_3 \end{cases}$$

$$90X_1 + 5X_3 = 24 \rightarrow X_1 = 0,267 - 0,055X_3$$

$$\begin{cases} 26,7 - 5,5X_3 + 140,4 - 850X_3 + 100X_3 + 26 \cdot 0,527 = 61 \\ 755,5X_3 = 113,802 \\ X_3 = 0,159 \\ X_2 = 0,056 \\ X_1 = 0,258 \end{cases}$$

$$X_1 = 0,26 \quad X_2 = 0,05 \quad X_3 = 0,16 \quad X_4 = 0,53$$

$$Y_{M_3} = 0,26 Y_I + 0,05 Y_{II} + 0,16 Y_{III} + 0,53 Y_{IV}$$



27.05.2006

a) $M_{VL} = M \left(1 + \frac{H}{100}\right)$

$M_V = M_{VL} - M$

$M = \frac{M_{VL}}{1 + \frac{H}{100}}$

$M_1 = \frac{M_{VL1}}{1 + \frac{H_1}{100}} = \frac{66}{1 + \frac{4,5}{100}} = 63,158$

$M_2 = \frac{M_{VL2}}{1 + \frac{H_2}{100}} = \frac{24,2}{1 + \frac{3,2}{100}} = 23,450$

$M_3 = \frac{M_{VL3}}{1 + \frac{H_3}{100}} = \frac{33,5}{1 + \frac{4,6}{100}} = 32,972$

$M_4 = \frac{M_{VL4}}{1 + \frac{H_4}{100}} = \frac{44,2}{1 + \frac{4,1}{100}} = 43,719$

$M_5 = \frac{M_{VL5}}{1 + \frac{H_5}{100}} = \frac{75,4}{1 + \frac{0,3}{100}} = 75,174$

$M_{V1} = M_{VL1} - M_1 = 66 - 63,158 = 2,842$

$M_{V2} = M_{VL2} - M_2 = 24,2 - 23,450 = 0,750$

$M_{V3} = M_{VL3} - M_3 = 33,5 - 32,972 = 0,528$

$M_{V4} = M_{VL4} - M_4 = 44,2 - 43,719 = 0,48$

$M_{V5} = M_{VL5} - M_5 = 75,4 - 75,174 = 0,22$

$\sum_{i=1}^5 M_{Vi} = 4,827 \text{ kg}$

$H_{\text{med}} = \frac{M_1 H_1 + M_2 H_2 + M_3 H_3 + M_4 H_4 + M_5 H_5}{M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5}$

$= \frac{63,158 \cdot 4,5 + 23,45 \cdot 3,2 + 32,972 \cdot 4,6 + 43,719 \cdot 4,1 + 75,174 \cdot 0,3}{63,158 + 23,45 + 32,972 + 43,719 + 75,174} = \frac{482,6493}{238,473} = 2,024$

б)

i	I	II	III	IV	V
d	1	2	4	8	16
$a_i [\text{kg}]$	66,0	24,2	33,5	44,2	75,4
$\theta_i [\text{kg}]$	243,3	177,3	153,1	119,6	75,4
$P_i [\%]$	100	72,87	62,93	49,16	39,99
$Y_i [\%]$	0	27,13	37,07	50,84	69,01
$Y_i \text{ загрузка}$	0	27	37	51	69

a_i - масса вещества агрегата
на агрегате (kg)

$\theta_i = \sum_{j=1}^n a_j$ - кумулятивная
остаток (kg)

$P_i = \frac{\theta_i}{A} \cdot 100$ - кумулятивная
остаток (%)

$A = \sum_{i=1}^n a_i = 243,3 \text{ kg}$

$Y_i = 100 - P_i$

б) $\phi_{\text{хлор}}: Y_F = 100 \sqrt{\frac{d}{D}}$, $D = 31,5 \text{ mm}$, $d = 0,25$
 $Y_F^{0,25} = 8,91 \approx 9 \%$

модуль $\phi_{\text{хлор}} \text{ те}$

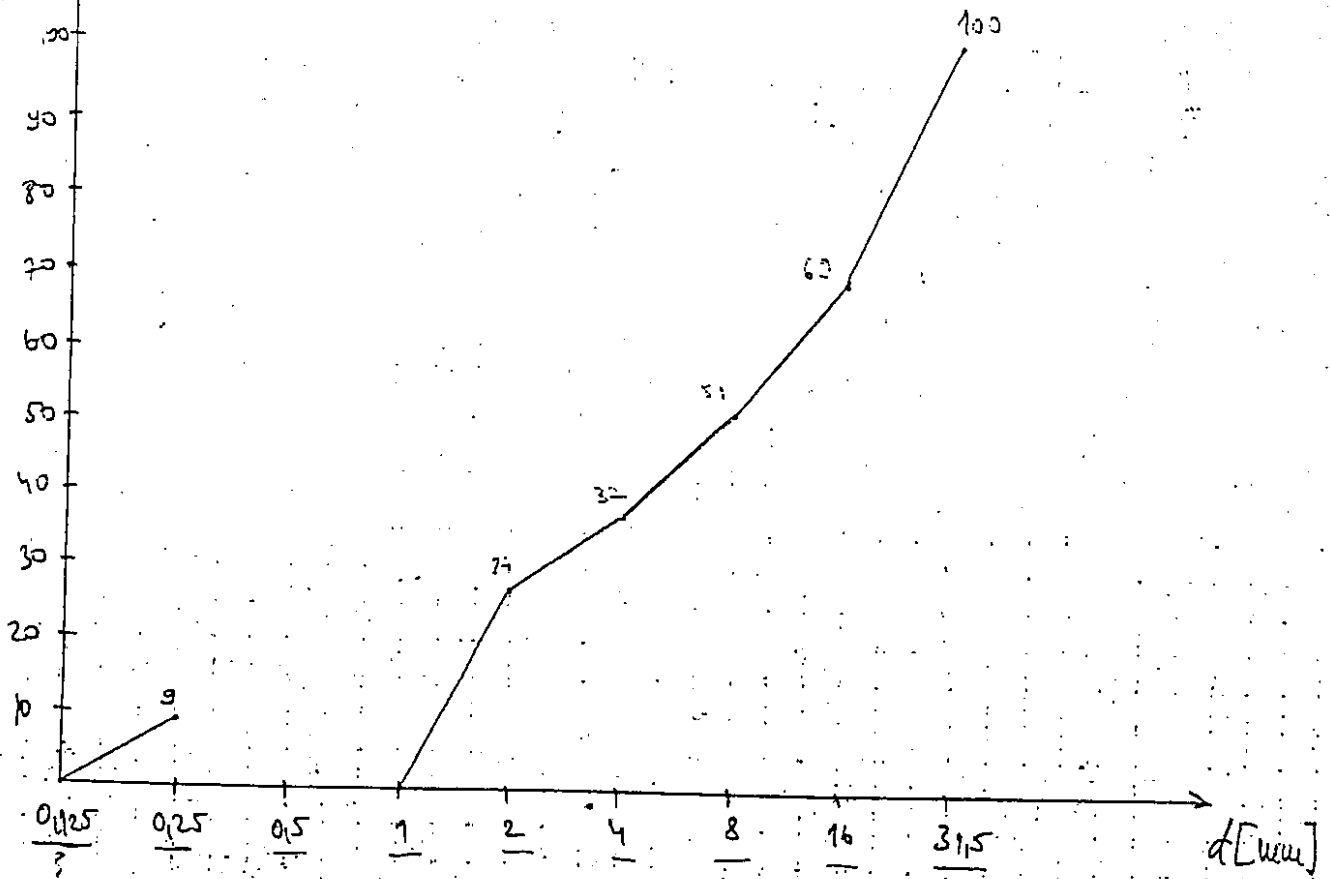
$M = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^n P_i = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^n (100 - Y_i)$

Итого

ТРЕБА корректировка

массы - сбор агрегата

τ) $\gamma[\%]$



$$N = \frac{1}{100} [3 \cdot 100 - (0 + 9 + Y_{0,5} + Y_1 + 27 + 32 + 51 + 69 + 100)] = \frac{1}{100} (607 - (Y_{0,5} + Y_1)) = 3,82$$

$$Y_{0,5} + Y_1 = 199$$

?

23.01.2007.

JUS E.B8.029

[illegible]

a) "BETON 1"

$$Y = 100 \left(\frac{d}{D} \right)^{\frac{2}{3}}, \quad D = 31,5 \text{ mm} : Y_4 = 25, Y_8 = 40, Y_{16} = 64$$

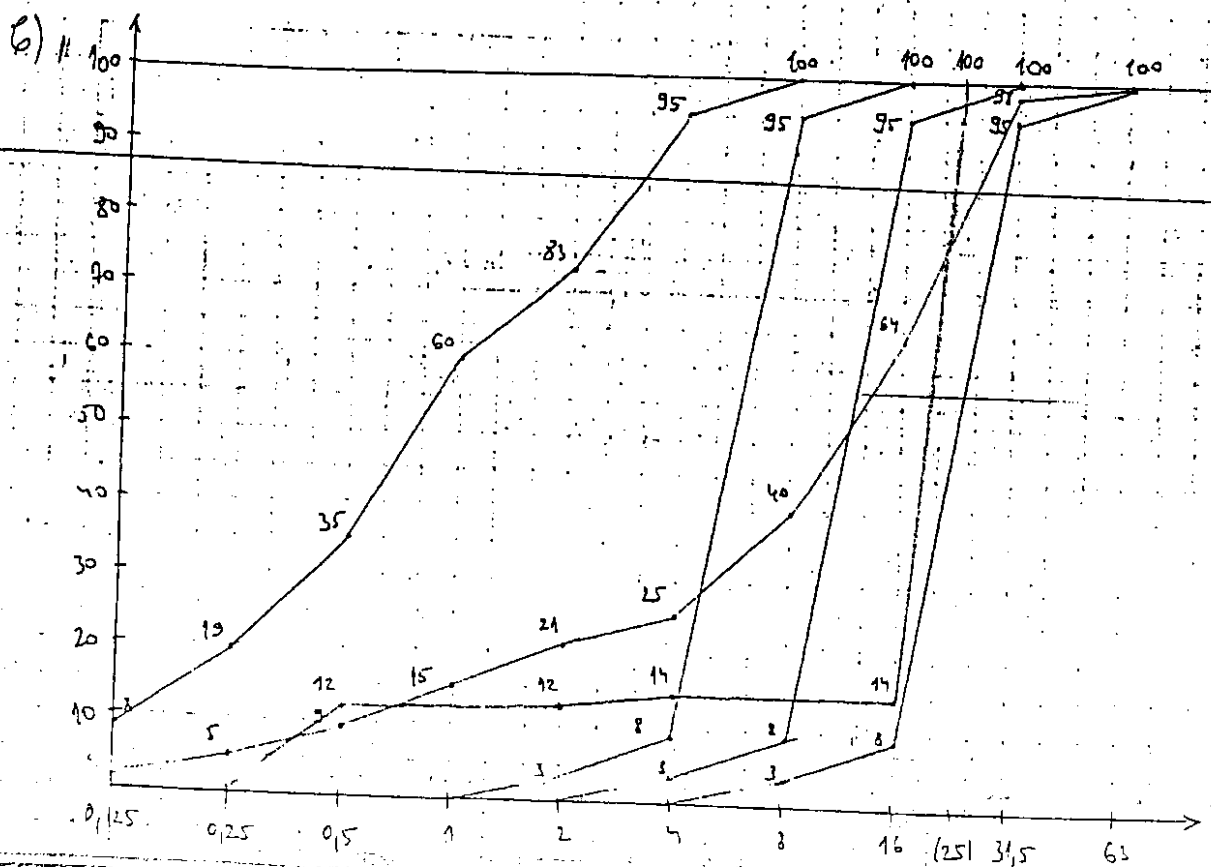
$$\begin{cases} 95x_1 + 7,5x_2 + 2,5x_3 = 25 \\ 100x_1 + 95x_2 + 7,5x_3 + 2,5x_4 = 40 \\ 100x_1 + 100x_2 + 95x_3 + 7,5x_4 = 64 \\ 100x_1 + 100x_2 + 100x_3 + 100x_4 = 100 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} & \rightarrow 5x_3 + 92,5x_4 = 36 \\ & \rightarrow 5x_2 + 87,5x_3 + 15x_4 = 24 \\ & \rightarrow 95x_1 + 7,5x_2 + 2,5x_3 = 25 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 92,5x_4 &= 36 - 5x_3 \rightarrow x_4 = 0,3892 - 0,0541x_3 \\ 5x_2 &= 24 - 5x_4 - 87,5x_3 \rightarrow x_2 = 4,8 - x_4 - 17,5x_3 = 4,8 - 0,3892 - 0,0541x_3 - 17,5x_3 \\ & \quad x_2 = 4,4108 - 17,5541x_3 \\ 95x_1 &= 25 - 7,5x_2 - 2,5x_3 \rightarrow x_1 = 0,2632 - 0,0789x_2 - 0,0263x_3 = \\ & \quad = 0,2632 - 0,3480 + 1,3850x_3 - 0,0263x_3 \\ & \quad x_1 = 1,3587x_3 - 0,0848 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_1 + x_2 + x_3 + x_4 &= 1 \\ 1,3587x_3 - 0,0848 + 4,4108 - 17,5541x_3 + x_3 + 0,3892 - 0,0541x_3 - 1 &= 0 \\ 15,2495x_3 &= 3,7152 \\ x_3 &= 0,2436 \\ x_1 &= 0,2462 \\ x_2 &= 0,1341 \\ x_4 &= 0,3760 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_1 &= 0,25 \quad x_2 = 0,13 \quad x_3 = 0,24 \quad x_4 = 0,38 \\ Y_{w1} &= 0,25Y_I + 0,13Y_{II} + 0,24Y_{III} + 0,38Y_{IV} \end{aligned}$$



