

Projekat betona

Vježbe, 10.01.2017.



Pripremili:
Van.prof.dr. Merima Šahinagić-Isović
Viši ass.mr. Marko Čećez

Opis objekta

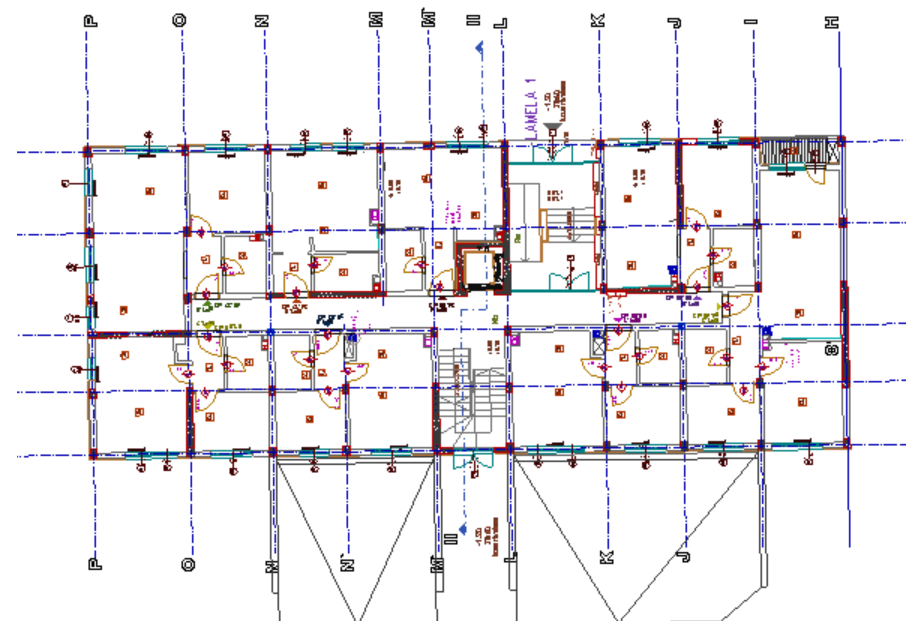
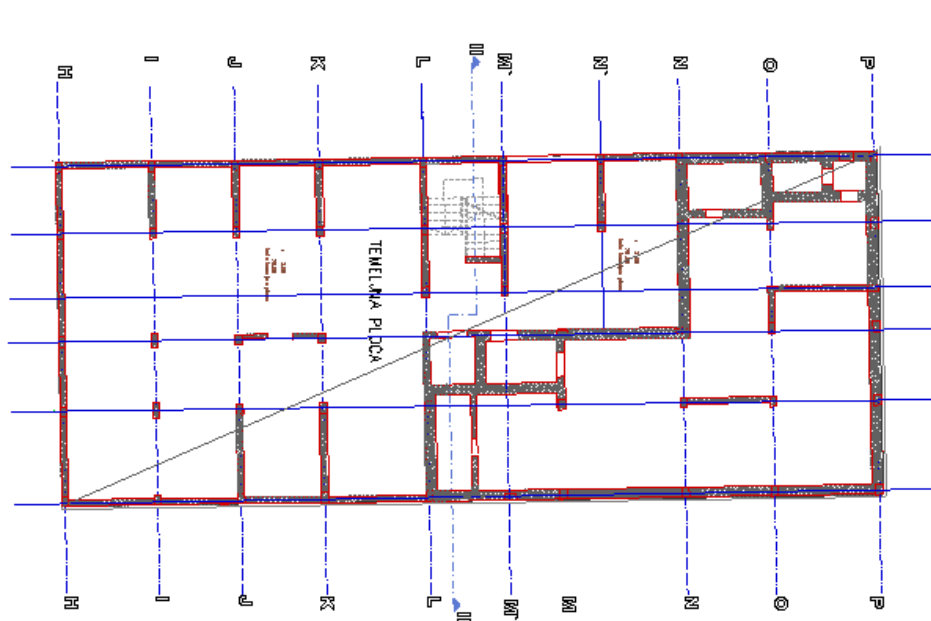


