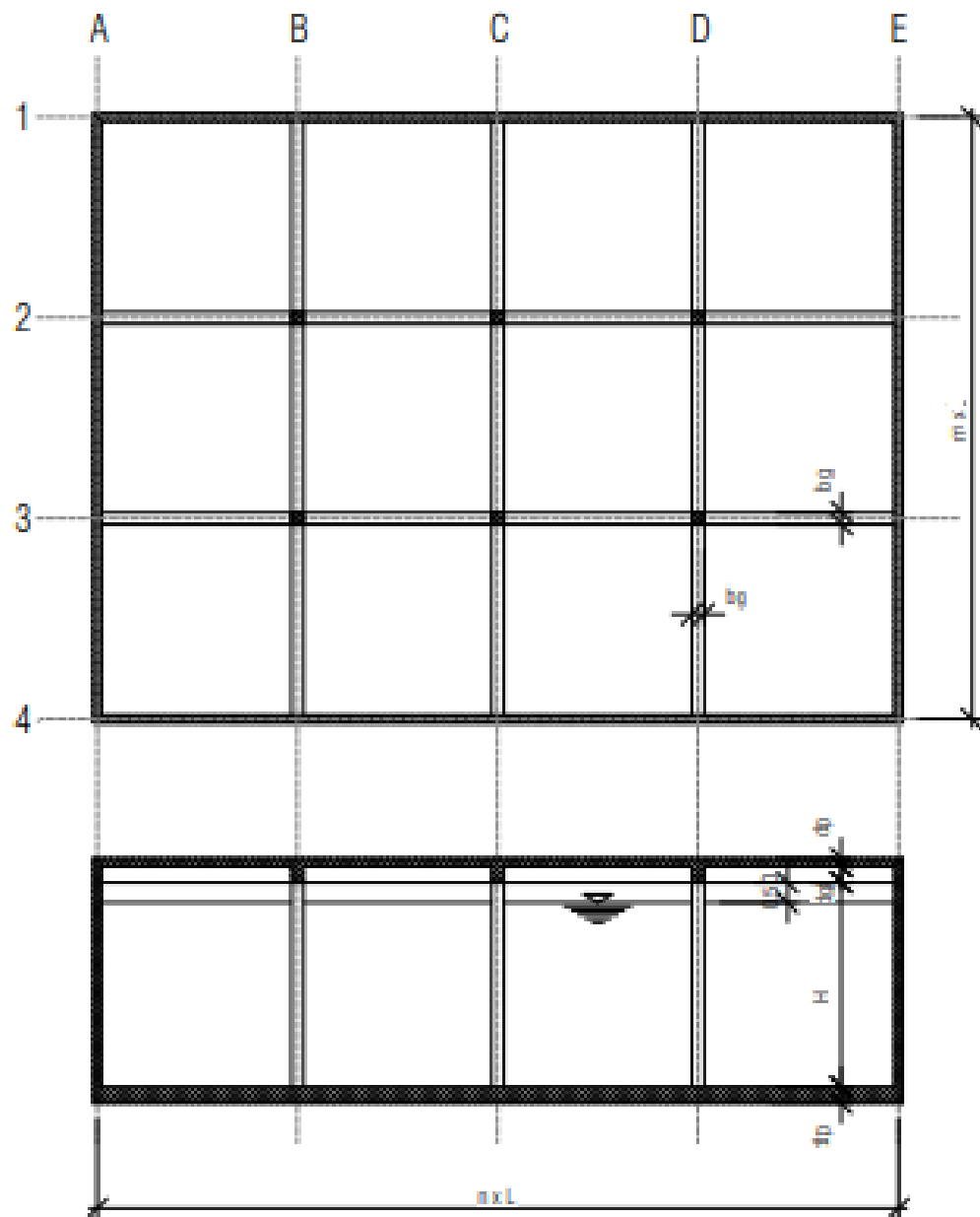


# Rezervoar – Faze Betoniranja

## Napomena:

Na ovom predavanju i vežbanju daju se uputstva za izradu drugog dela elaborata, u skladu sa podacima koji su pojedinačno definisani na postavci zadatka za elaborat (broj polja rezervoara, rasponi, visina, dimenzije elemenata). U postupku koji sledi dati su parametri za proračun na osnovu usvojene opreme (fabrika betona, mikseri, pumpa za beton itd.). U izradi elaborata imate pravo da usvojite i neku drugu opremu, na osnovu podataka sa Interneta ili literature, uz obavezu da prikažete izvor podatke za proračun (kapaciteti, učinci, i sl.)