БЕТОН 2

$$X_1 = 12\%$$

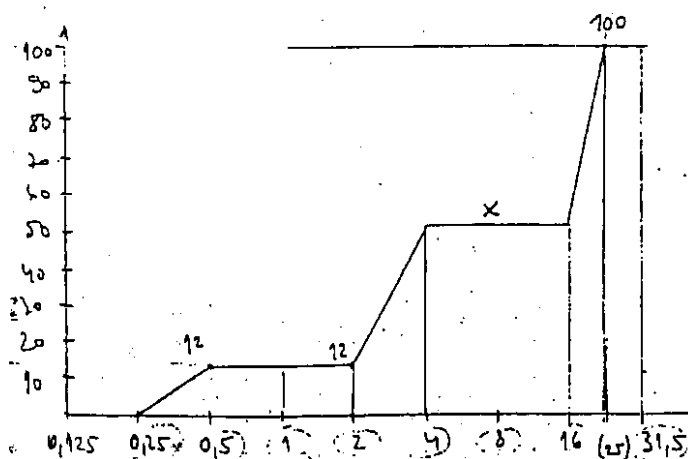
$$X_2, X_3 = ? \quad M_2 = M_1$$

$$X_1 + X_2 + X_3 = 1$$

c)

$$M_1 = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^n (100 - Y_i) = \frac{1}{100} [10 \cdot 100 - (2 + 5 + 9 + 15 + 21 + 25 + 40 + 64 + 98 + 100)] = 6,21$$

$$M_2 = M_1 = 6,21$$



d	0,25	0,5	1	2	4	8	16	25	31,5	
I	0	100	100	100	100	100	100	100	100	→ 12%
II				0	100	100	100	100	100	→ 2%
III							0	100	100	→ 86%
M ₂	0	12	12	12	14	14	14	100	100	

$$M_2 = \frac{1}{100} [8 \cdot 100 - (0 + 12 + 12 + 12 + x + x + x + 100)] = \frac{1}{100} (664 - 3x) = 6,21$$

$$x = 14,3 \approx 14$$

$$w_{c1} = 330 \text{ kg/m}^3 \quad w_{c2} = 220 \text{ kg/m}^3$$

$$\gamma_c = 1100$$

$$\gamma_a = 1630 \text{ kg/m}^3 \quad V = 1 \text{ m}^3$$

$$K_{i1} = 0,66 \quad K_{i2} = 0,69$$

БЕТОН 1

$$\alpha_1 = \left(\frac{\gamma_c}{w_{c1} \cdot K_{i1}} - 1 \right) \cdot \frac{\gamma_a}{\gamma_c} = \left(\frac{1100}{330 \cdot 0,66} - 1 \right) \cdot \frac{1630}{1100} = 5,927273$$

$$M_{a1} = \frac{\gamma_c \cdot V_{me3}}{(1 + \alpha_1 \cdot \frac{\gamma_c}{\gamma_a}) \cdot K_{i1}} \cdot \alpha_1 = \frac{1100 \cdot 1 \cdot 5,927273}{(1 + 5,927273 \cdot \frac{1100}{1630}) \cdot 0,66} = 1975,757576 \approx 1976 \text{ kg}$$

$$M_{a1,1} = 0,25 M_{a1} = 0,25 \cdot 1976 = 494 \text{ kg}$$

$$M_{a1,2} = 0,13 M_{a1} = 0,13 \cdot 1976 = 257 \text{ kg}$$

$$M_{a1,3} = 0,24 M_{a1} = 0,24 \cdot 1976 = 474 \text{ kg}$$

$$M_{a1,4} = 0,38 M_{a1} = 0,38 \cdot 1976 = 751 \text{ kg}$$

- BETON 2

$$\alpha_2 = \left(\frac{\gamma_c}{w_{c2} \cdot K_{i2}} - 1 \right) \frac{\gamma_c}{\gamma_c} = \left(\frac{1100}{220 \cdot 0,69} - 1 \right) \frac{1630}{1100} = 9,25599$$

$$M_{a2} = \frac{\gamma_c \cdot V_{mei}}{\left(1 + \alpha_2 \frac{\gamma_c}{\gamma_a} \right) K_{i2}} \cdot \alpha_2 = \frac{1100 \cdot 1 \cdot 9,25599}{\left(1 + 9,25599 \frac{1100}{1630} \right) \cdot 0,69} = 2036,32 \approx 2036 \text{ kg}$$

$$M_{a2,1} = 0,12 \cdot M_{a2} = 0,12 \cdot 2036 = 244 \text{ kg} \quad (0,25/0,5)$$

$$M_{a2,2} = 0,02 \cdot M_{a2} = 0,02 \cdot 2036 = 41 \text{ kg} \quad (2/4)$$

$$M_{a2,3} = 0,86 \cdot M_{a2} = 0,86 \cdot 2036 = 1751 \text{ kg} \quad (16/25)$$

	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8
Y_i	8	19	35	60	83	95	100
P_i	92	81	65	40	17	5	0
O_i	0,92A	0,81A	0,65A	0,4A	0,17A	0,05A	0
Q_i	0,11A	0,16A	0,25A	0,23A	0,12A	0,05A	0
$Q_{i, \text{POTR}}^{(kg)}$		224			41		

$$P_i = 100 - Y_i$$

$$O_i = P_i \frac{A}{100}$$

$$A_1 = \frac{224}{0,16} = 1400$$

$$A_2 = \frac{41}{0,12} = 342$$

$$A = \max(A_1, A_2) = 1400 \text{ kg}$$

	4	8	16	31,5	63
Y_{iv}	0	3	8	95	100
P_i	100	97	92	5	0
O_i	A	0,97A	0,92A	0,05A	0
Q_i	0,03A	0,05A	0,87A	0,05A	0
$Q_{i, \text{POTR}}^{(kg)}$			1751		

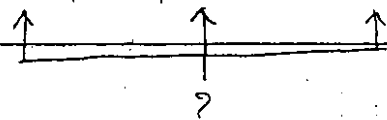
$$P_i = 100 - Y_i$$

$$O_i = P_i \frac{A}{100}$$

$$A = \frac{1751}{0,87} = 2013 \text{ kg}$$

12.04.2007.

	1	2	3	4	5	6	7	8	(1,2)	16	(22,4)	34,5	(45)
a_{1i}	0,16	0,22	0,32	0,50	0,45	0,25	0,10						
a_{2i}					0,125	0,25	4,325	0,25	0				
a_{3i}						0,25	0,50	8,75	-	0,50	0		
a_{4i}							0,50	1,00	-	17,5	-	1,00	
O_{1i}	2,0	1,84	1,62	1,30	0,80	0,35	0,10	0					
O_{2i}	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	4,875	4,625	0,25	0				
O_{3i}	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	9,75	9,25	0,50	0,50	0		
O_{4i}	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	19,5	18,5	18,5	1,0	1,0	
P_{1i}	100	92	81	65	40	17,5	5	0	0	0	0	0	0
P_{2i}	100	100	100	100	100	97,5	92,5	5	0	0	0	0	0
P_{3i}	100	100	100	100	100	100	97,5	92,5	50	50	0	0	0
P_{4i}	100	100	100	100	100	100	100	97,5	92,5	92,5	5	5	0
Y_{1i}	0	8	19	35	60	82,5	95	100	100	100	100	100	100
Y_{2i}	-				0	2,5	7,5	35	100	100	100	100	100
Y_{3i}						0	2,5	7,5	50	50	100	100	100
Y_{4i}							0	2,5	7,5	7,5	95	95	100
$0,24 Y_{1i}$	0	1,92	4,56	8,4	14,4	19,8	22,8	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0
$0,12 Y_{2i}$					0	0,3	0,9	11,4	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
$0,54 Y_{3i}$						0	1,35	4,05	27,0	27,0	54,0	54,0	54,0
$0,10 Y_{4i}$							0	0,25	0,75	0,75	9,5	9,5	10
$Y_{wi,i}$	0	1,92	4,56	8,4	14,4	20,1	25,05	33,7	63,75	63,75	93,5	93,5	100
M_1	0	2	5	8	14	20	25	40	64	64	100	100	100



$$D_i = \sum_{j=1}^m a_{ij}$$

$$p_i = \frac{O_i}{A} \cdot 100$$

$$Y_i = 100 - p_i$$

Q) $Y_{M1} = 100 \left(\frac{d}{D} \right)^3$, $D = 31,5$: $Y_{M1}^4 = 25$, $Y_{M1}^8 = 40$, $Y_{M1}^{16} = 64$

$$\begin{aligned} 95x_1 + 7,5x_2 + 2,5x_3 &= 25 \\ 100x_1 + 95x_2 + 7,5x_3 + 2,5x_4 &= 40 \\ 100x_1 + 100x_2 + 50x_3 + 7,5x_4 &= 64 \\ 100x_1 + 100x_2 + 100x_3 + 100x_4 &= 100 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 50x_3 + 92,5x_4 &= 36 \\ 5x_2 + 42,5x_3 + 5x_4 &= 24 \\ 95x_1 + 7,5x_2 + 2,5x_3 &= 25 \end{aligned}$$

$$92,5x_4 = 36 - 50x_3 \rightarrow x_4 = \frac{36}{92,5} - \frac{50}{92,5}x_3$$

$$5x_2 = 24 - 42,5x_3 - 5x_4 \rightarrow x_2 = \frac{24}{5} - \frac{42,5}{5}x_3 - \frac{36}{92,5} + \frac{50}{92,5}x_3$$

$$95x_1 = 25 - 7,5x_2 - 2,5x_3 \rightarrow x_1 = \frac{25}{95} - \frac{7,5}{95} \cdot \frac{24}{5} + \frac{7,5}{95} \cdot \frac{42,5}{5}x_3 + \frac{7,5}{95} \cdot \frac{36}{92,5} - \frac{7,5}{95} \cdot \frac{50}{92,5}x_3 - \frac{2,5}{95}x_3$$

$$x_4 = 0,3892 - 0,5405x_3$$

$$x_2 = 4,4108 - 7,9595x_3$$

$$x_1 = -0,0851 + 0,6021x_3$$

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

$$-0,0851 + 0,6021x_3 + 4,4108 - 7,9595x_3 + x_3 + 0,3892 - 0,5405x_3 - 1 = 0$$

$$6,8979x_3 = 3,7149 \rightarrow x_3 = 0,5386$$

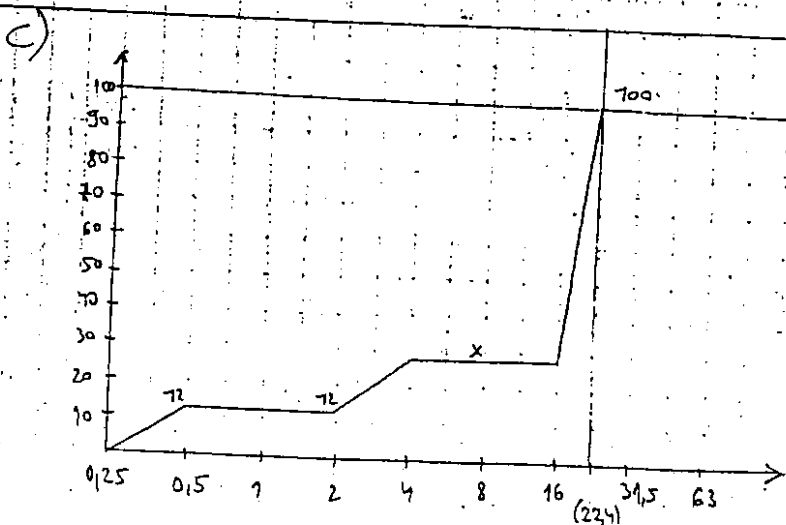
$$x_4 = 0,0981$$

$$x_2 = 0,1242$$

$$x_1 = 0,2392$$

$$x_1 = 0,24 \quad x_2 = 0,12 \quad x_3 = 0,54 \quad x_4 = 0,10$$

$$Y_{M1} = 0,24Y_1 + 0,12Y_2 + 0,54Y_3 + 0,10Y_4$$



$$M_1 = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^n (100 - Y_i) = \frac{1}{100} [8 \cdot 100 - (1,92 + 4,56 + 8,4 + 14,4 + 20,1 + 25,05 + 39,7 + 63,75 + 99,5)]$$

Ано ??