- Poslovno – stambeni objekat
- Spratnost: Su + Pr + 4 + Pk
- Neto površina objekta 6277,54 m²
- Dati osnovne podatke o konstrukciji objekta – prema Arhitektonskom projektu i Projektu konstrukcije



Opis objekta

- Priložiti nacрте konstrukcije





Količine betona

- Izračunati količine betona za sve elemente konstrukcije:

1. POZ SU (Suteren) MB20

Temeljna ploča (d = 50cm)

Betoniranje AB temeljne ploče na koti -2,80m, debljina ploče 50cm.

Ukupna površina	$P = 422,80 \text{ m}^2$
Količina betona	$V = 0,50 \cdot 422,80 = \mathbf{211,40 \text{ m}^3}$

Stubovi (na koti -2,80m dio sa h = 2,50m)

Pravougaoni stubovi (POSS2) – 25/40

Pravougaoni stubovi (POSS3) – 25/60

POS S2(49 kom)	$0,25 \cdot 0,4 \cdot 49 = 4,9\text{m}^2$
POS S3(2 kom)	$0,25 \cdot 0,6 \cdot 2 = 0,3\text{m}^2$
Količina betona	$(0,3 + 4,9) \cdot 2,50 = \mathbf{13,00\text{m}^3}$

Količine betona



● Rekapitulacija količina

Etaža	Pozicija -opis	Količine (m ³)	Zahtjevani uslovi
SUTEREN	Betonska ploča kao podloga	82,54	MB 20
	Temeljna AB ploča	211,4	MB30
	AB stubovi	13	MB 30
	AB zidovi	30,025	MB 30
	AB stepenište	3,58	MB 30
	AB grede	1,67	MB 30
	AB sklonište	47,63	MB 40
PRIZEMLJE	AB ploča	99,5	MB 30
	AB stubovi	18,36	MB 30
	AB zidovi	28,448	MB 30
	AB stepenište	14,235	MB 30
	AB grede	4,88	MB 30
I SPRAT	AB ploča	92,522	MB 30
	AB stubovi	13,25	MB 30
	AB zidovi	28,448	MB 30
	AB stepenište	9,716	MB 30
	AB grede	3,1	MB 30

II SPRAT	AB ploča	92,522	MB 30
	AB stubovi	13,25	MB 30
	AB zidovi	28,448	MB 30
	AB stepenište	9,716	MB 30
	AB grede	3,1	MB 30
III SPRAT	AB ploča	92,522	MB 30
	AB stubovi	13,25	MB 30
	AB zidovi	28,448	MB 30
	AB stepenište	9,716	MB 30
	AB grede	3,1	MB 30
IV SPRAT	AB ploča	92,522	MB 30
	AB stubovi	13,25	MB 30
	AB zidovi	28,448	MB 30
	AB stepenište	9,716	MB 30
POTKROVLJE	AB ploča	92,522	MB 30
	AB stubovi	13,51	MB 30
	AB zidovi	25,565	MB 30
	AB stepenište	16,945	MB 30
	AB grede	3,1	MB 30
KROVNA PLOČA	AB ploča iznad Pk	78,29	MB30
	AB ploča	27,863	MB 30

Ukupna količina betona: V= 1401,18 m³

Definisanje kategorija, klasa i vrsta betona



- Kategorije betona
 - ⇒ B.II - svi konstruktivni elementi
- Klase betona
 - ⇒ Beton klase A kod koga je uslovljena samo marka betona MB 20
 - ⇒ Beton klase B kod koga je uslovljena samo marka betona MB 30
 - ⇒ Beton klase C kod koga je uslovljena samo marka betona MB 40

Definisanje kategorija, klasa i vrsta betona



- Vrste betona

⇒ Prema odredbi člana 10. BAB 87, nominalno najkrupnije zrno agregata se određuje na osnovu slijedećih uslova:

1. $D_{\max} \leq d/4$, d - najmanja dimenzija presjeka betonskog elementa
2. $D_{\max} \leq d/3$, d - debljina ploče betonskog elementa
3. $D_{\max} \leq 1.25 e_{\min}$, e_{\min} - najmanji čist razmak šipki armature u horizontalnom redu

Određivanje D_{max}



- **Temeljna ploča MB 30; RA 400/500**

2. $D_{max} \leq d/3 = 50,00/3 = 16,67 \text{ cm} = 166,7 \text{ mm}$

3. $D_{max} \leq 1,25 \cdot e_{min} = 1,25 \cdot 5,3 = 6,625 \text{ cm} = 66,25 \text{ mm}$

Efekat rešetke: $E_r = \frac{D_{max}}{\rho}$

$$\rho = \frac{S}{O} = \frac{a \cdot b}{2(a+b)} = \frac{6,1 \cdot 5,3}{2(6,1+5,3)} = 1,418 \text{ cm} = 14,18 \text{ mm}$$

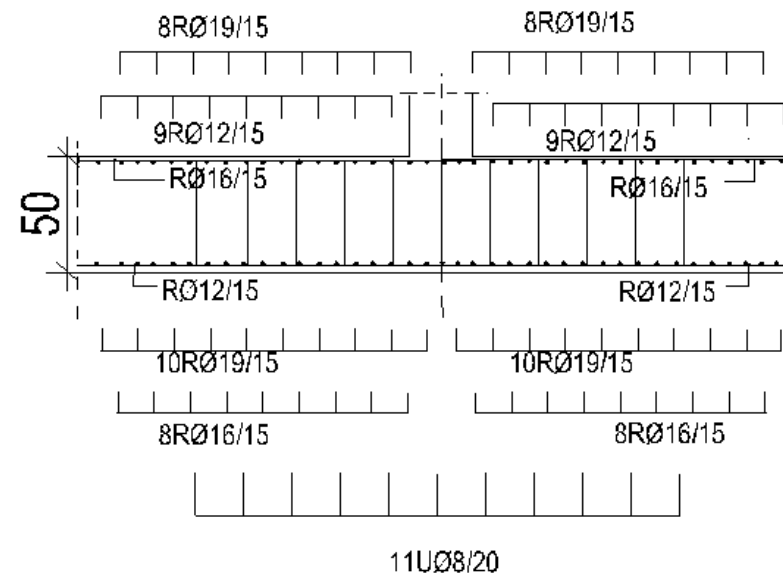
prirodni agregat (sa zaobljenim zrnima)

→ $1,4 \times 1,418 = D_{max}$;

$D_{max} = 1,985 \text{ cm} = 19,5 \text{ mm}$

Usvojeno (po kriterijumima):

$D_{max} = 16 \text{ mm} \rightarrow$ **Trofrakcijski agregat**



Određivanje D_{\max}



- **Stubovi MB30; RA 400/500**

$$D_{\max} \leq d/4 = 25/4 = 6,25\text{cm} = 62,5 \text{ mm}$$

$$D_{\max} \leq 1,25 \cdot e_{\min} = 1,25 \cdot 6,225 = 7,78 \text{ cm} = 77,8 \text{ mm}$$

Efekat zida:

$$V = 100 \cdot 25 \cdot 40 - (100 \cdot 12 \cdot 1,9^2 \cdot \pi / 4 + 7 \cdot 114 \cdot 0,8^2 \cdot \pi / 4)$$