Распон:  $L = 4.95 \text{ m}$

Број поља:  $n = 3$

$m = 4$

Дебљина плоче:

горња:  $d_p = 16 \text{ cm}$

темељна:  $d_{tp} = 55 \text{ cm}$

Висина воде:  $H = 3.5 \text{ m}$

Димензије греде:

висина:  $d_g = 50 \text{ cm}$

ширина:  $b_g = 36 \text{ cm}$

# Rezervoar – Faze Betoniranja

## Tekstualni deo

- Pod naslovom „Plan betoniranja konstrukcije“ u formi tehničkog opisa koji sadrži:
  - ✦ Opis svake faze betoniranja - definisati mesta radnih razdelnica (pozvati se na crteže). Opisati betoniranje temeljne ploče sa podfazama. Definirati kampade za betoniranje zidova, opisati „čepove“ koji se naknadno betoniraju. Definirati fazu stubova. Definirati betoniranje gornje ploče sa gredama u dve faze sa razdelnicom u trećini raspona (mesto minimalnih uticaja - momenata savijanja)

- ✦ Količine betona po fazama i klasama – može i tabelarno

Tom prilikom treba definisati klase betona (betone koji imaju iste karakteristike), na primer:

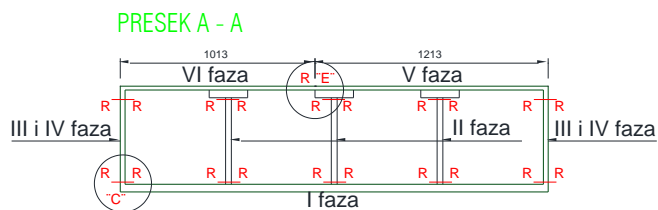
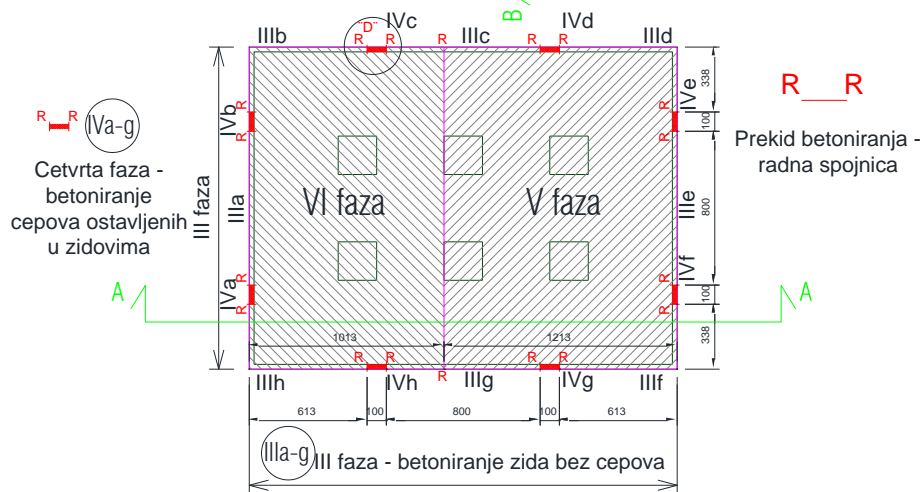
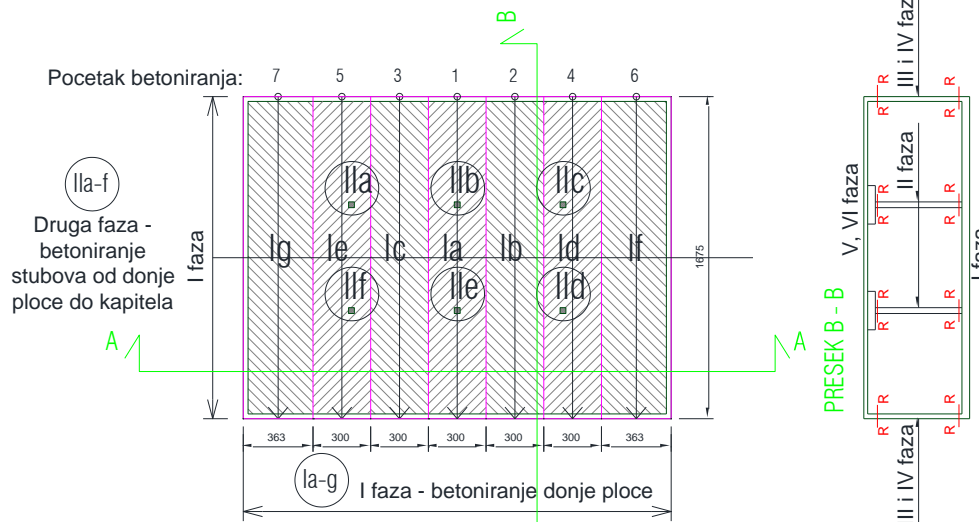
A (definisana klasa C20/30, npr) za gornju ploču, grede i stubove),

B (definisana klasa C20/30, vodonepropustljivost V-III npr) za temeljnu ploču i zidove.