$$M_1 = 5,2262$$

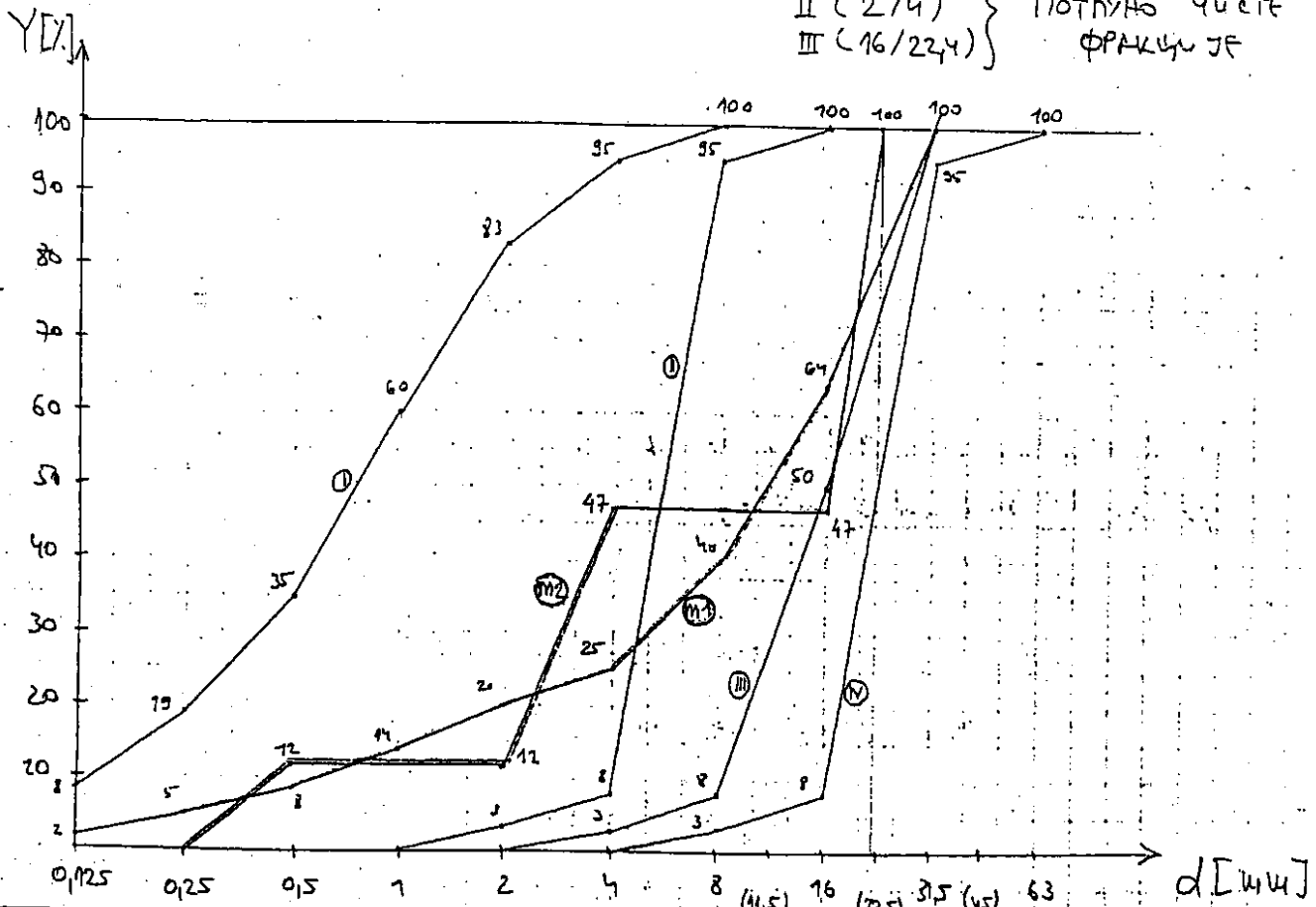
$$M_2 = M_1 = \frac{1}{100} [8 \cdot 100 - (0 + 12 + 12 + 12 + X + X + X + 100)]$$

$$\frac{1}{100} (664 - 3X) = 5,2262 \rightarrow X = 47,127 \approx 47$$

$$Y_{\text{wz}} = 0,12 Y_I + 0,35 Y_{II} + 0,53 Y_{III}$$

Где с/ I (0,25/0,5)
II (2/4)
III (16/22,4)

Полностью учесть
фракцию 7F



$$w_{c1} = 330 \text{ kg/m}^3$$

$$w_{c2} = 220 \text{ kg/m}^3$$

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

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

$$V = 1 \text{ m}^3$$

$$K_{i1} = 0,66$$

$$K_{i2} = 0,69$$

- БЕТОН

$$\alpha_1 = \left(\frac{\gamma_c}{w_{c1} \cdot K_{i1}} - 1 \right) \frac{\gamma_a}{\gamma_c} = \left(\frac{1100}{330 \cdot 0,66} - 1 \right) \frac{1630}{1100} = 5,927273$$

$$M_{a1} = \frac{\gamma_c \cdot V_{wci}}{(1 + \alpha_1 \frac{\gamma_a}{\gamma_c}) \cdot K_{i1}} \cdot \alpha_1 = \frac{1100 \cdot 1 \cdot 5,927273}{(1 + 5,927273 \cdot \frac{1630}{1100}) \cdot 0,66} = 1975,757576 \approx 1976 \text{ kg}$$

График:
11,2; 22,4; 4
?

$$M_{a1,1} = 0,24 \cdot M_{a1} = 0,24 \cdot 1976 = 474 \text{ kg}$$

$$M_{a1,3} = 0,54 \cdot M_{a1} = 0,54 \cdot 1976 = 1067 \text{ kg}$$

$$M_{a1,2} = 0,12 \cdot M_{a1} = 0,12 \cdot 1976 = 237 \text{ kg}$$

$$M_{a1,4} = 0,10 \cdot M_{a1} = 0,10 \cdot 1976 = 198 \text{ kg}$$

- DETON 2

$$\alpha_2 = \left(\frac{\gamma_c}{w_{c2} \cdot K_{i2}} - 1 \right) \frac{\gamma_a}{\gamma_c} = \left(\frac{1100}{220 \cdot 0,69} - 1 \right) \frac{1630}{1100} = 9,25599$$

$$M_{a2} = \frac{\gamma_c \cdot V_{mes}}{(1 + \alpha_2 \frac{\gamma_c}{\gamma_a}) K_{i2}} \cdot \alpha_2 = \frac{1100 \cdot 1 \cdot 9,25599}{(1 + 9,25599 \frac{1100}{1630}) \cdot 0,69} = 2036,32 \approx 2036 \text{ kg}$$

$$M_{a2,1} = 0,12 M_{a2} = 0,12 \cdot 2036 = 244 \text{ kg} \quad (0,25 / 0,5)$$

$$M_{a2,2} = 0,35 M_{a2} = 0,35 \cdot 2036 = 713 \text{ kg} \quad (2/4)$$

$$M_{a2,3} = 0,53 M_{a2} = 0,53 \cdot 2036 = 1079 \text{ kg} \quad (16/25)$$

	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8
Y_i	8	19	35	60	83	95	100
P_i	92	81	65	40	17	5	0
O_i	0,92A	0,81A	0,65A	0,4A	0,17A	0,05A	0
a_i	0,11A	0,16A	0,25A	0,23A	0,12A	0,05A	0
$a_{i, \text{potr}} [kg]$		224			713		

$$P_i = 100 - Y_i$$

$$O_i = P_i \frac{A}{100}$$

$$\downarrow$$

$$A_1 = \frac{224}{0,16} = 1400$$

$$\downarrow$$

$$A_2 = \frac{713}{0,12} = 5942$$

$$A = \max(A_1, A_2) = 5942 \text{ kg}$$

	4	8	16	31,5	63
Y_{2i}	0	3	8	95	100
P_i	100	97	92	5	0
O_i	A	0,97A	0,92A	0,05A	0
a_i	0,03A	0,05A	0,08A	0,05A	0
$a_{i, \text{potr}} [kg]$			1079		

$$P_i = 100 - Y_i$$

$$O_i = P_i \frac{A}{100}$$

$$\downarrow$$

$$A = \frac{1079}{0,08} = 1240 \text{ kg}$$

БЕГОМ - 3АА. 2

24.12.2005

$$V_{\text{мес}} = 0,75 \text{ м}^3$$

$$M_c = 220 \text{ кг}$$

$$M_v = 135 \text{ кг}$$

$$\text{I (0/4): } M_{a1} = 513 \text{ кг}$$

$$\text{II (4/8): } M_{a2} = 228 \text{ кг}$$

$$\text{III (8/16): } M_{a3} = 228 \text{ кг}$$

$$\text{IV (16/34,5): } M_{a4} = 456 \text{ кг}$$

$$\gamma_{2a} = 2794 \text{ кг/м}^3$$

$$\gamma_{sc} = 3000 \text{ кг/м}^3$$

$$a) \quad M_{a1,VL} = M_{a1} \left(1 + \frac{H_a}{100}\right) \quad M_{v,RED} = M_v - (M_{a1,VL} - M_{a1})$$

$$\bullet H_a = 7\%$$

$$M_{a1,VL} = 513 \left(1 + \frac{7}{100}\right) = 548,91 \text{ кг}$$

$$M_{v,RED} = 135 - (548,91 - 513) = 99,09 \text{ кг}$$

$$\bullet H_a = 8\%$$

$$M_{a1,VL} = 513 \left(1 + \frac{8}{100}\right) = 554,04 \text{ кг}$$

$$M_{v,RED} = 135 - (554,04 - 513) = 93,96 \text{ кг}$$

$$\bullet H_a = 9\%$$

$$M_{a1,VL} = 513 \left(1 + \frac{9}{100}\right) = 559,17 \text{ кг}$$

$$M_{v,RED} = 135 - (559,17 - 513) = 88,83 \text{ кг}$$

$$\bullet H_a = 10\%$$

$$M_{a1,VL} = 513 \left(1 + \frac{10}{100}\right) = 564,3 \text{ кг}$$

$$M_{v,RED} = 135 - (564,3 - 513) = 83,7 \text{ кг}$$

$$b) \quad V' = 1 \text{ м}^3 \quad W = \frac{M}{V_{\text{мес}}}$$

$$W_c = \frac{M_c}{V_{\text{мес}}} = \frac{220}{0,75} = 360 \text{ кг/м}^3$$

$$W_v = \frac{M_v}{V_{\text{мес}}} = \frac{135}{0,75} = 180 \text{ кг/м}^3$$

$$W = \frac{W_v}{W_c}$$

$$W = \frac{180}{360} = 0,5$$

$$\gamma_{c,sv} = W_c + W_v + W_a$$

$$\gamma_{c,sv} = 360 + 180 + 1900 = 2440 \text{ кг/м}^3$$

$$W_{a1} = \frac{M_{a1}}{V_{\text{мес}}} = \frac{513}{0,75} = 684 \text{ кг/м}^3$$

$$W_{a2} = W_{a3} = \frac{M_{a2}}{V_{\text{мес}}} = \frac{228}{0,75} = 304 \text{ кг/м}^3$$

$$W_{a4} = \frac{M_{a4}}{V_{\text{мес}}} = \frac{456}{0,75} = 608 \text{ кг/м}^3$$

$$W_a = \sum_{i=1}^4 W_{ai} = 1900 \text{ кг/м}^3$$

$$\bar{V}_c + \bar{V}_v + \bar{V}_a + \bar{V}_s = 1$$

$$\bar{V} = \frac{W}{\gamma_s} - \text{АНОЛИТНА ЗАПРЕТНИНА}$$

$$\bar{V}_s = 1 - (\bar{V}_c + \bar{V}_v + \bar{V}_a) = 1 - \left(\frac{W_c}{\gamma_{sc}} + \frac{W_v}{\gamma_v} + \frac{W_a}{\gamma_{2a}}\right)$$

$$\bar{V}_s = 1 - \left(\frac{360}{3000} + \frac{180}{1000} + \frac{1900}{2794}\right) = 0,01997 = 1,997\% \approx 2\%$$

6) * ЕДЕЛАТ ЗУДА:

$$E_z = \frac{D_{max}}{R}, \quad R = \frac{3 \text{ шт. КОРА СЕ УСЛУЖАВА СЕТОНОМ}}{\text{УКУПНА ЛОВ. ЗУДОВА И ПРВАТУРЕ}} = \frac{V}{S}$$

• ЗА КОЛЧКУ:

$$R = \frac{a^3}{5a^2} = \frac{a}{5}$$

• ЗА ПРВЗМУ:
($h=3a$)

$$R = \frac{a^2 \cdot 3a}{2a^2 + 3 \cdot a \cdot 3a} \approx 0,273a$$



$$E_z \approx 0,9 \quad (0,8 < E_z < 1) \Rightarrow D \leq 0,9R$$

• ЗА ЦИЛИНДАР ($H=2\phi$)

$$R = \frac{V}{M+B} = \frac{B \cdot H}{a_b \cdot H + B}$$

$$= \frac{\frac{\phi^2}{4} \cdot \pi \cdot 2\phi}{2 \cdot \frac{\phi^2}{2} \cdot \pi \cdot 2\phi + \frac{\phi^2}{4} \cdot \pi} = \frac{2}{9} \phi = 0,2\phi$$

$$D_{max} = 31,5 \text{ мм} = 3,15 \text{ см}$$

• КОЛЧКЕ: $a = 10 \text{ см} \rightarrow R = \frac{a}{5} = \frac{10}{5} = 2 \text{ см}$

$$0,9R = 0,9 \cdot 2 = 1,8 < D = 3,15 \quad \textcircled{1}$$

$a = 15 \text{ см} \rightarrow R = \frac{a}{5} = \frac{15}{5} = 3 \text{ см}$

$$0,9R = 0,9 \cdot 3 = 2,7 < D = 3,15 \quad \textcircled{1}$$

$a = 20 \text{ см} \rightarrow R = \frac{a}{5} = \frac{20}{5} = 4 \text{ см}$

$$0,9R = 0,9 \cdot 4 = 3,6 > D = 3,15 \quad \textcircled{1}$$

• ЦИЛИНДРИ: $\phi = 15 \text{ см} \rightarrow R = \frac{2}{9} \phi = \frac{2}{9} \cdot 15 = 3,3$
($H=2\phi$)

$$0,9R = 0,9 \cdot 3,3 = 3 < D = 3,15 \quad \textcircled{1}$$

• ПРВЗМЕ: $a = 12 \text{ см} \rightarrow R = 0,273a = 0,273 \cdot 12 = 3,276$
($h=3a$)

$$0,9R = 0,9 \cdot 3,276 = 2,948 < D = 3,15 \quad \textcircled{1}$$

→ МОГУ СЕ КОРА СТИ САМО КАКУДУ ОБЈЕКА КОЛЧКЕ ЧИЊИЦА 20 см

г) $M_{air} = 0$
 $M_{air} = 7\%$
 $V_{wes} = 0,75$
КОЗНАТА = ?