$$V = 100000 - 3801,54 = 96198,46 \text{ cm}^3$$

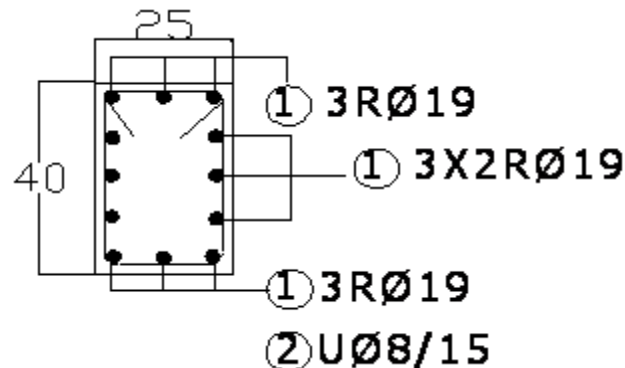
$$S = (2 \cdot 40 + 2 \cdot 25) \cdot 100 + 100 \cdot 12 \cdot 1,9 \cdot \pi + 114 \cdot 7 \cdot 0,8 \cdot \pi$$

$$S = 22163,78 \text{ cm}^2$$

$$D_{\max} \leq E_z \cdot R = E_z \cdot V/S \quad (E_z = 0,9) \quad D_{\max} \leq 0,9 \cdot 96198,46/22163,78 = 4,34 \text{ cm} = 43,40 \text{ mm}$$

Usvojeno (po kriterijumima): $D_{\max} = 31,5 \text{ mm} \rightarrow$ **Četvorofrakcijski agregat**

MB 30
RA 400/500
GA 240/360
STUB 25/40
NA KOTI -2.80



Određivanje D_{\max}



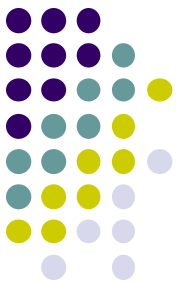
- Pored uslova koje propisuje član 10. BAB-a 87 za takav, pumpani beton držati se i slijedećih uslova:
 - ⇒ $D_{\max} \leq \emptyset/3$, \emptyset -prečnik cijevi pumpe, pri $\emptyset > 100\text{mm}$
 - ⇒ $D_{\max} \leq 0,25 \cdot \emptyset$, \emptyset -prečnik cijevi pumpe, pri $\emptyset \leq 100\text{mm}$
- Prečnik cevi autopumpe
 $\emptyset = 120\text{mm} \rightarrow D_{\max} \leq 120/3 \leq 40,0 \text{ mm}.$
- Zaključuje se da je nominalno najkrupnije zrno agregata za pumpani beton $D_{\max} = 31,5 \text{ mm}$ - četvorofrakcijski agregat.

Klase – vrste betona sa uslovima primjene



Klasa betona	Vrsta betona	Uslovi kvaliteta i ostali uslovi	Količina [m ³]	Mjesto primene
A	A	MB20, trofrakcijski, plastična konzistencija	82,54	Podloga za temeljnu ploču
B	B/1	MB30, trofrakcijski, pumpani, tečna konzistencija	898,59	Temeljna ploča, međuspratna ploča, AB grede u ravni međuspratne tavanice, krovna ploča
	B/2	MB30, četvorofrakcijski, plastična konzistencija	372,42	AB stubovi, AB zidovi i stepenište
C	C	MB40, četvorofrakcijski, plastična konzistencija	47,63	Zidovi skloništa

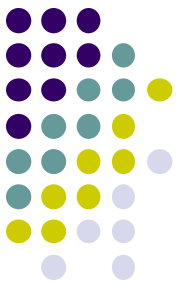
Određivanje sastava betona



- **Agregat**

⇒ Betoni klasa A, B i C spravljaју se od riječnog agregata. Agregat je separisan na frakcije: 0/4, 4/8, 8/16 i 16/32 mm. Pri sastavljanju granulometrijske mješavine frakcija agregata za predmetni beton treba voditi računa o "uzornim" granulometrijskim mješavinama datim u JUS U.M1.057 (usvaja se povoljno granulometrijsko područje).

Određivanje sastava betona



- **Cement**

⇒ Za spravljanje betona klasa A, B i C koristi se cement CEM II/A-M(V-L) 42,5R (portland kompozitni cement sa max 20% dodatka prirodnih pucolana i krečnjaka klase čvrstoće 42,5 sa visokom ranom čvrstoćom). Cement također treba da posjeduje uvjerenje o kvalitetu u skladu sa Naredbom o obaveznom atestiranju cementa.