- ✦ Način izvođenja radova i potrebna oprema (u formi tehničkog opisa - nabrojati i kratko opisati opremu koja se koristi (mora da bude u skladu sa onim na šta se poziva u proračunu))

- ✦ Proračun učinaka i vremena betoniranja za temeljnu ploču kao kritičnu fazu (provera usvojenih dimenzija traka podfaza). Neophodno je obezbediti da u svim slučajevima na granici između dve faze razlika u vremenu kada je betoniranje izvršeno (tekuća i prethodna faza) bude manja od vremena početka vezivanja betona, kako bi se obezbedilo pravilno provibriranje betona na granici dve faze.
- ✦ Proračun učinaka i vremena betoniranja za ostale delove konstrukcije (gornja ploča sa gredama, zidovi i stubovi).
- **Grafički deo (crteži u odgovarajućoj razmeri)**
  - Faze – plan betoniranja konstrukcije
    - ✦ Dispozicija - osnove i preseci
    - ✦ Detalji radnih spojnica

# Dispozicija – osnove i preseci

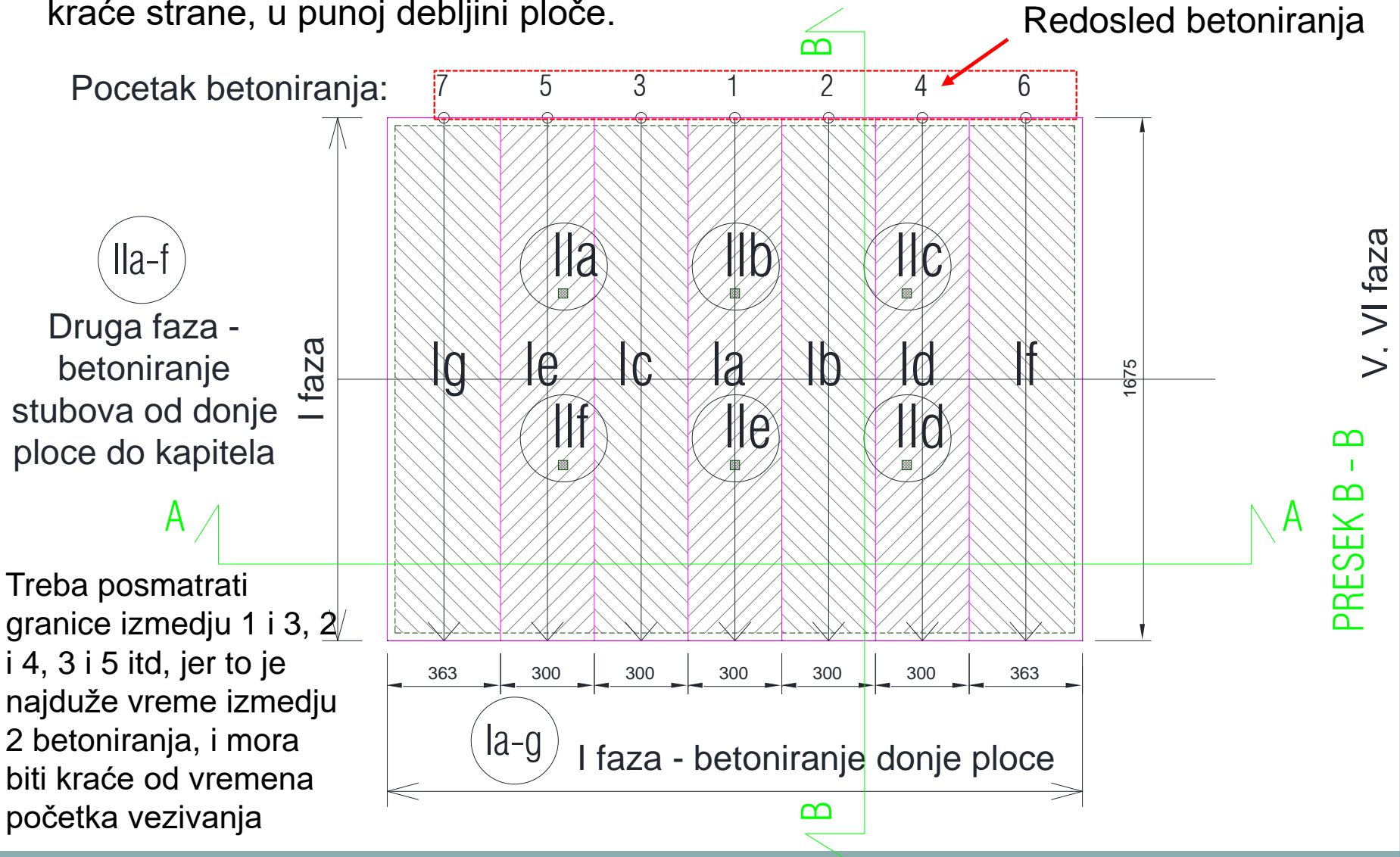


Primer sa kapitelima u  
gornjoj ploči. Analogno  
je sa gredama

CRTEŽ br.  
Faze - Plan betoniranja  
konstrukcije

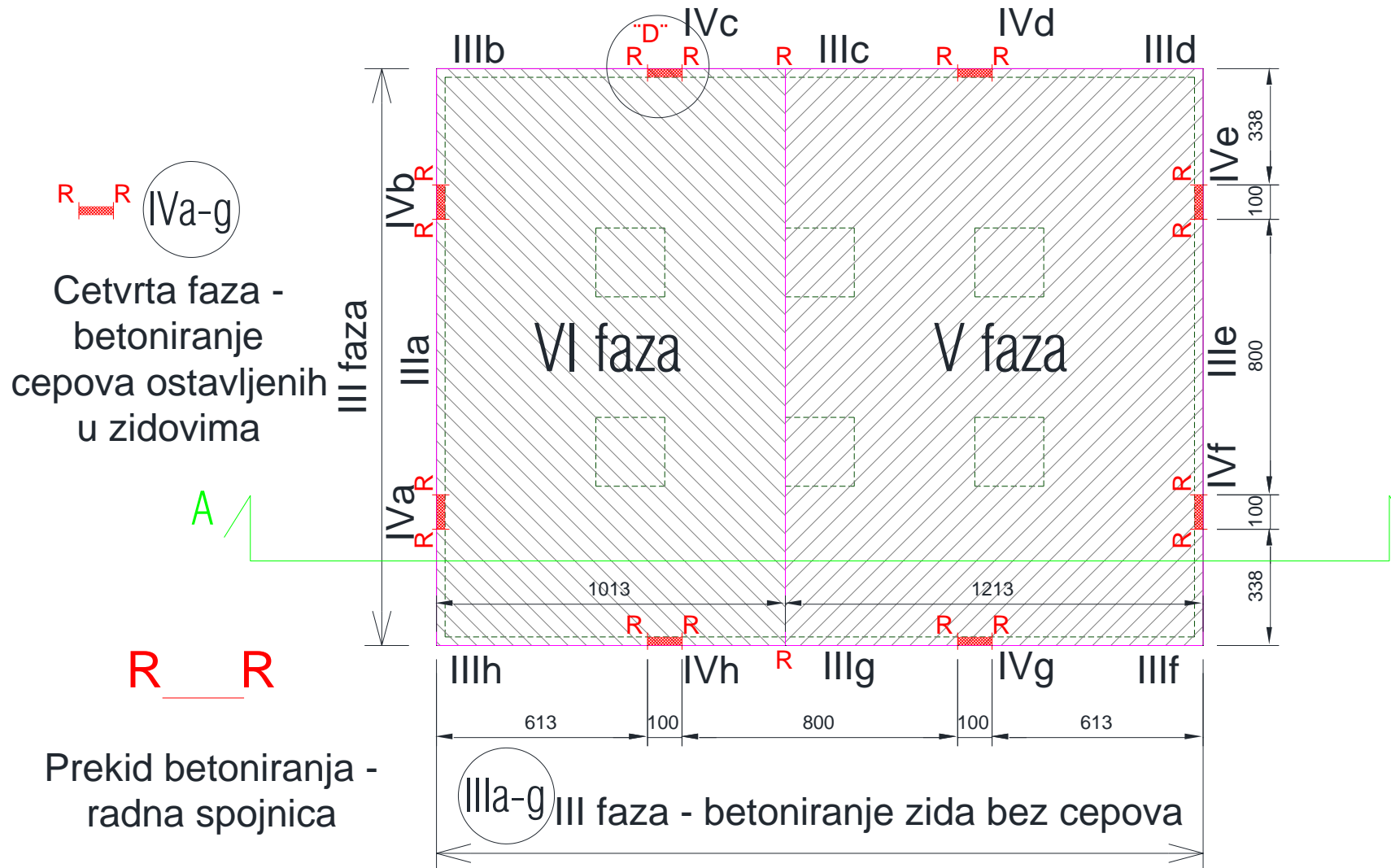
# I faza – podna ploča (primer)

Betoniranje se vrši u trakama (podfazama) širine 3m (primer) duž kraće strane, u punoj debljini ploče.



Treba posmatrati granice između 1 i 3, 2 i 4, 3 i 5 itd, jer to je najduže vreme između 2 betoniranja, i mora biti kraće od vremena početka vezivanja