$V = 1 \text{ м}^3$
ДОЗАНАТА = ?

$$V' = V_{wes} - \frac{M_{air}}{\gamma_{air}}$$

$$V' = 0,75 - \frac{456}{2794} = 0,587 \text{ м}^3$$

$$M' \cdot V' = M \cdot V_{wes} \rightarrow M' = M \cdot \frac{V'}{V_{wes}}$$

$$M' = M \cdot \frac{0,587}{0,75} = 0,782 M$$

$$M_c = 0,782 \cdot M_c = 0,782 \cdot 270 = 211,25 \text{ kg}$$

$$M_{v,red} = 0,782 \cdot M_{v,red} = 0,782 \cdot 99,09 = 77,53 \text{ kg}$$

$$M_{air,vl} = 0,782 \cdot M_{air,vl} = 0,782 \cdot 548,21 = 429,46 \text{ kg}$$

$$M_{az} = M_{az} = 0,782 \cdot M_{az} = 0,782 \cdot 228 = 178,39 \text{ kg}$$

$$V = 1 \text{ m}^3 : \quad w = \frac{M}{V_{\text{meš}}}$$

$$w_c = \frac{M_c}{V_{\text{meš}}} = \frac{211,25}{0,75} = 281,67 \text{ kg/m}^3$$

$$w_v = \frac{M_{v, \text{red}}}{V_{\text{meš}}} = \frac{77,53}{0,75} = 103,33 \text{ kg/m}^3$$

$$w_{\text{e,sv}} = w_c + w_v + w_a$$

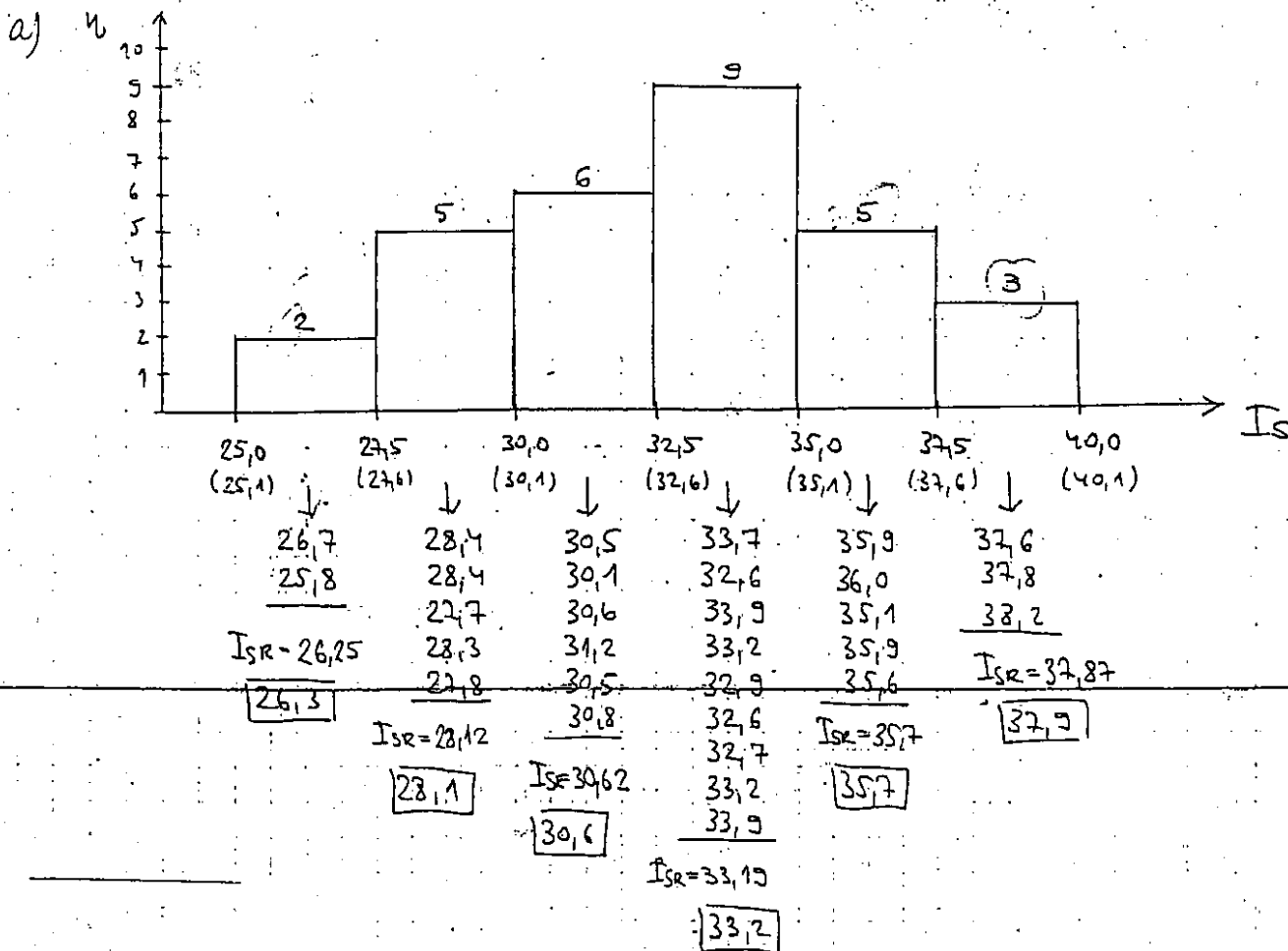
$$w_{a1} = \frac{M_{a1, v_1}}{V_{\text{meš}}} = \frac{429,46}{0,75} = 572,61 \text{ kg/m}^3$$

$$w_{a2} = w_{a3} = \frac{M_{a2}}{V_{\text{meš}}} = \frac{178,39}{0,75} = 237,85 \text{ kg/m}^3$$

$$w_a = \sum_{i=1}^3 w_{a_i} = 1048,32 \text{ kg/m}^3$$

$$w_{\text{e,sv}} = 281,67 + 103,33 + 1048,32 = 1433,32 \approx 1433 \text{ kg/m}^3$$

24.08.2007



f)

i	1	2	3	4	5	6
f_{pi} [Hz]	12,8	15,4	19,3	22,9	25,6	28,6
I_{si} [cm]	2,63	2,81	3,06	3,32	3,57	3,79

I_s	2,75	3,0	3,25	3,5	3,75	4,0
$f_{p,ac}$	14,7	18,1	21,5	24,9	28,3	31,7

$f_{p,ac} = 14,7 \text{ Hz}$

$$I_p = b_1 I_s + b_2 \quad - \text{ЛИНЕЙНАЯ Ф-ЦИЯ}$$

$$\text{ДАННО: } X = I_p, \quad P = I_s; \quad n = 6$$

$$b_1 \sum_{i=1}^n p_i^2 + b_2 \sum_{i=1}^n p_i = \sum_{i=1}^n p_i x_i$$

$$b_1 \sum_{i=1}^n p_i + b_2 \cdot n = \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\sum_{i=1}^6 p_i^2 = \sum_{i=1}^6 (I_{s,i})^2 = 62,308$$

$$\sum_{i=1}^6 p_i = \sum_{i=1}^6 I_{s,i} = 19,18$$

$$\sum_{i=1}^6 p_i x_i = \sum_{i=1}^6 I_{s,i} \cdot I_{p,i} = 411,81$$

$$\sum_{i=1}^6 x_i = \sum_{i=1}^6 I_{p,i} = 124,6$$

$$62,308 b_1 + 19,18 b_2 = 411,81$$

$$19,18 b_1 + 6 b_2 = 124,6$$

$$b_2 = 20,767 - 3,197 b_1$$

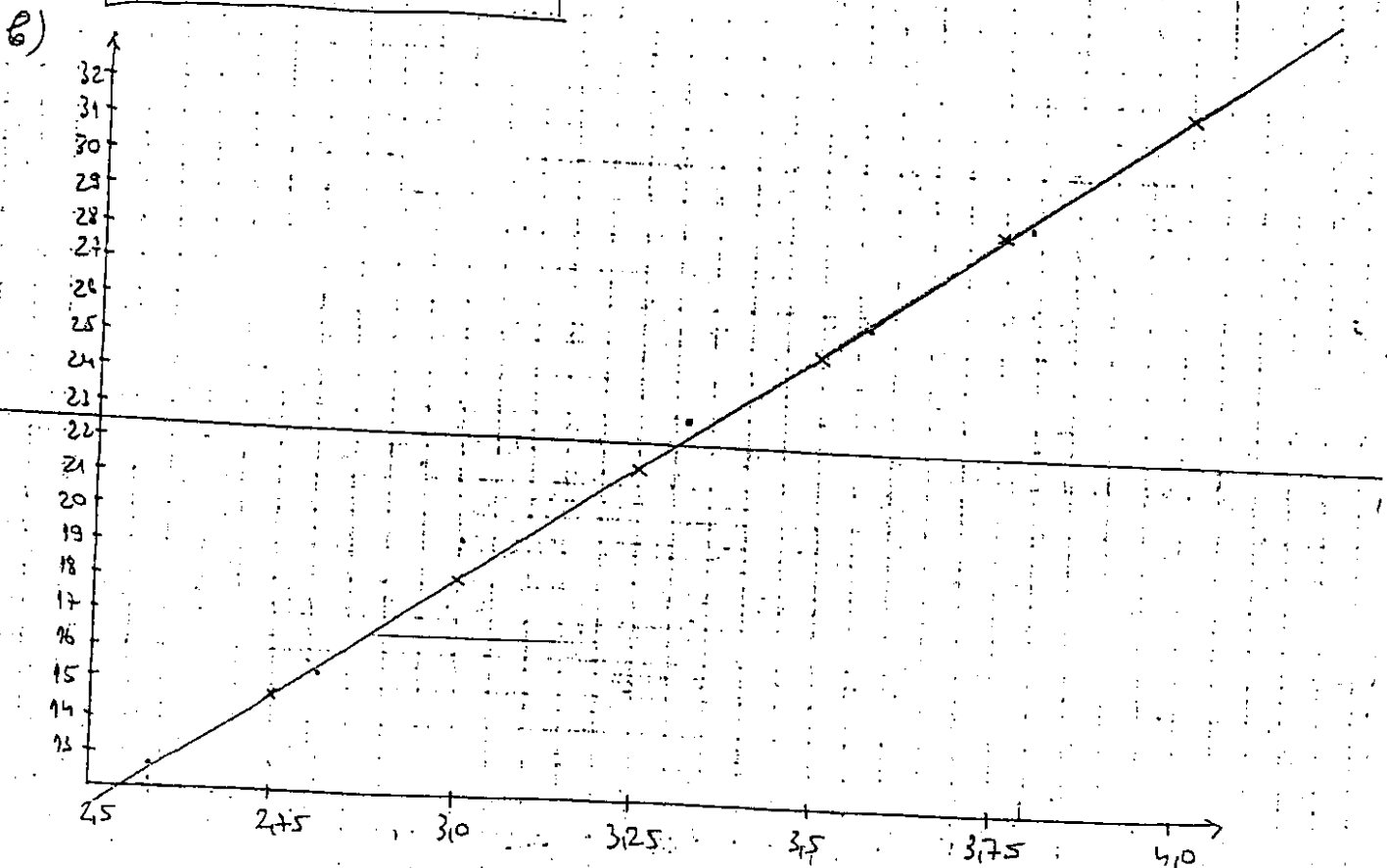
$$62,308 b_1 + 398,305 - 61,312 b_1 - 411,81 = 0$$

$$0,996 b_1 = 13,505$$

$$b_1 = 13,559$$

$$b_2 = -22,582$$

$$\Rightarrow I_p = 13,559 I_s - 22,582$$



• - ЛАС
x - ПАМ

23.01.2007

a) Баланс: $f_{k,28} = A \cdot f_{pc} \left(\frac{1}{W} - 0,5 \right) \rightarrow \frac{1}{W} = \frac{f_{k,28}}{A \cdot f_{pc}} + 0,5$

$f_{pc} = 42,5$, $A = 0,6 \rightarrow \frac{1}{W} = \frac{f_{k,28}}{0,6 \cdot 42,5} + 0,5 = \frac{f_{k,28}}{25,5} + 0,5 = \frac{f_{k,28} + 12,75}{25,5}$

$\Rightarrow W = \frac{25,5}{f_{k,28} + 12,75}$

$P_c = p_g + p_k = 0,022 d_h \cdot w_c + 0,1 w_c (W - 0,4 d_h)$

$d_h = 9,8 \rightarrow p_g = 0,022 \cdot 9,8 \cdot w_c + 0,1 w_c (W - 0,4 \cdot 9,8) = 0,0176 w_c + 0,1 w_c (W - 0,32) / : w_c$

$\frac{P_c}{w_c} = 0,0176 + 0,1W - 0,032 = 0,1W - 0,0144$

$\Rightarrow W = 10 \frac{P_c}{w_c} + 0,144$

ИЗ ЭДНАЧАЛАНЬНИ ДОБУДАМО:

$\frac{25,5}{f_{k,28} + 12,75} = 10 \frac{P_c}{w_c} + 0,144$

$f_{k,28} = \frac{25,5}{10 \frac{P_c}{w_c} + 0,144} - 12,75$

b) $w_v = \frac{K_0}{\sqrt{D_{max}}}$, $K_0 = 360$, $D_{max} = 31,5 \mu m \rightarrow w_v = 180,568 \approx 180 \text{ kg/m}^3$
 $w_c = 200 - 450 \text{ kg/m}^3$

1° $w_c = 200 \text{ kg/m}^3$

$W = \frac{w_v}{w_c} = \frac{180}{200} = 0,9$

$P_c = 0,0176 w_c + 0,1 w_c (W - 0,32) = 0,0176 \cdot 200 + 0,1 \cdot 200 (0,9 - 0,32) = 15,12$

$\frac{P_c}{w_c} = \frac{15,12}{200} = 0,0756 \rightarrow f_{k,28} = 15,6$

2° $w_c = 450 \text{ kg/m}^3$

$W = \frac{w_v}{w_c} = \frac{180}{450} = 0,4$

$P_c = 0,0176 w_c + 0,1 w_c (W - 0,32) = 0,0176 \cdot 450 + 0,1 \cdot 450 (0,4 - 0,32) = 11,52$