- **Voda**

⇒ Za spravljanje betona koristi se pitka voda.

Ispitivanje komponenti



- Provjera fizičkih i mehaničkih svojstava cementa izvršena je prema standardima JUS B.C8.023 i B.C8.024. Dobiveni su slijedeći rezultati:
 - ⇒ Specifična masa 3015 kg/m³
 - ⇒ Vrijeme vezivanja:
 - standardna konzistencija 29.8%
 - početak vezivanja poslije 205 min
 - kraj vezivanja poslije 310 min
 - ⇒ Stalnost zapremine:
 - na kolačićima bez promjene
 - po Le Chatelier-u razlika razmaka vrhova igli = 0 mm

Ispitivanje komponenti

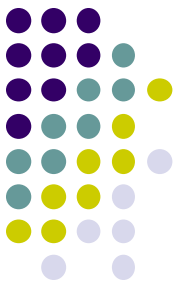


- Mehaničke karakteristike

Ispitivanje	Čvrstoća na zatezanje savijanjem [MPa]	Čvrstoća pri pritisku [MPa]
poslije 2 dana	4.5	18.3
poslije 28 dana	8.6	48.0

- Na osnovu navedenih rezultata ispitivanja može se zaključiti da ispitivani cement ispunjava propisane uslove kvaliteta za ispitivana fizička i mehanička svojstva.

Ispitivanje komponenti



- Ispitivanje granulometrijskog sastava
 - ⇒ Granulometrijski sastavi frakcija granulata provjereni su metodom suhog sivanja prema standardu JUS B.B8.029

Frakcija	Otvori sita (mm)										
	dno	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	31,5	63
0/4	0	2,0	16,9	64,6	78,6	89,2	98,9	100	100	100	100
4/8	0	0,2	0,4	0,6	0,7	1,5	11,6	93,1	99,7	100	100
8/16	0	0,4	0,5	0,7	0,7	0,8	0,8	7,5	99,7	100	100
16/32	0	0	0	0	0	0	0	0,1	14,6	99,4	100

- Na osnovu dobijenih rezultata i standarda JUS B.B3.100 zaključuje se da:
 - ⇒ frakcija agregata 0/4 mm (sitan agregat) malo čestica sitnijih od 0.125 mm i ima preveliku količinu zrna sitnijih od 0,5mm (64,6%>50%) – kompenzirati količinom cementa u mješavini ili mineralnim dodacima
 - ⇒ frakcije krupnog agregata 4/8mm, 8/16 i 16/32 ispunjavaju uslove kvaliteta u pogledu sadržaja nadmjerenih i podmjerenih zrna

Sastav betona B/1



- Zahtijevana marka betona MB30
- Zahtijevana tečna konzistencija, pumpani beton
- $D_{\max}=16$ mm
- Tečna konzistencija provjeravati će se metodom slijeganja, gdje je $\Delta h=16\pm 2$ cm
- Komponente:
 - ⇒ Voda za piće, $Ko=380$ za tečnu konzistenciju
 - ⇒ Cement: CEM II/A-M (V-L) 42,5 R; $\gamma_{sc}=3015\text{kg/m}^3$
 - ⇒ Agregat: $\gamma_{sa}=2650\text{kg/m}^3$

Sastav betona B/1



- Potrebne količine komponenti:

⇒ Količina vode

$$m_v = \frac{K_o}{\sqrt[5]{D}} = \frac{380}{\sqrt[5]{16}} \approx 218 \text{ kg/m}^3$$

⇒ Količina cementa:

→ Obrazac Bolomeja:

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

$$f_{k,28} = 30 + 8 = 38 \text{ MPa}$$

$$f_{pc} = 42,5 \text{ MPa}$$

$$A = 0,65$$

$$38 = 0,65 \cdot 42,5 \cdot \frac{1 - 0,5\omega}{\omega} \rightarrow \omega = 0,533$$