# Ostale faze - osnova





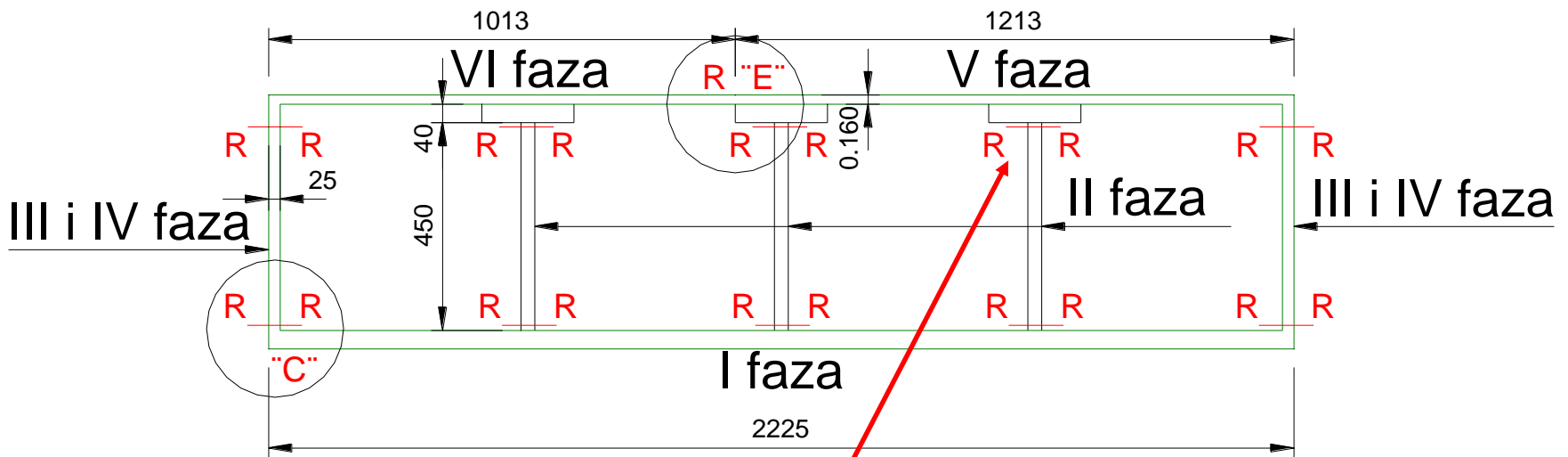
Betoniranje zidova (III faza) se vrši u kampadama dužine do 10m, celom visinom u slojevima od 40-60cm. S obzirom na količine betona i brzinu betoniranja, ovde nije kritično vreme između slojeva

Betoniranje ploče sa gredama ili kapitelima se vrši dve faze (V i VI), na mestu najmanjih momenata ( $\sim 1/3$  raspona ili uz ivicu kapitela).

# Faze betoniranja - presek

Prikaz faza betoniranja i radnih razdelnica u presku

## PRESEK A - A



U slučaju kada je konstrukcija gornje ploče sa gredama, prekidi su neposredno ispod grede

## Količine betona po fazama - primer tabele

Faza betoniranja	Količina betona (m <sup>3</sup> )	Klasa - vrsta
I	151.00	BN
II	2.43	AN
III	75.9	BN
	1.72	BS
IV	8.80	BN
	0.20	BS
V	37.43	AN
VI	47.01	AN
	<b>324.49</b>	

Formirati tabelu proračunom zapremina pojedinih faza prema zadatim dimenzijama konstrukcije. Oznaka N i S u klasama betona znače normalan četvorofrakcijski beton (N) i sitnozrni, trofrakcijski (S), koji se koristi u prvih 10cm nastavka betoniranja na dnu zidova, na mestu vodonepropustnog sloja (vidi detalj na slajdu 27).

# Proračun učinaka za temeljnu ploču kao kritičnu fazu

Kritična faza betoniranja je faza I - betoniranje donje ploče rezervoara – sa podfazama Ia do If

Ukupna količina betona 151 m<sup>3</sup> (zapremina tem. ploče + 10cm zidova).

- trake Ia do Ic po 20.36 m<sup>3</sup>
- trake If i Ig po 25.6 m<sup>3</sup>.

Betoniranje donje ploče izvodi bez prekida bez radnih spojnica, tako da betoniranje dve susedne trake (podfaze) mora da se završi u vremenu manjem od vremena početka vezivanja cementa u betonu.

Usvaja se potrebno vreme betoniranja dve trake od 2 časa koliko je vreme početka vezivanja.

# Karakteristike fabrike betona

## (karakteristike iz kataloga proizvođača)

	ABS 18	ABS 24	ABS 35	ABS 50	ABS 60
Kapacitet svežeg betona(m3/h)	15-18	20-24	30-35	45-50	60
Suvo punjenjemešalice(l)	375	500	750	1125	1500
Šarža svežeg betona (l)	300	400	600	900	1200
Dozvoljena veličina granulata (četvrtasti / okrugli) (mm)	50/70	50/70	50/70	50/70	50/70
Jačina vage za agregat (kg)	1000	1000	1500	2000	3000
Jačina vage za cement (kg)	200	200	300	400	600
Potreban protok vode (m3 / h)	10	10	20	20	50
Potreban pritisak vode (bar)	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6
Krajnja vrednost brojačnika vodomera (l)	100	100	200	200	300
Potreban kapacitet pužnog Transportera za cement(t/h)	16	16	30	30	45
Potreban kapacitet skrepera ( m3 /h)	30	30	35-60	60-80	60-80
Masa betonare (kg)	6000	7000	12000	13000	15000
Instalisana snaga betonare (bez pužnih transportera i skrepera) (kW)	20	25	35	46	55
Električni priključak	220/380V	220/380V	220/380V	220/380V	220