$\frac{P_c}{w_c} = \frac{11,52}{450} = 0,0256 \rightarrow f_{k,28} = 5,12$

P_0/w_c	0,020	0,025	0,030	0,035	0,040	0,045	0,050	0,055	0,060	0,065	0,070	0,075	0,080
$t_{k,28}$	69,4	52,0	44,7	38,9	34,1	30,2	26,8	24,0	21,5	19,7	17,5	15,8	14,3

$$t_{k,28} = \frac{25,5}{10 \frac{P_0}{w_c} + 0,144} - 12,75$$

С) $w_v' = 0,8 w_v = 0,8 \cdot 180 = 144 \text{ kg/m}^3$

1° $w_c = 200 \text{ kg/m}^3$

$$w' = \frac{w_v'}{w_c} = \frac{144}{200} = 0,72$$

$$P_0' = 0,0176 w_c + 0,1 w_c (w' - 0,32) = 11,52$$

$$\frac{P_0'}{w_c} = \frac{11,52}{200} = 0,0576 \rightarrow t_{k,28} = 22,7$$

2° $w_c = 450 \text{ kg/m}^3$

$$w' = \frac{w_v'}{w_c} = \frac{144}{450} = 0,32$$

$$P_0' = 0,0176 w_c + 0,1 w_c (w' - 0,32) = 7,92$$

$$\frac{P_0'}{w_c} = \frac{7,92}{450} = 0,0176 \rightarrow t_{k,28} = 66,9$$

- ПРОЦЕНТУАЛНО ПОВЕЋАЊЕ НАДВИШЕ ЧВРСТОЋЕ СМАЊЕЊИ ВОДЕ

$$w_v = 180 \rightarrow t_{k,28}^{\min} = 15,6$$

$$w_v' = 144 \rightarrow t_{k,28}^{\min} = 22,7$$

$$\Delta = \frac{22,7 - 15,6}{15,6} \cdot 100 = 45,5\%$$

- ПРОЦЕНТУАЛНО ПОВЕЋАЊЕ НАДВИШЕ ЧВРСТОЋЕ СМАЊЕЊИ ВОДЕ

$$w_v = 180 \rightarrow t_{k,28}^{\max} = 51,0$$

$$w_v' = 144 \rightarrow t_{k,28}^{\max} = 66,9$$

$$\Delta = \frac{66,9 - 51,0}{51,0} \cdot 100 = 31,2\%$$

$f_{k,28}$
[MPa]

70

60

50

40

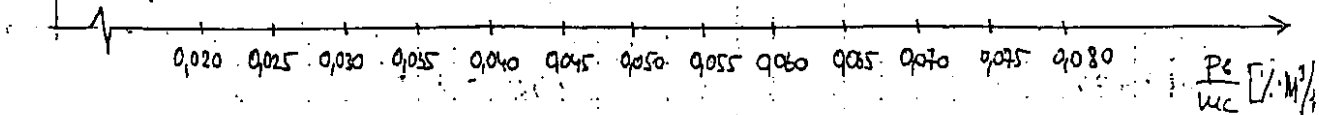
30

20

10

— ИТЕРАЦИЯ ЧЕРТОВЕ С)
— ИТЕРАЦИЯ ЧЕРТОВЕ В)

0,020 0,025 0,030 0,035 0,040 0,045 0,050 0,055 0,060 0,065 0,070 0,075 0,080 $\frac{P_c}{w_c} [V \cdot M^2]$



12.04.2007.

a)

* КРАЙНІЙ ВІСІ:

$$-3A \quad W \geq 0,4 : \quad f_{k,28} = A_1 \cdot f_{pc} \left(\frac{w_c}{w_v} - 0,5 \right)$$

$$-3A \quad W \leq 0,4 : \quad f_{k,28} = A_2 \cdot f_{pc} \left(\frac{w_c}{w_v} + 0,5 \right)$$

КІЛІСТЬ ВІСІ. У АТРЕ.	A ₁	A ₂
БУСОВ	0,65	0,43
ГОРНАТИ	0,60	0,40
НУЗАР	0,55	0,37

$f_{pc} = 42,5$, ГОРНАТИ КІЛІСТЬ ВІСІ. У АТРЕ.

ПРЕДПОСТАВКА: $W \geq 0,4 \Rightarrow f_{k,28} = A_1 \cdot f_{pc} \left(\frac{1}{W} - 0,5 \right)$

$$\frac{1}{W} = \frac{f_{k,28}}{A_1 \cdot f_{pc}} + 0,5 = \frac{f_{k,28} + 0,5 A_1 f_{pc}}{A_1 f_{pc}} \Rightarrow W = \frac{A_1 \cdot f_{pc}}{f_{k,28} + 0,5 A_1 \cdot f_{pc}}$$

$$W = \frac{0,6 \cdot 42,5}{f_{k,28} + 0,5 \cdot 0,6 \cdot 42,5} = \frac{25,5}{f_{k,28} + 12,75}$$

$$p_s = p_g + p_c = 0,022 \alpha_h w_c + 0,1 w_c (W - 0,4 \alpha_h)$$

$$\alpha_h = 0,8 \rightarrow p_s = 0,022 \cdot 0,8 w_c + 0,1 w_c (W - 0,4 \cdot 0,8) = 0,0176 w_c + 0,1 w_c (W - 0,32) / w_c$$

$$\frac{p_s}{w_c} = 0,0176 + 0,1 W - 0,032 = 0,1 - 0,0144$$

$$W = 10 \frac{p_s}{w_c} + 0,144$$

ВІСІ НА ЧАСТИНІ

$$\frac{25,5}{f_{k,28} + 12,75} = 10 \frac{p_s}{w_c} + 0,144 \Rightarrow f_{k,28} = \frac{25,5}{10 \frac{p_s}{w_c} + 0,144} - 12,75$$

b) $w_v = \frac{K_0}{\sqrt{D_{max}}}$, $K_0 = 360$, $D_{max} = 31,5 \text{ mm} \rightarrow w_v = 180,568 \approx 180 \text{ kg/m}^3$

$$w_c = 200 - 450 \text{ kg/m}^3$$

1° $w_c = 200 \text{ kg/m}^3$

$$W = \frac{w_v}{w_c} = \frac{180}{200} = 0,9 \text{ (ПР. ТАЧНІ)}$$

$$p_s = 0,0176 w_c + 0,1 w_c (W - 0,32) = 0,0176 \cdot 200 + 0,1 \cdot 200 (0,9 - 0,32) = 15,12$$

$$\frac{p_s}{w_c} = \frac{15,12}{200} = 0,0756 \rightarrow f_{k,28} = 15,6$$

2° $w_c = 450 \text{ kg/m}^3$

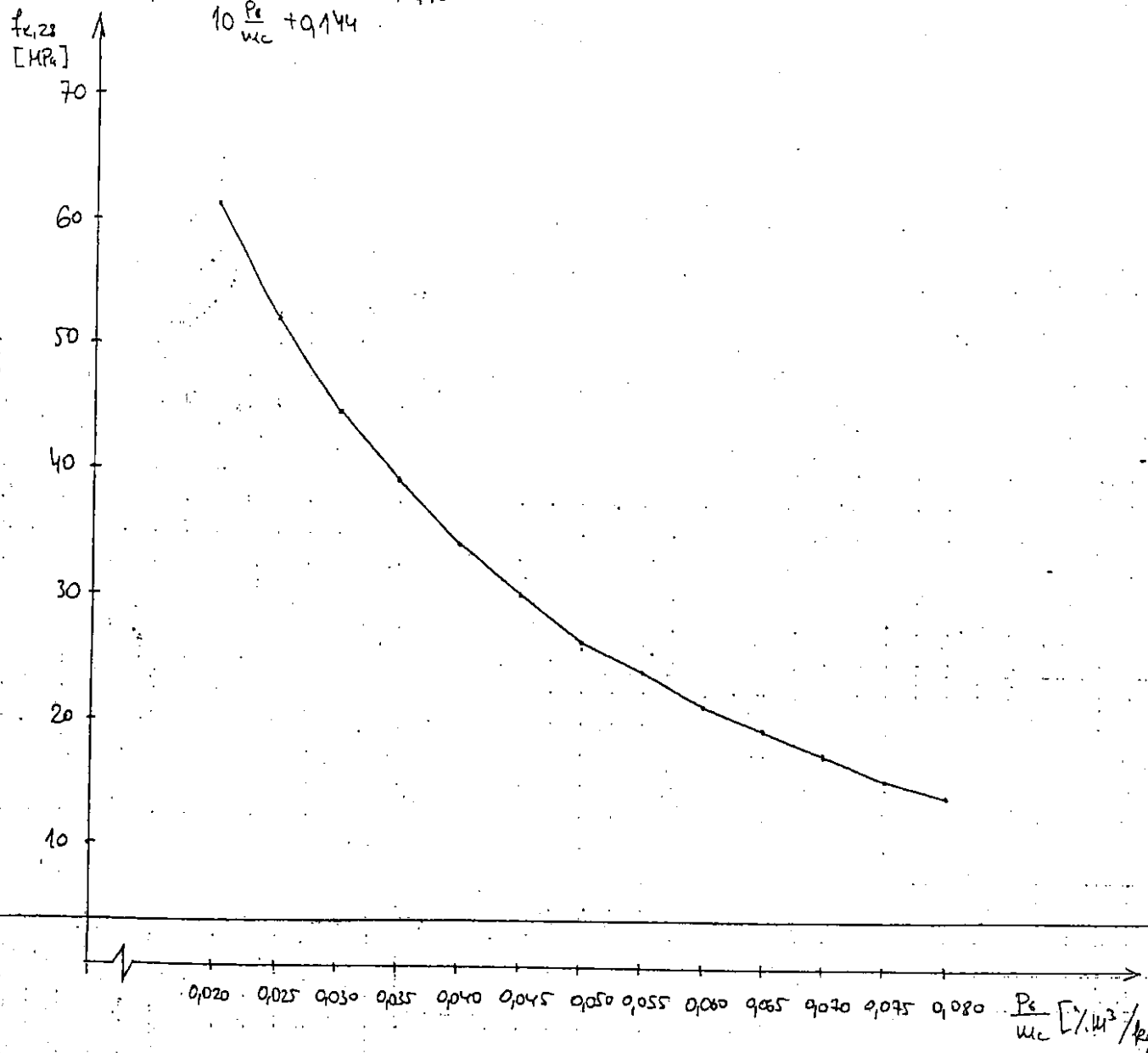
$$W = \frac{w_v}{w_c} = \frac{180}{450} = 0,4 \text{ (ПР. ТАЧНІ)}$$

$$p_s = 0,0176 w_c + 0,1 w_c (W - 0,32) = 0,0176 \cdot 450 + 0,1 \cdot 450 (0,4 - 0,32) = 11,52$$

$$\frac{p_s}{w_c} = \frac{11,52}{450} = 0,0256 \rightarrow f_{k,28} = 51,0$$

P_c/w_c	0,020	0,025	0,030	0,035	0,040	0,045	0,050	0,055	0,060	0,065	0,070	0,075	0,080
$f_{K,28}$	61,4	52,0	44,7	38,9	34,1	30,2	26,8	24,0	21,5	19,4	17,5	15,8	14,3

$$f_{K,28} = \frac{25,5}{10 \frac{P_c}{w_c} + 0,144} - 12,75$$



25.03.2006 = 27.05.2006.

X

а) ЗРЕЛОСТ БЕТОНА. (ТЕХНОЛОГИЈА БЕТОНА: 115, 116, 117. СТ)
130, 131, 132. СТ

TEHNOLOGIJA BETONA

→ zadataci:

(22)

$$V_{ef} = 0,75 \text{ m}^3$$

$$\left\{ \begin{array}{l} M_c = 290 \text{ kg} \\ M_w = 135 \text{ kg} \\ \text{I} - M_{a1} = 513 \text{ kg} \\ \text{II} - M_{a2} = 228 \text{ kg} \\ \text{III} - M_{a3} = 228 \text{ kg} \\ \text{IV} - M_{a4} = 456 \text{ kg} \end{array} \right.$$

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

$$\rho_{za} = 2778 \text{ kg/m}^3$$

→ vlažnost 11% (1 frak.)

$$M_{b,8v} = M_c + M_w + M_{a1} + M_{a2} + M_{a3} + M_{a4} = 1830 \text{ kg}$$

$$V_{ef} = 0,75 \text{ m}^3$$

$$\rho_{b,8v} = \frac{M_{b,8v}}{V_{ef}} = \frac{1830 \text{ kg}}{0,75 \text{ m}^3} = 2440 \text{ kg/m}^3$$

→ kolikoma vlažne frakcije? I - $M_{a1,v} = ?$

$$M_{x,1} = 0,11 \cdot M_{a1} = 0,11 \cdot 513 \text{ kg} = 56,43 \text{ kg}$$

$$M_{a1,v} = M_{a1} + M_{x,1} = 513 + 56,43 = 569,43 \text{ kg}$$

$$M_w - M_{x,1} = M_{wR} \rightarrow 135 - 56,43 = M_{wR}$$

↑ redukovana količina vode

(24)

$$V_{m0} = 1,6 \text{ m}^3$$

$$Q = 200.000 \text{ m}^3$$

$$\phi = 250 \rightarrow \text{radijus dna}$$

$$2 \times 8 \text{ h} = T$$

$$\rightarrow t_{puc} = 50 \text{ s}$$

$$t_{u15} = 1,5 \text{ min} = 90 \text{ s} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} T = 2,5 \text{ min}$$

$$t_{paz} = 10 \text{ s}$$

$$K_1 = 1,25$$

$$K_2 = 1,2$$

$$M_0 = ?$$

$$P_{frak} = ?$$

$$K_f = ?$$

$$\mu_c = \frac{60}{T}$$

$$T = 50s + 90s + 100 = 150s$$

$$\mu_c = \frac{60}{2,5} = 24$$

$$P_1 = \mu_c \cdot V_{MES}$$

$$P_1 = 24 \cdot 1,6 \text{ m}^3 = 38,4 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$P = \frac{Q}{\phi \cdot T} \cdot K_1 \cdot K_2$$

$$P = \frac{200.000}{250 \cdot 2 \cdot 8} \cdot 1,25 \cdot 1,2 = 75 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\mu_0 = \frac{P}{P_1} = \frac{75}{38,4} = 1,953$$

$\rightarrow \mu_0 = 2 \rightarrow \text{NA PRVO VECE}$

$$P_{\text{fak}} = \mu_0 \cdot P_1 = 2 \cdot 38,4 = 76,8 \text{ m}^3/\text{h}$$

(25) $Q = 72.000 \text{ m}^3$ $\phi = 252$

$V_{MES} = ?$ $2 \times 8 = T$

$P_{\text{fak}} = ?$

$$T = 45s + 90s + 150 = 1500 = 2,5 \text{ min}$$

$\mu_0 = 1$

$K_1 = 1,14$

$K_2 = 1,12$

$$\mu_c = \frac{60}{T} = \frac{60}{2,5} = 24$$

$$P = \frac{72.000}{252 \cdot 2 \cdot 8} \cdot 1,2 \cdot 1,14 = 30$$

$$\mu_0 = \frac{P}{P_1} \rightarrow P_1 = \frac{P}{\mu_0} = \frac{30}{1} = 30$$

$$P_1 = \mu_c \cdot V_{MES} \rightarrow V_{MES} = P_1 / \mu_c = 30 / 24 = 1,25 \text{ m}^3$$

$$P_{\text{fak}} = \mu_0 \cdot P_1 = 1 \cdot 30 = 30 \text{ m}^3/\text{h}$$

Q6) $K_i = 213$ $\rho_{lc} = 1200 \text{ kg/m}^3$
 $\rho_{la} = 1600 \text{ kg/m}^3$