Sastav betona B/1



- Potrebne količine komponenti:

⇒ Količina cementa:

→ Obrazac Skramtaeva:

$$f_{k,28} = A_1 \cdot f_{pc} \cdot \left(\frac{m_c}{m_v} - 0,5 \right)$$

$$f_{k,28} = 30 + 8 = 38MPa$$

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

$$A = 0,60$$

$$38 = 0,60 \cdot 42,5 \cdot \left(\frac{m_c}{m_v} - 0,5 \right) \rightarrow \omega = 0,502$$

Usvojena vrijednost $\omega=0,502 \Rightarrow m_c=434 \text{ kg/m}^3$

Količina veća od 400 kg/m^3 pa potrebna upotreba plastifikatora (smanjenje skupljanja). Usvojen plastifikator SIKA BV-40 (za dozažu od 0,20% redukcija vode od 5%, za dozažu 0,50% redukcija 15%)

Sastav betona B/1



- Potrebne količine komponenti:

⇒ Usvojena redukcija vode 10% i količina plastifikatora 0,35%

→ Nove količine komponenti

$$m_v = 0,90 \cdot 218 = 196 \text{ kg/m}^3$$

$$m_c = \frac{m_v}{\omega} = \frac{196}{0,502} = 390 \text{ kg/m}^3$$

$$m_{ad} = 0,35 \cdot 390 = 1,36 \text{ kg/m}^3$$

⇒ Količina agregata:

$$\frac{m_v}{\gamma_w} + \frac{m_c}{\gamma_{s,c}} + \frac{m_a}{\gamma_{s,a}} + \frac{m_{ad}}{\gamma_{s,ad}} + v_p = 1 \rightarrow m_a = 1758 \text{ kg/m}^3$$

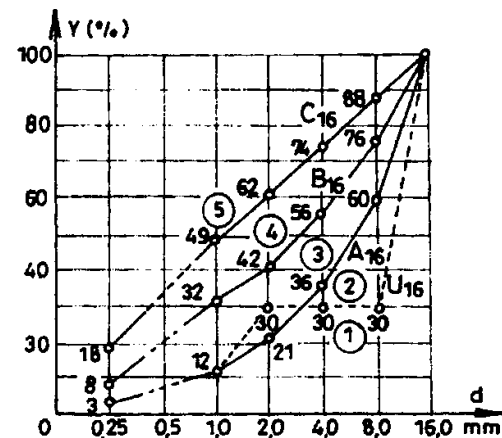
$$\gamma_{b,sv} = m_a + m_c + m_v + m_{ad} = 2345 \text{ kg/m}^3$$

Sastav betona B/1



- Određivanje granulometrijskog sastava
 - ⇒ Odabrati uzornu krivu (prema graničnim krivim – B16 i Fuler)
 - ⇒ $y_4=53\%$; $y_8=73\%$; $y_{16}=100\%$
 - ⇒ Izvršiti eventualne popravke
 - ⇒ Izračunati učešće pojedinih frakcija

Frakcija	Otvori sita (mm)										
	dno	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	31,5	63
0/4	0	1	8,6	32,9	40	45,5	50,4	51	51	51	51
4/8	0	0	0,1	0,1	0,1	0,3	2,5	20,5	22	22	22
8/16	0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	1,6	27	27	27
Ym	0	1,1	8,8	33,2	40,3	46	53,1	73,1	100	100	100



$$\rightarrow X_1 = 0,51 \Rightarrow m_{a,0/4} = 0,51 \times 1758 = 897 \text{ kg/m}^3$$

$$\rightarrow X_2 = 0,22 \Rightarrow m_{a,4/8} = 0,22 \times 1758 = 387 \text{ kg/m}^3$$

$$\rightarrow X_3 = 0,27 \Rightarrow m_{a,16/32} = 0,27 \times 1758 = 474 \text{ kg/m}^3$$