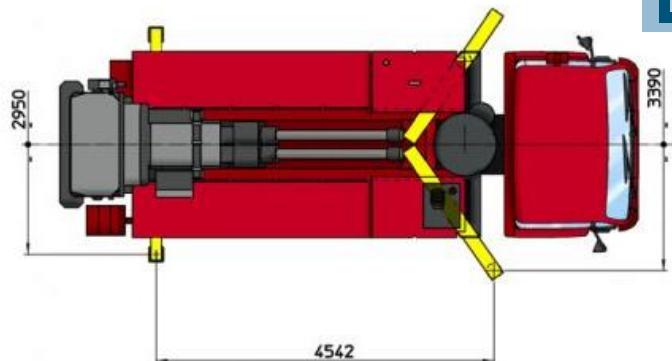
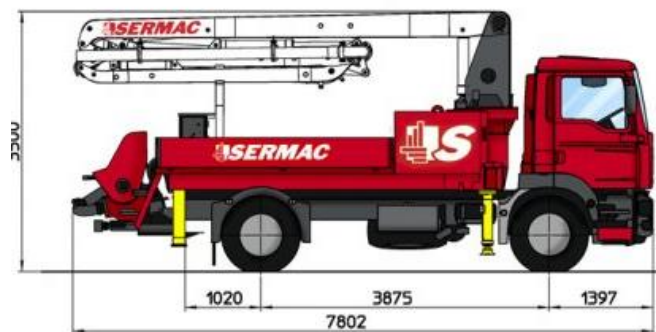
## Primer fabrike betona:

- silosi za cement
- centralni deo sa mešalicom i komandnom sobom
- boksovi sa agregatom separisanim po frakcijama
- fabrička mešalice se prazni automešalicu ispod



# Karakteristike pumpe za beton

(karakteristike iz kataloga proizvođača)



## GRUPPO POMPANTE › dati tecnici PUMPING UNIT › SPECIFICATIONS

		SCH 60	SCM 80A	SCM 100A
PORTATA MASSIMA TEORICA (MAX)* LATO STELO	TH. CONCRETE OUTPUT (MAX.)* ROD SIDE	60 m <sup>3</sup> /h (78 cy/h)	80 m <sup>3</sup> /h (104 cy/h)	100 m <sup>3</sup> /h (130 cy/h)
PRESSIONE SUL CALCESTRUZZO (MAX)* LATO STELO	CONCRETE PRESSURE (MAX.)* ROD SIDE	69 bar 999 p.s.i.	61 bar 884 p.s.i.	61 bar 884 p.s.i.
CORSE AL MINUTO (MAX)* LATO STELO	NO. OF STROKES (MAX.)* ROD SIDE	28 min	20 min	25 min
DIAMETRO PISTONI	PISTON DIAMETER	180 mm	230 mm	230 mm
CORSA PISTONI	STROKE LENGTH	1400 mm	1600 mm	2000 mm
POTENZA TRAMITE	POWERED BY	PTO	PTO	PTO
CAPACITÀ TRAMOGGIA	CONCRETE HOPPER	400 l	550 l	550 l

Praktični učinak:

- $U_p = U_t \times K_v \times K_r$ ;  $K_v=0.6-0.75$ ,  $K_r=0.95$   
( $K_v$  koef. korišćenja radnog vremena,  $K_r$  koef. rastresitosti)
- **SCM 100A** (teorijski učinak  $U_t=100 \text{ m}^3/\text{h}$ )
- $U_p = 100 \times 0.65 \times 0.95 = 61.72 \text{ m}^3/\text{h} \approx 62 \text{ m}^3/\text{h}$

U trake If i Ig treba ugraditi po 25.6 m<sup>3</sup>, u susedne trake po 20,36 m<sup>3</sup>, dakle za dve trake ukupno:

$$(25.6 \text{ m}^3 + 20.36 \text{ m}^3)/2\text{h} = 45.96/2 \approx 23 \text{ m}^3/\text{h}$$

što je manje od teorijskih kapaciteta usvojene fabrike betona (45m<sup>3</sup>/h, slajd 11), odnosno autopumpe (62m<sup>3</sup>/h, slajd 13), problem se svodi na dimenzionisanje potrebnog broja automiksera sa usvojenim kapacitetom od 6 m<sup>3</sup>.