$\mu_c = 360 \text{ kg/m}^3$

$u = \mu v / \mu_c = 0,50$

$V_{\mu c} = 0,75 \text{ m}^3$

$\mu_a, \mu_c = ?$

$\mu_c = 0,75 \cdot 360 = 270 \text{ kg}$

$$\frac{V_{\mu c}}{K_i} = \frac{\mu_a}{\rho_a} + \frac{\mu_c}{\rho_c}$$

$$\frac{0,75}{213} = \frac{\mu_a}{1600} + \frac{\mu_c}{1200} = 270 \text{ kg}$$

$$1,125 = \frac{\mu_a}{1600} + 0,225$$

$$\frac{\mu_a}{1600} = 0,9$$

$\mu_a = 1440 \text{ kg}$

$\rightarrow \mu v = u \cdot \mu_c = 0,5 \cdot 270 = 135 \text{ kg}$

Q7) $d_{\text{трубы}} = 120 \text{ mm} \times 60 \text{ mm} \times 17 \text{ cm}$

$\rightarrow \text{размер порес. } f = 0,80 \text{ m}^2 \text{ (} 20 \times 400 \text{ см)}$

$K_u = 0,85$

$t_1 = 253 \quad t_2 = 153$

$U = ? \quad \mu_0 = ? \quad \mu_{\text{жак}} = ? \quad \rho_{\text{жак}} = ? \quad t_{\text{жак}} = ?$

$T = 48 \text{ h}$

$$\mu = 3600 \cdot \frac{f \cdot d}{t_1 + t_2} \cdot K_u$$

$$\mu = 3600 \cdot \frac{0,80 \cdot 0,17}{40s} \cdot 0,85 = 10,404 \text{ m}^3/h$$

$$\mu_{\text{fak}} = \frac{\text{dimenzije kule}}{T}$$

$$\mu_{\text{fak}} = \frac{120 \cdot 60 \cdot 0,17}{48h} = 25,5 \text{ m}^3/h$$

$$\mu_0 = \frac{\mu_{\text{fak}}}{\mu} = \frac{25,5}{10,4} = 2,45 \Rightarrow \mu_0 = 3 \text{ kom}$$

→ kada usvojimo pojedinačnu radnu snagu

$$\mu_{\text{fak}} = \mu_0 \cdot \mu = 3 \cdot 10,4 = 31,2 \text{ m}^3/h$$

(28) dimenzije: $26 \times 10 \text{ m} \times 80 \text{ cm}$

$$R_d = 0,50 \text{ m}$$

$$t_1 = 30s \quad t_2 = 10s$$

$$k_u = 0,85 \rightarrow \text{ova sloja jednake debljine} \\ (80/2 = 40 \text{ cm}) = d$$

$$\mu = ? \quad \mu_0 = ? \quad \mu_{\text{fak}} = ?$$

$$T = 8h$$

$$t_c = t_1 + t_2 = 40s$$

$$\mu = 2R_d^2 \cdot d \cdot \frac{3600}{t_c} \cdot k_u$$

→ jedini sloj

$$d = 80/2 = 40 \text{ cm} = 0,4 \text{ m}$$

$$\mu = 2 \cdot 0,5^2 \cdot 0,4 \cdot 3600 \cdot 0,85 = 15,3 \text{ m}^3/h$$

$$\mu_{\text{fak}} = \frac{\text{dimenzije kule}}{T}$$

$$\mu_{\text{fak}} = \frac{26 \cdot 10 \cdot 0,8}{8h} = 26 \text{ m}^3/h$$

$$\mu_0 = \frac{\mu_{\text{fak}}}{\mu} = \frac{26}{15,3} = 1,69 \xrightarrow{\text{usvojamo}} \mu_0 = 2 \text{ kom} \rightarrow \mu_{\text{fak}} = 2 \cdot 15,3 = 30,6 \text{ m}^3/h$$

*)

$$d = 15 \text{ cm}$$

$$l = 30 \text{ cm}$$

$$P_{gr} = 2826 \text{ kN}$$

$$f_{k2} = ?$$

$$f_2 = \frac{2P_{gr}}{\pi d l}$$

цилинд

$$f_2 = \frac{2 \cdot 2826 \cdot 10}{\pi \cdot 15 \cdot 30} \text{ МПа} = \dots$$

$$f_2 = \frac{2P_{gr} \cdot e}{b \cdot h^2} - \text{призма}$$

$$f_2 = \frac{P}{A} - \text{лодка}$$

*)

$$m_a = 1800 \text{ kg/m}^3$$

$$T_a = 40^\circ \text{C}$$

$$m_c = 400$$

$$T_c = 33^\circ \text{C}$$

$$T_v = ?$$

$$m_v = 160$$

$$T_{b0} = 30^\circ \text{C}$$

$$T_{b0} = \frac{0,2(T_a \cdot m_a + T_c \cdot m_c) + m_v \cdot T_v}{0,2(m_a + m_c) + m_v}$$

$$30 = \frac{0,2(40 \cdot 1800 + 33 \cdot 400) + 160 \cdot T_v}{0,2(1800 + 400) + 160}$$

$$18000 = 17040 + 160 T_v \rightarrow T_v = 6^\circ \text{C}$$

*)

$$m_a = 1800$$

$$T_a = 39^\circ \text{C}$$

$$m_c = 400$$

$$T_c = 32^\circ \text{C}$$

$$m_v = 160$$

$$T_v = 26^\circ \text{C}$$

$$m_h = ?$$

$$T_b = 28^\circ \text{C}$$

$$T_b = \frac{0,2(m_a \cdot T_a + m_c \cdot T_c) + (m_v - m_h) \cdot T_v - 80 \cdot m_h}{0,2(m_a + m_c) + m_v}$$

$$28 = \frac{0,2(1800 \cdot 39 + 400 \cdot 32) + (160 - m_h) \cdot 26 - 80 m_h}{0,2(1800 + 400) + 160}$$

$$m_h = 375 \text{ kg}$$

23

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

$$m_u = 135 \text{ kg}$$

$$I - 513 \text{ kg}$$

$$II - 228 \text{ kg}$$

$$III - 228 \text{ kg}$$

$$IV - 56 \text{ kg}$$

$$\rho_{sc} = 8000 \text{ kg/m}^3$$

$$V = 0.95 \text{ m}^3$$

$$\rho_{sa} = 2978 \text{ kg/m}^3$$

$$M_a = 513 + 228 + 228 = 969 \text{ kg}$$

$$M = m_c + m_u + m_{sa} = 1374 \text{ kg}$$

$$V' = 0.95 - \frac{456 \text{ kg}}{2978} = 0.58$$

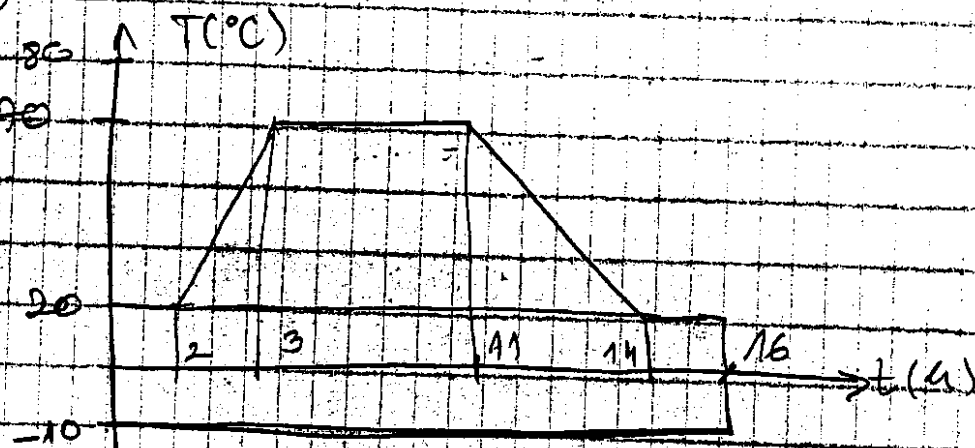
$$\rho_{b,w} = \frac{M}{V'} = \frac{1374}{0.58} = 2369.29 \text{ kg/m}^3$$

$$m_{sa}' = \frac{M_{sa}}{V'} = \frac{513}{0.58} = 884.67 \text{ kg}$$

$$m_c' = \frac{m_c}{V'} = \frac{270}{0.58} = 465.52 \text{ kg/m}^3$$

$$m_u' = \frac{135}{0.58} = 232.76 \text{ kg/m}^3$$

*



$$t = \frac{M}{T + 10}$$

↑
VREMJE

↑
TEMPERATURA

$$M = \text{POVRSTINA POLIGONA}$$

$$M = 80 \cdot 16 + (11-3) \cdot (70-20) + \frac{(70-20)(3-2)}{2} + \frac{(70-20)(14-11)}{2}$$

$$= 80 \cdot 16 + 8 \cdot 50 + 25 + 75 = 980 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{h}$$

U JE DOKO T U T

$T = 4^\circ\text{C}$

$$\Rightarrow t = \frac{980^\circ\text{C} \cdot \text{h}}{4 + 10^\circ\text{C}} = \frac{980}{14} = 70 \text{ h}$$

TEHNOLOGIJA BETONA - APRIL 2008.

4.

22.01.2008.

a) $V = 750 \text{ l} = 750 \text{ dm}^3 = 750 \cdot (0,1 \text{ m})^3 = \frac{750}{1000} \text{ m}^3$
 $V = 0,75 \text{ m}^3$

$Q = 156.000 \text{ m}^3$

2 galve

$C = 120.5 = 2 \text{ min}$

$C = 2 \text{ min}$

$\phi = 260 \text{ dana}$

$t_y = 12 \text{ h/dan}$

$K_1 = 1,4$

$K_2 = 1,2$

$P = \frac{Q}{2 \cdot \phi \cdot t_y} \cdot K_1 \cdot K_2 = \frac{156.000 \text{ m}^3}{2 \cdot 260 \text{ dana} \cdot 12 \frac{\text{h}}{\text{dan}}} \cdot 1,4 \cdot 1,2 = 42 \text{ m}^3/\text{h}$

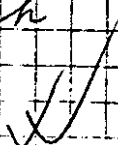
$n_c = \frac{60}{C} = \frac{60}{2} = 30$

$P_1 = n_c \cdot V_{\text{meš}} = 30 \cdot 0,75 = 22,5 \text{ m}^3/\text{h}$

$m_o = \frac{P}{P_1} = \frac{42}{22,5} = 1,87 \Rightarrow m_o = 2$

$P_{\text{fak}} = m_o \cdot P_1 = 45 \text{ m}^3/\text{h}$

$P_{\text{fak}} = 45 \text{ m}^3/\text{h}$



$$P_{fak} = \frac{Q_{fak}}{2\phi \cdot t_y} \cdot K_1 K_2 \Rightarrow Q_{fak} = \frac{P_{fak} \cdot 2\phi \cdot t_y}{K_1 K_2} = \frac{45 \cdot 2 \cdot 260}{1,4 \cdot 1,2}$$

$$Q_{fak} \approx 167150 \text{ m}^3$$

b) $120 \times 12 \text{ m}$, $d = 0,25 \text{ m}$

Wierokopująca $3,0 \text{ m} \times 0,2 \text{ m}$ ($F = 0,6 \text{ m}^2$)

$$t_y = 12 \text{ h}$$

$$R_d = 45 \text{ cm}$$

$$t_1 + t_2 = 30 \text{ h}$$

$$K_u = 0,85$$

POVRŠINSKI

$$U = 3600 \cdot \frac{F \cdot d}{t_1 + t_2} \cdot K_u = 3600 \cdot \frac{0,6 \cdot 0,25}{30} \cdot 0,85 = 15,3 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$U_0 = \frac{\text{dimenzija}}{t(\text{h})} = \frac{120 \cdot 12 \cdot 0,25}{12} = 30 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$n = \frac{U_0}{U} = \frac{30}{15,3} = 1,96 \Rightarrow n = 2$$

$$U_{fak} = n \cdot U = 2 \cdot 15,3 = 30,6 \text{ m}^3/\text{h}$$

DUBINSKI

$$R_d = 45 \text{ cm}$$

$$U = 2 R_d^2 \cdot d \cdot \frac{3600}{t_u} \cdot K_u = 2 \cdot 0,45^2 \cdot 0,25 \cdot \frac{3600}{30} \cdot 0,85 = 10,33$$

$$U = 10,33 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$U_{fak} = \frac{120 \cdot 12 \cdot 0,25}{t(\text{h})} = 30 \text{ m}^3/\text{h} \Rightarrow n = \frac{U_{fak}}{U} = 2,904$$

$$\Rightarrow n_{osv} = 3$$

$$U_{fak} = n \cdot U = 3 \cdot 10,33 = 30,99 \text{ m}^3/\text{h}$$

d)

$$m_v = 170 \text{ kg/m}^3$$

$$t_v = 26^\circ\text{C}$$

$$m_c = 340 \text{ kg/m}^3$$

$$t_c = 34^\circ\text{C}$$

$$m_a = 1890 \text{ kg/m}^3$$

$$t_a = 36^\circ\text{C}$$

I das radatka

$$T_{br} = \frac{0,2 (t_a \cdot m_a + t_c \cdot m_c) + T_v \cdot m_v}{0,2 (m_a + m_c) + m_v} = 33,02^\circ\text{C}$$

$$T_{br} = 33^\circ\text{C}$$

$$t_v = 40^\circ\text{C} \rightarrow \text{čemu dos plúto?}$$

II das

$$27 = \frac{0,2 (t_a \cdot m_a + t_c \cdot m_c) + T_v \cdot m_v}{0,2 (m_a + m_c) + m_v} = \frac{15920 + 170 T_v}{616}$$

$$27 \cdot 616 - 15920 = 170 T_v$$

$$T_v = 4,188^\circ\text{C}$$

III das

$$m_L = ?$$

$$T_v = 26^\circ\text{C}$$

$$26^\circ\text{C}$$

$$27 = \frac{0,2 (t_a \cdot m_a + t_c \cdot m_c) + T_v (m_v - m_L) - 80 m_L}{0,2 (m_a + m_c) + m_v}$$

$$27 = \frac{15920 + 26 \cdot 170 - 26 m_L - 80 m_L}{616} = \frac{20340 - 106 m_L}{616}$$

$$m_L = 34,98 \text{ kg}$$

2.