Sastav betona B/1



- Određivanje zrna manjih od 0,25 mm

Najveća frakcija agregata (mm)	Najmanja ukupna količina cementa i čestica manjih od 0,25 mm (kg/m ³)
4 – 8	500
8 - 16	425
16-31.5	350

- Ukupna količina čestica mora biti veća od 425 kg/m³

$$m_c = 390 \text{ kg/m}^3$$

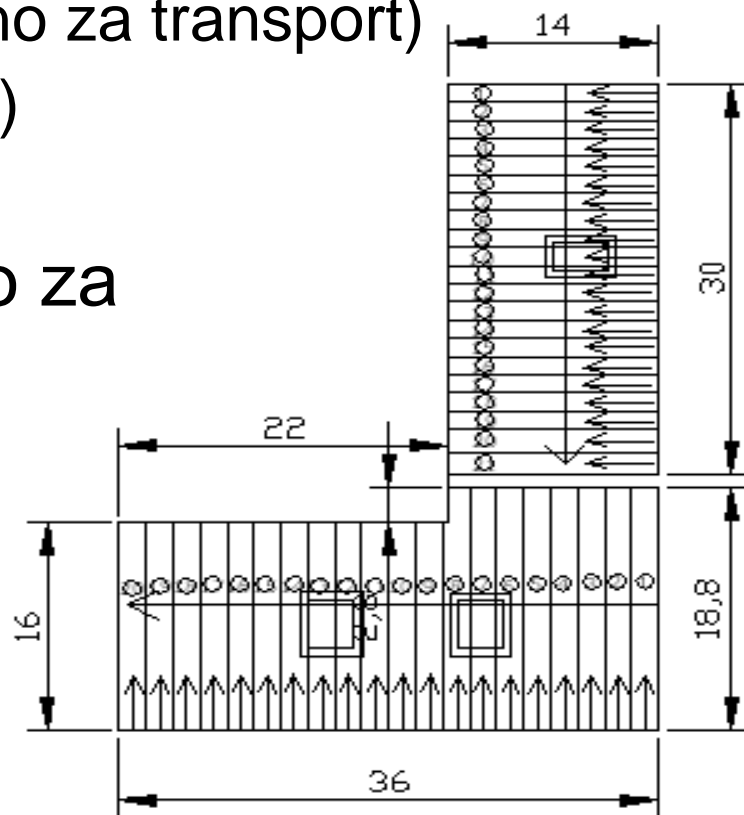
$$m_{a,0-0.25} = 1758 \cdot 0.088 = 155 \text{ kg/m}^3$$