# Karakteristike automešalica

## “PROGRES”

(karakteristike iz kataloga proizvođača)



		AM3	AM4 AM4S	AM5 AM5S AM5A	AM6 AM6S	AM7 AM7S AM7SP	AM8 AM8S AM8SP	AM10
Kapacitet	Lit.	3000	4000	5000	<b>6000</b>	7000	8000	10000
Geometrijska zapremina	Lit.	6940	7730		<b>10150</b>			16750
Broj obrta doboša	min-1	0-14	0-14	0-14	<b>0-14</b>	0-14	0-14	0-14
Rezervoar za vodu	Lit.	400	400	700	<b>700</b>	700	850	850
Priključak za vodu		2#	2#	2#	<b>2#</b>	2#	2#	2#
Visina automešalice(bez vozila)	mm	2340	2370	2455	<b>2540</b>	2670	2630	2610
Dužina mešalice(bez vozila)	mm	4700	4820	5030	<b>5380</b>	5600		8150
Masa nadgradnje	kg	2950 3300	3100 3400	3350 3650 4100	<b>3450 3800</b>	3700 4050 6500	4500 4900 7100	8500

- Maksimalne količine betona koju je potrebno ugraditi za 1 čas je  $23 \text{ m}^3$
- Za betoniranje kritičnih podfaza, za 1 čas potrebno je :  $23.0/6 = 3,83 \approx 4$  usvojene automešalice.
- Teorijski potreban minimalni broj automešalica je 3.83, sledi da je za ugradjivanje količine betona od  $23 \text{ m}^3/\text{h}$  neophodno da se automešalice prazne na gradilištu svakih

$$60 \text{ min}/3.83 = 15.54 \approx 16 \text{ min.}$$

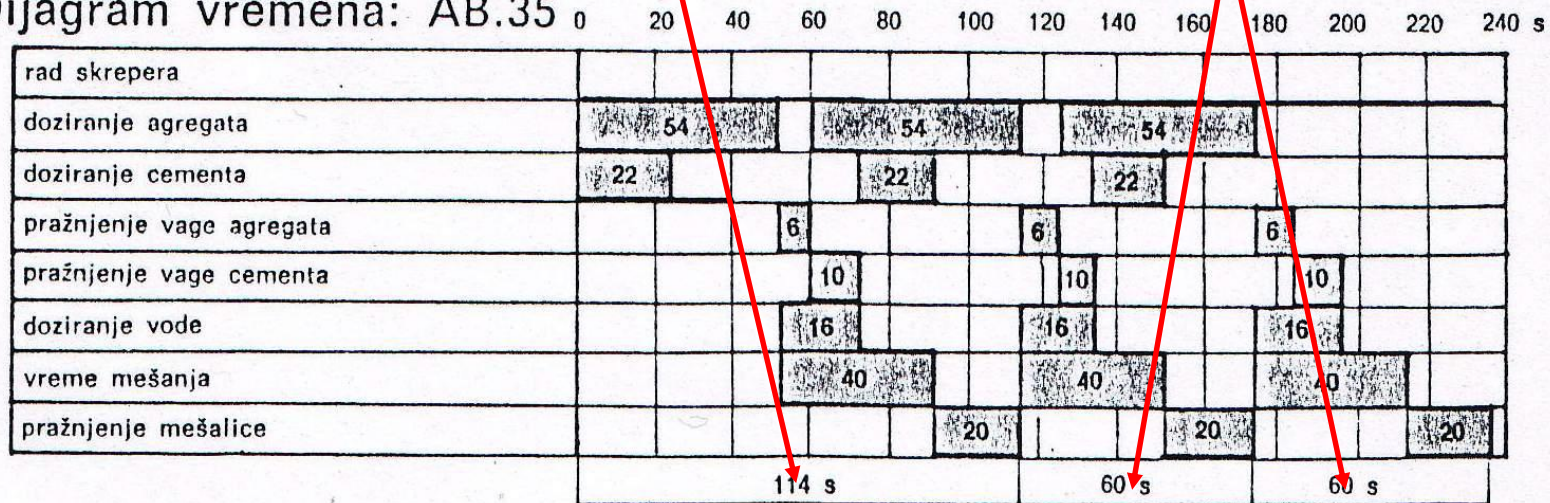
Treba proveriti da li se atomešalica može napuniti u fabrici betona za zadato vreme. Vreme transporta od fabrike do gradilišta nije od značaja, jer će proces spravljanja i transporta započeti za toliko ranije.

Trajanje ciklusa u radu mešalice u fabrici betona po šaržama (jednom punjenju mešalice (ovde 900l (0.9m<sup>3</sup>), vidi slajd 11)