$$T_1 \rightarrow 24$$

$$m_0 = ?$$

$$V_{mes} = 1,6 \text{ m}^3$$

$$\tau = t_p + t_m + t_p = 2,5 \text{ min}$$

$$P_{pak} = ?$$

$$Q = 200.000 \text{ m}^3$$

$$K_{1pak} = ?$$

$$\phi = 250$$

$$K_1 = 1,25$$

$$t_y = 2 \times 8$$

$$K_2 = 1,2$$

$$P = \frac{Q}{\phi \cdot t_y} \cdot K_1 \cdot K_2 = 75 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$n_c = \frac{60}{\tau} = 24$$

$$P_1 = n_c \cdot V_{mes} = 38,4 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$m_0 = \frac{P}{P_1} = \frac{75}{38,4} \Rightarrow \boxed{m_0 = 2}$$

\Downarrow

$$P_{pak} = m_0 \cdot P_1 = 2 \cdot 38,4 \Rightarrow \boxed{P_{pak} = 76,8 \text{ m}^3/\text{h}}$$

$$P_{pak} = \frac{Q}{\phi \cdot t_y} \cdot K_{1pak} \cdot K_2$$

\Downarrow

$$K_{1pak} = \frac{P_{pak} \cdot \phi \cdot t_y}{Q \cdot K_2} = \frac{76,8 \cdot 250 \cdot 16}{200.000 \cdot 1,2} \Rightarrow \boxed{K_{1pak} = 1,28}$$

3.

$$T_1 \rightarrow 25$$

$$Q = 72.000 \text{ m}^3$$

$$K_1 = 1,4$$

$$V_{\text{mes}} = ?$$

$$m_0 = 1$$

$$K_2 = 1,2$$

$$P_{\text{fak}} = ?$$

$$\phi = 252$$

$$t_y = 2 \times 8 \text{ h}$$

$$\tau = 2,5 \text{ min}$$

$$P = \frac{Q}{\phi \cdot t_y} \cdot K_1 \cdot K_2 = \frac{72.000}{252 \cdot 16} \cdot 1,4 \cdot 1,2 = 29,2 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$n_c = \frac{60}{\tau} = \frac{60}{2,5} = 24$$

$$m_0 = \frac{P}{P_1} \Rightarrow P_1 = \frac{P}{m} = \frac{P}{1} \Rightarrow \boxed{P_1 = 29,2 \text{ m}^3/\text{h}}$$

\Downarrow

$$P_1 = n_c \cdot V_{\text{mes}}$$

\Downarrow

$$V_{\text{mes}} = \frac{P_1}{n_c} = \frac{29,2}{24} = 1,22 \text{ m}^3$$

$$\boxed{V_{\text{mes}} = 1,22 \text{ m}^3}$$

4.

$T_1 \rightarrow 26$

$$K_i = \frac{2}{3}$$

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

$$V_a = 1600 \text{ kg/m}^3$$

$$M_c = 360 \text{ kg/m}^3$$

$$W = \mu v / \mu_c = 0,5$$

$$V_{mes} = 0,75 \text{ m}^3$$

$$\rightarrow \frac{V_{mes}}{K_i} = \frac{M_a}{1600} + \frac{M_c}{1200}$$

$$, M_c = 360 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,75 \text{ m}^3$$

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

$$\frac{0,75}{\frac{2}{3}} = \frac{M_a}{1600} + \frac{270}{1200}$$

$$\Downarrow$$

$$\boxed{M_a = 1440 \text{ kg}}$$

$$\boxed{M_v = W \cdot M_c = 135 \text{ kg}}$$

5.

Hala $120 \times 60 \times 0,17$

$$F = 0,8 \text{ m}^2$$

$$U, n_o, U_{fak}, t_{fak} = ?$$

$$K_u = 0,85$$

$$t_u = 40 \text{ s}$$

$$t_y = 48 \text{ h}$$

$$\boxed{U = 3600 \cdot \frac{F \cdot d}{t_u} \cdot K_u = 3600 \cdot \frac{0,8 \cdot 0,17}{40} \cdot 0,85 = 10,4 \text{ m}^3/\text{h}}$$

$$U_u = \frac{120 \cdot 60 \cdot 0,17}{48} = 25,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$n_o = \frac{U_u}{U} = 2,45 \Rightarrow \boxed{n_o = 3}$$

$$U_{fak} = n_o \cdot U = 3 \cdot 10,4 \Rightarrow \boxed{U_{fak} = 31,2 \text{ m}^3/\text{h}}$$

$$U_{fak} = \frac{120 \cdot 60 \cdot 0,17}{t_{fak}} = 31,2$$

$$\Rightarrow \boxed{t_{fak} = 39,23 \text{ h}}$$

6.

$T_1 \rightarrow 28$

PROČA:

$$26 \times 10 \times 0,8 \text{ m}$$

$$t_0 = 8 \text{ h}$$

$$R_d = 0,5 \text{ m}$$

$$U, n_0, U_{fak}, t_{fak} = ?$$

$$t_u = 40 \text{ s}$$

$$K_u = 0,85$$

2 sloja \leftarrow

$$U = 2 \cdot R_d^2 \cdot \left(\frac{\pi}{2} \right) \cdot \frac{3600}{t_u} \cdot K_u = 2 \cdot 0,5^2 \cdot 0,4 \cdot \frac{3600}{40} \cdot 0,85 \Rightarrow$$

$$U = 15,3 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$U_0 = \frac{26 \cdot 10 \cdot 0,8}{8} = 26 \text{ m}^3/\text{h} \Rightarrow n_0 = \frac{U_0}{U} \Rightarrow n_0 = 2$$

$$U_{fak} = n_0 \cdot U \Rightarrow U_{fak} = 30,6 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$t_{fak} = ?!$$

$$U_{fak} = \frac{26 \cdot 10 \cdot 0,8}{t_{fak}} \Rightarrow t_{fak} = 6,8 \text{ h}$$

4.1 Zbirka

$$a) V = 2 \cdot 2 \cdot 0,4 + \frac{1}{3} \cdot 0,6 \cdot (2^2 + 0,6^2 + \sqrt{2^2 \cdot 0,6^2}) = 2,712 \text{ m}^3$$

$$F' = 2^2 + 0,6^2 + 4 \cdot 2 \cdot 0,4 + 4 \cdot \frac{2+0,6}{2} \cdot 0,6 = 10,68 \text{ m}^2$$

$$M_p = \frac{10,68}{2,712} = 3,938 \frac{1}{m}$$

$$K = \frac{1}{0,05 + \frac{0,02}{0,14} + \frac{0,03}{0,04}} = 1,061 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

$$Q_c = A(1 - e^{-B \cdot t}), \quad t [\text{dan}]$$

$$300 = A(1 - e^{-14B})$$

$$420 = A(1 - e^{-28B})$$

$$e^{-14B} = t$$

$$\frac{420}{300} = \frac{A(1 - e^{-28B})}{A(1 - e^{-14B})}$$

$$1,4 \cdot (1 - e^{-14B}) = 1 - e^{-28B}$$

$$1,4 - 1,4e^{-14B} = 1 - e^{-28B}$$

$$e^{-28B} - 1,4e^{-14B} + 0,4 = 0$$

$$t^2 - 1,4t + 0,4 = 0$$

$$\Rightarrow t = 0,7 \pm 0,3$$

$$t = 0,4$$

$$e^{-14B} = 0,4 \quad / \ln$$

$$-14B = -0,9163$$

$$B = 0,06545$$

$$A = \frac{300}{1 - e^{-14 \cdot 0,06545}} = \frac{300}{1 - 0,4}$$

$$A = 500$$

$$Q_c = A(1 - e^{-B \cdot t})$$

$$Q_c = 500 \cdot (1 - e^{-0,06545 \cdot t})$$

$$b) \quad t_h = \frac{2520 \cdot T_{bu} + m_c \cdot Q_c}{3,6 \cdot R \cdot M_p \cdot (T_{bs} - T_{vazduha})}$$

$$t_h = 21 \text{ dan} = 504 \text{ h}$$

$$T_{bs} = \frac{T_{bu}}{2} \rightarrow \text{prošerna temperatura srednja}$$

$$m_c = 360 \text{ kg/m}^3$$

$$504 = \frac{2520 \cdot T_{bu} + 360 \cdot 500(1 - e^{-0,06545 \cdot 21})}{3,6 \cdot 1,061 \cdot 3,938 \left(\frac{T_{bu}}{2} - (-5) \right)}$$

$$504 = \frac{2520 T_{bu} + 134464}{7,52 T_{bu} + 75,208}$$

$$3790,1 T_{bu} + 37904,83 = 2520 T_{bu} + 134464$$

$$1270,1 T_{bu} = 96559,2$$

$$T_{bu} = 76,02^\circ\text{C}$$

Treba li da isparuje $48,7^\circ\text{C}$ po Zbirci!

$$c) \quad T_{bo} = ?!$$

$$\Delta T = 0,25 \cdot (T_{bu} - T_v) \cdot \frac{t_L (\text{min})}{60}$$

$$\Rightarrow \Delta T = 0,25 \cdot (48,7 + 5) \cdot \frac{30}{60}$$

$$\Rightarrow \Delta T = 6,7^\circ\text{C}$$

$$\Rightarrow T_{bo} = T_{bu} + \Delta T = 55,4^\circ\text{C}$$

$$t_c = 20^\circ\text{C}$$

$$m_c = 360 \text{ kg/m}^3$$

$$t_a = 45^\circ\text{C}$$

$$m_a = 1880 \text{ kg/m}^3$$

$$d) \quad m_v = 180 \text{ kg/m}^3$$

$$T_{bo} = \frac{0,2 (m_a T_a + m_c T_c) + m_v \cdot T_v}{0,2 (m_a + m_c) + m_v}$$

$$\Rightarrow T_v = \dots$$

22. 01. 2008

①

a) $S = 750 \text{ m}$
 $V = 6 \text{ m}^3$
 $v = 10 \text{ km/h}$
 $t_1 = 1,5 \text{ min}$
 $t_2 = ?$

$6 \text{ m}^3 \rightarrow t_2$

b) $\rightarrow v_u = 30 \text{ m}^3/\text{h}$

$30 \text{ m}^3 : 1 \text{ h} = 6 \text{ m}^3 : x \text{ h}$

$t_2 = x = 0,2 \text{ h}$

$t_2 = 12 \text{ min}$

$t_{\text{trans}} = \frac{S}{v} = \frac{750 \text{ m}}{10 \text{ km/h}} = 270 \text{ s} = 4,5 \text{ min}$
 $2,7 \text{ m/s}$

$t_{\text{trans}} = 4,5 \text{ min}$

$\Rightarrow t_u = 1,5 \text{ min} + 2 \cdot 4,5 \text{ min} + 12 \text{ min} = 22,5 \text{ min}$

$n_c = \frac{60}{t_u} = \frac{60}{22,5} = 2,6$

$[U] = n_c \cdot V_{\text{maš}} = 2,6 \cdot 6 = 16 \text{ m}^3/\text{h}$

$M_o = \frac{V}{U} = \frac{120 \cdot 12 \cdot 0,25 \text{ m}^3}{16 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 12 \text{ h}} = 1,875$

↓
jez. kaže da
se betonira
u 1 danu.