$$m_{0,25} = m_c + m_{a, 0-0.25} = 390 + 155 = 545 \text{ kg/m}^3$$

Plan betoniranja



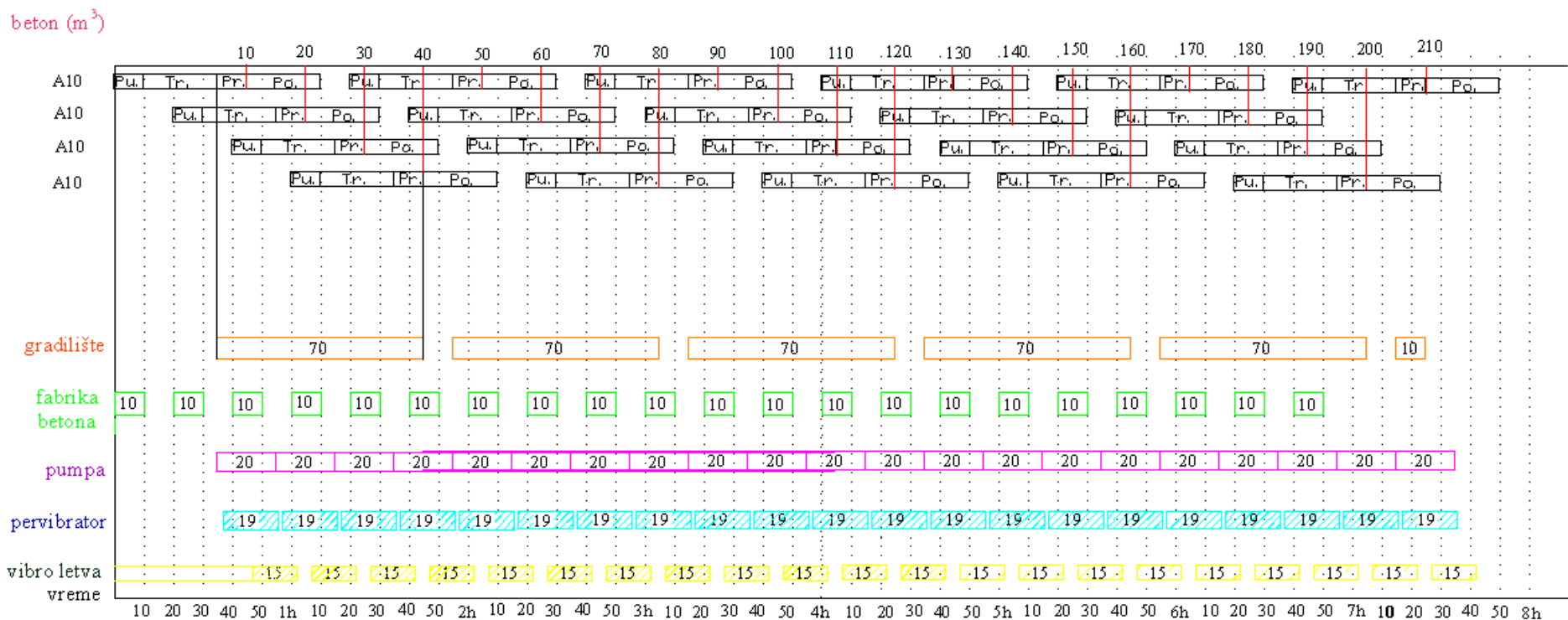
- Definirati opremu kojom se vrši proizvodnja mješavine i betoniranje
 - ⇒ Fabrika betona (tip, učinak)
 - ⇒ Automješalica (vrijeme potrebno za transport)
 - ⇒ Pumpa za beton (vrsta, učinak)
 - ⇒ Pervibrator (vrijeme vibriranja)
- Proračunati vrijeme potrebno za betoniranje
- Definirati tok betoniranja



Plan betoniranja



- Odrediti dinamički plan betoniranja



Plan betoniranja



- Terminski plan oslobađanja konstrukcije od oplata
 - ⇒ 30 % marke betona pri skidanju oplata stubova, zidova i temelja, kao i pri uklanjanju vertikalnih dijelova oplata greda
 - ⇒ 70 % propisane marke betona pri uklanjanju oplata ploča i horizontalnih dijelova oplata greda
- Na osnovu datih uslova određuje se vrijeme uklanjanja oplata svakog elementa posebno

Partije betona



- Primjer:

Broj partije	Vrsta betona	Čvrstoća pri pritisku [MPa]	Količina [m ³]	Broj uzoraka		
				Čvrstoća pri pritisku	Vodonepropusnost	Mras
1.	A	MB 20	82,54	3	-	-
2.	B/1	MB 30	211,4	6	-	-
3.	B/2	MB 30	61,05	3	-	-

Program kontrole saglasnosti sa uslovima projekta konstrukcije



- Kontrola saglasnosti sa uslovima postavljenim kroz projekat konstrukcije sprovodi se ocjenjivanjem postignute marke betona i onih posebnih svojstava betona koja su zahtjevana projektom.
- Ocjenjivanje marke betona pomoću definisanog broja uzoraka i odgovarajućeg kriterijuma za ocjenjivanje.

Ostali dijelovi Projekta betona



- Mjere pri izvođenju radova na niskim i visokim temperaturama
- Oplate i skele – konstrukcija, tip, kontrola
- Njegovanje betona
 - ⇒ Način njegoovanja
 - ⇒ Dužina trajanja njegoovanja



HVALA NA PAŽNJI!