$M_o = 2$

d)

$$\Delta T = 0,25 (T_{bu} - T_{vaz})$$

$$T_{bu} = T_0 + \Delta T$$

2.

$$f_p(1) = \frac{P_{gr}}{A} = \frac{\frac{1}{3}(584 + 843 + 617) [kN]}{15^2 [cm^2]} = 27,32 \text{ MPa}$$

$$f_p(2) = \frac{P_{gr}}{A} = \frac{\frac{1}{3}(1069 + 1036 + 1152)}{15^2} = 48,25 \text{ MPa}$$

1

$$\begin{aligned} T &= 40^\circ C \\ t &= 8h \end{aligned}$$

$$M_1 = 40 \cdot 8 + \overbrace{10 \cdot 8}^{week + 10 \cdot t} = 400^\circ C \cdot h$$

2

$$\begin{aligned} T &= 80^\circ C \\ t &= 16h \end{aligned}$$

$$M_2 = 80 \cdot 16 + \overbrace{10 \cdot 16}^{week + 10 \cdot t} = 1440^\circ C \cdot h$$

$$a) \ln f_p = \ln M + B$$

$$1 \rightarrow 27,32 = A \cdot \ln 400 + B$$

$$2 \rightarrow 48,25 = A \cdot \ln 1440 + B$$

$$\Rightarrow \begin{aligned} 27,32 &= 6A + B \\ 48,25 &= 7,27A + B \quad \cdot (-1) \end{aligned}$$

$$A = 16,34 \quad B = -70,57$$

$$b) \quad M_{60} = 30 \cdot 4 + 2 \cdot 30 \cdot 4 + 2 \cdot \frac{40 \cdot 4}{2} + 12 \cdot 10 + 12 \cdot 20 + 12 \cdot 40$$

$$\boxed{M_{60} = 1360 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{h}}$$

$$M_{70} = 30 \cdot 3 + \frac{30+80}{2} \cdot 2 + 80 \cdot 4 + \frac{80+80}{2} \cdot 3$$

$$\boxed{M_{70} = 685 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{h}}$$

$$M_{80} = 30 \cdot 1 + \frac{30+90}{2} \cdot 2 \cdot 2 + 3 \cdot 90$$

$$\boxed{M_{80} = 540 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{h}}$$

$$M_{90} = \frac{50+100}{2} \cdot 2 + 100 \cdot 2 + \frac{30+100}{2} \cdot 2 =$$

$$\boxed{M_{90} = 480 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{h}}$$

$$19) \quad f_p^{60} = 16,34 \cdot \ln(1360) - 70,57 = 47,32 \text{ MPa}$$

$$f_p^{70} = 16,34 \cdot \ln(685) - 70,57 = 36,12 \text{ MPa}$$

$$f_p^{80} = 16,34 \cdot \ln(540) - 70,57 = 32,23 \text{ MPa}$$

$$f_p^{90} = 16,34 \cdot \ln(480) - 70,57 = 30,31 \text{ MPa}$$

12.04.2007

1) a) $w \geq 0,4$ $\frac{1}{w} = \frac{f_{k,28}}{0,6 \cdot f_{pc}} + 0,5$

$\uparrow 45$

(*)

$\frac{1}{w} = \frac{f_{k,28}}{0,6 \cdot 42,5} + 0,5$

$\frac{1}{w} = \frac{f_{k,28} + 12,75}{25,5}$

$w = \frac{25,5}{f_{k,28} + 12,75}$

(*) $P_b = P_g + P_k = 0,022 \cdot \alpha_H \cdot m_c + 0,1 m_c (w - 0,4 \alpha_H)$

DATO: $\alpha_H = 0,8 \Rightarrow$

$P_b = 0,022 \cdot 0,8 \cdot m_c + 0,1 \cdot m_c \cdot w - 0,04 m_c \cdot 0,8$

$P_b = 0,0176 m_c + 0,1 m_c \cdot w - 0,032 m_c$

$P_b = 0,1 m_c \cdot w - 0,0144 m_c \quad / : m_c$

$\frac{P_b}{m_c} = 0,1 w - 0,0144$

\Downarrow

$w = \frac{\frac{P_b}{m_c} + 0,0144}{0,1}$

$w = 10 \cdot \frac{P_b}{m_c} + 0,144$

⊗

$$10 \cdot \frac{P_b}{m_c} + 0,144 = \frac{25,5}{f_{k,28} + 12,75}$$

$$10 \cdot f_{k,28} \cdot \frac{P_b}{m_c} + 127,5 \frac{P_b}{m_c} + 0,144 f_{k,28} + 1,836 = 25,5$$

$$f_{k,28} \cdot \left(10 \frac{P_b}{m_c} + 0,144 \right) = 25,5 - 1,836 - 127,5 \frac{P_b}{m_c}$$

$$f_{k,28} \cdot \left(10 \frac{P_b}{m_c} + 0,144 \right) = 23,664 - 127,5 \frac{P_b}{m_c}$$

$$f_{k,28} = \frac{23,664 - 127,5 \frac{P_b}{m_c}}{10 \cdot \frac{P_b}{m_c} + 0,144}$$

b)

$$m_v = \frac{K_0}{5 \sqrt{D_{max}}} = \frac{360}{5 \sqrt{34,5}} = 180 \text{ kg/m}^3$$

$$m_{c1} = 200 \text{ kg/m}^3 \rightarrow w = \frac{180}{200} = 0,9$$

$$m_{c2} = 250 \text{ kg/m}^3 \rightarrow w = \frac{180}{250} = 0,72$$

$$m_{c3} = 300 \text{ kg/m}^3 \rightarrow w = \frac{180}{300} = 0,6$$

$$m_{c4} = 350 \text{ kg/m}^3 \rightarrow w = \frac{180}{350} = 0,51$$

$$m_{c5} = 400 \text{ kg/m}^3 \rightarrow w = \frac{180}{400} = 0,45$$

$$m_{c6} = 450 \text{ kg/m}^3 \rightarrow w = \frac{180}{450} = 0,4$$

17a mc

$$200 - 450 \rightarrow w = 0,4 \div 0,9$$

kg/m³

[Signature]

23.01.2007.

① Błomiej: $f_{k,28} = A \cdot \frac{1-0,5W}{w} \cdot f_{pc}$

$w = \frac{w_{lv}}{m_c} \geq 0,4 \rightarrow \boxed{f_{k,28} = A \cdot f_{pc} \cdot \left(\frac{1}{w} - 0,5 \right)}$

$f_{pc} = 42,5 \text{ MPa}$

Normalan $\rightarrow A = 0,6$

$f_{k,28} = 0,6 \cdot 42,5 \cdot \left(\frac{1}{w} - 0,5 \right)$

$f_{k,28} = \frac{25,5}{w} - 12,75$

$w = \frac{25,5}{f_{k,28} + 12,75}$

② $L_1 = 0,8$

$P_g = 0,022 L_1 \cdot m_c = 0,0176 \cdot m_c$

$P_k = 0,1 m_c (w - 0,4 L_1) = 0,1 m_c (w - 0,32)$

$\Delta P = 0$

$\Rightarrow P_g = 0,0176 \cdot m_c + 0,1 m_c \cdot w - 0,032 m_c$

$P_g = -0,0144 m_c + 0,1 m_c \cdot w \quad / : m_c$

$\frac{P_g}{m_c} = -0,0144 + 0,1 w$

$$0,1 W = \frac{P_b}{m_c} + 0,0144 \quad / \cdot 10$$

$$W = 10 \frac{P_b}{m_c} + 0,144$$

Sada :

$$\frac{25,5}{f_{K,28} + 12,75} = 10 \cdot \frac{P_b}{m_c} + 0,144$$

ili jednakoiznosi...

$$f_{K,28} = \frac{25,5}{W} - 12,75$$

$$f_{K,28} = \frac{25,5}{10 \frac{P_b}{m_c} + 0,144} - 12,75 = \frac{25,5 - 127,5 \frac{P_b}{m_c} - 1,836}{10 \frac{P_b}{m_c} + 0,144}$$

$$f_{K,28} = \frac{23,664 - 127,5 \frac{P_b}{m_c}}{10 \frac{P_b}{m_c} + 0,144}$$

b) identično kao prešli zadatke!

$$\frac{m_c}{m_v} = \frac{200}{180} \div \frac{450}{180} = 1,1 \div 2,5$$

$$\Downarrow$$

$$\frac{m_v}{m_c}$$

$$= \frac{1}{2,5} \div \frac{1}{1,1}$$

$$W \Downarrow$$

$$W = 0,4 \div 0,9$$

(1)

$$P_G = -0,0144 mc + 0,1 mc \cdot W$$

$$P_G = mc (0,1W - 0,0144) = mc \left(0,1 \frac{mv}{mc} - 0,0144\right)$$

$$P_G = 0,1mv - 0,0144 mc$$

$$P_G = 0,1 \cdot 180 - 0,0144 \cdot mc$$

$$P_G = 18 - 0,0144 (200 \div 450)$$

$$P_G = (11,52 \div 15,12) \% \quad \text{u}$$



(2)

$$\Rightarrow P_G = -0,0144 mc + 0,1 mc \cdot W \quad / : mc$$

$$\frac{P_G}{mc} = 0,1W - 0,0144$$

$$\frac{P_G}{mc} = 0,1 (0,4 \div 0,9) - 0,0144$$

$$\frac{P_G}{mc} = 0,0256 \div 0,0756$$

20.06.2006

②

$$f_p(t) = a(1 - e^{-bt})$$

$$f_p(7) = a(1 - e^{-7b}) = 16,6 \text{ MPa}$$

$$f_p(14) = a(1 - e^{-14b}) = 27,6 \text{ MPa}$$

$$\frac{1 - e^{-14b}}{1 - e^{-7b}} = 1,6626$$

$$1 - e^{-14b} + 1,6626 e^{-7b} - 1,6626 = 0$$

$$-t^2 + 1,6626t - 0,6626 = 0$$

$$t^2 - 1,6626t + 0,6626 = 0$$

~~$t_1 = 1$~~

$$t_2 = 0,6626$$

$$e^{-7b} = t$$

$$0,6626 = e^{-7b} \quad / \ln$$

$$\ln(0,6626) = -7b$$

$$b = 0,0538$$

$$a = \frac{16,6}{1 - e^{-7 \cdot 0,0538}} \Rightarrow a = 50$$

$$f_p(t) = 50 \cdot (1 - e^{-0,0538t})$$

$$f_p(\max=28) = 50 \cdot (1 - e^{-0,0588 \cdot 28})$$

$$\boxed{f_{p, \max} = 40,36 \text{ MPa}}$$

$$\overbrace{50\% f_{p, \max}}^{40,36} = 50 \cdot (1 - e^{-0,0588 \cdot t})$$

$$20,18 = 50 \cdot (1 - e^{-0,0588 \cdot t})$$

$$0,4036 = 1 - e^{-0,0588 \cdot t}$$

$$e^{-0,0588 \cdot t} = 0,5964 \quad / \ln$$

$$-0,0588 \cdot t = -0,5168$$

$$t = 8,79 \text{ dana}$$



$$\boxed{t \approx 9 \text{ dana}}$$



$$t_h = ?$$

$$t_h = \frac{2520 \cdot (T_{b4}) + (m_c) \cdot (Q_{eth})}{3,6 \cdot K \cdot Mp \cdot (T_{b5} - T_v)}$$

1) $T_{b5} = ?$ (i u izluci strana 159.)

2) Šta gaspi transport pomoću automobila.

Da li može doći do ΔT ?!

4.5

$$T_a = 40^\circ\text{C}$$

$$T_c = 35^\circ\text{C}$$

$$T_v = 24^\circ\text{C}$$

$$m_a = 1891 \text{ kg/m}^3$$

$$m_c = 315 \text{ kg/m}^3$$

$$m_v = 189 \text{ kg/m}^3$$

a)

$$\boxed{T_{bo}} = \frac{0,2(T_a \cdot m_a + T_c \cdot m_c) + T_v \cdot m_v}{0,2(m_a + m_c) + m_v} = \boxed{34,7^\circ\text{C}}$$

b)

$$T_v = ?$$

$$T_{bo} = 29^\circ\text{C}$$

$$T_v = \frac{T_{bo} \cdot 0,2(m_a + m_c) + T_{bo} \cdot m_v - 0,2(T_a \cdot m_a + T_c \cdot m_c)}{m_v}$$

$$\boxed{T_v} = \boxed{5^\circ\text{C}}$$

c)

$$T_v' = 14^\circ\text{C}$$

$$m_L = ?$$

$$T_{bo} = 29^\circ\text{C}$$

$$T_{bo} = \frac{0,2(T_a \cdot m_a + T_c \cdot m_c) + T_v \cdot (m_v - m_L) - 80 \text{ mL}}{0,2(m_a + m_c) + m_v}$$

$$29 = \frac{17333 + 2646 - 94 \text{ mL}}{630,2}$$

$$\boxed{m_L = 18 \text{ kg/m}^3}$$

d)

$$V_{\text{mez}} = 0,85 \text{ m}^3$$

$$\text{Aggregat: } 1891 \cdot 0,85 \approx 1607 \text{ kg}$$

$$\text{Cementa: } 315 \cdot 0,85 \approx 268 \text{ kg}$$

$$\text{Vode: } (189 + 18) \cdot 0,85 \approx 145 \text{ kg}$$

$$\text{Leda: } 18 \cdot 0,85 \approx 15 \text{ kg}$$

e)

$$T_v = 14^\circ\text{C}$$

$$T_a = 40^\circ\text{C}$$

$$T_c = 35^\circ$$

$$T_{\text{bd}} = 25^\circ\text{C} - [1^\circ\text{C}] = 24^\circ\text{C}$$

?

4.7

$$Q = 900 \text{ L} = 0,9 \text{ m}^3 = V_{\text{mez}}$$

$$\tau = 4,5 \text{ min}$$

a)

$$n_c = \frac{60}{\tau} = \frac{60}{4,5} = 13,3$$

$$p_1 = n_c \cdot V_{\text{mez}} = 12 \text{ m}^3/\text{h}$$

"2"

$$Q = V_{\text{mez}} = 0,5 \text{ m}^3$$

$$\tau = 3 \text{ min}$$

$$n_c = \frac{60}{\tau} = 20$$

$$p_2 = n_c \cdot V_{\text{mez}} = 10 \text{ m}^3/\text{h}$$

b)

$$\tau_2 = 2 \cdot 0,75 + (1,5 - x)$$

$$p_2 = 12 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$p_2 = n_0 \cdot V_{\text{mas}} = \frac{60}{\tau_2} \cdot 0,5 = 12$$

$$\frac{60}{1,5 + 1,5 - x} \cdot 0,5 = 12$$

$$\frac{30}{3 - x} = 12$$

$$3 - x = \frac{30}{12} = 2,5$$

$$x = 0,5 \text{ min}$$

c)

$$x' = 0,25 \text{ min} \rightarrow f_{k,28} = 0,975 f_{k,28} \quad 2,5\%$$

$$x'' = 0,5 \text{ min} \rightarrow f_{k,28}'' = ? \quad \rightarrow 5\%$$

↳ proporcije

$$f_{k,28} = 0,95 f_{k,28}$$

↳ smanjuje se
za 5%!

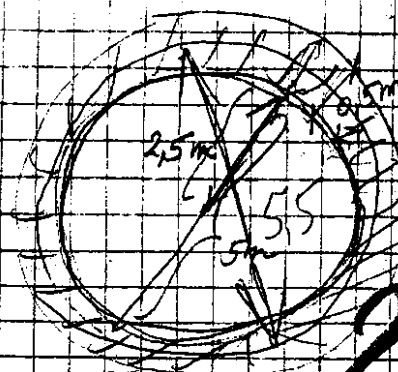
24.08.2007.

3.

$$d = 0,5m$$

$$l = 6250m$$

$$R = 5m$$



$$\begin{aligned} a) V_0 &= V_2^2 \pi H - V_1^2 \pi H = \\ &= \frac{2,75^2 \pi \cdot 6250}{3,0} - 2,5^2 \pi H = \end{aligned}$$