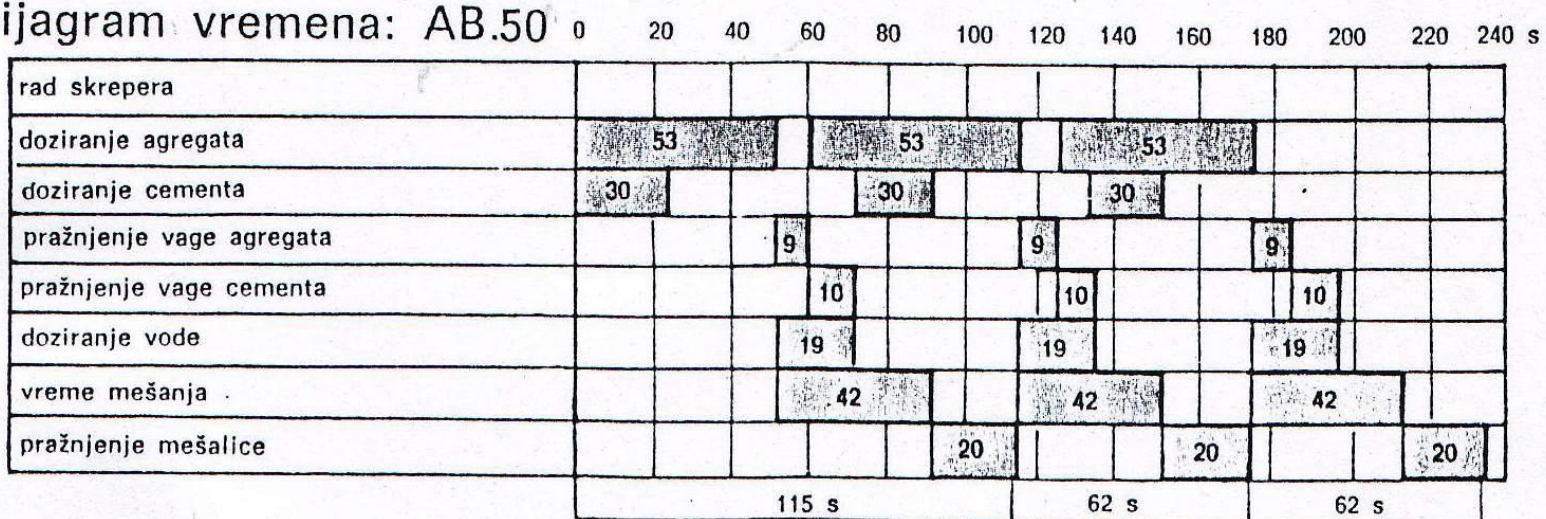
prva šarža

ostale šarže

Dijagram vremena: AB.35



Dijagram vremena: AB.50



- U konkretnom slučaju šarža svežeg betona za usvojenu fabriku betona iznosi 0,9 m<sup>3</sup>, pa sledi da je za punjenje jedne automešalice potrebno ukupno

$$6,0/0,9 = 6,67 \approx 7 \text{ šarži}$$

- Odgovarajuće vreme rada mešalice, uključujući i njeno pražnjenje iznosi:

$$115s + 6 \times 62s = 487s \rightarrow 487/60 = 8,1 \text{ min.} \approx 8 \text{ min.}$$

- Vreme rada mešalice je daleko manje od 16 min (potrebno vreme pražnjenja automešalice na gradilištu).

- Ukupno vreme spravljanja, transporta i ugradjivanja (zbijanja) količine od 6 m<sup>3</sup> betona :
    - vreme punjenja automešalice 8 min
    - vreme spoljašnjeg transporta betona (procenjeno) 20 min
    - vreme pražnjenja automešalice, (na osnovu kapaciteta autopumpe 62m<sup>3</sup>/h)  $6/62 = 0,097 \approx 0,1$  čas 6 min
    - vreme zbijanja betona (procenjeno) 5 min
- 
- ukupno: 39 min

**39 min < 2 časa**

**Zaključak: usvojena tehnološka oprema je dovoljna za projektovanu zapreminu ugrađenog betona na sat**



# Proračun potrebnog broja pervibratora

## Karakteristike dubinskih vibratora

(karakteristike iz kataloga proizvođača)

### ELEKTRIČNI PERVIBRATOR

Tehnički podaci:

Pervibrator — tip

Elektromotor:

snaga elektromotora  
nominalne struje  
broj okretaja  
frekvencija

Transformator:

snaga transformatora  
primarni napon  
sekundarni napon  
dužina prik. kabla  
presjek kabla  
težina transformatora

Opšti podaci:

prečnik glave  
br. okret. sav. vratila  
broj vibracija  
dužina gum. crijeva  
dužina igle  
radijus dejstva vibr.  
težina gum. cr. sa igl.  
težina perv. sa kablom  
granulat šljunka

	EPNN 30	EPNN 45	EPNN 60
snaga elektromotora	1,5 KW	1,5 KW	1,5 KW
nominalne struje	2,74/24,8 A	2,74/24,8 A	2,74/24,8 A
broj okretaja	3000 o/min	3000 o/min	3000 o/min
frekvencija	50 Hz	50 Hz	50 Hz
snaga transformatora	380/40 V	380/40 V	380/40 V
primarni napon	1,8 KVA	1,8 KVA	1,8 KVA
sekundarni napon	3×380 V	3×380 V	3×380 V
dužina prik. kabla	3×40 V	3×40 V	3×40 V
presjek kabla	15 m	15 m	15 m
težina transformatora	3×6 mm <sup>2</sup>	3×6 mm <sup>2</sup>	3×6 mm <sup>2</sup>
	45 kg	45 kg	45 kg
prečnik glave	Ø 30	Ø 45	Ø 60
br. okret. sav. vratila	2850 o/min	2850 o/min	2850 o/min
broj vibracija	17500 V/min	16500 V/min	12000 V/min
dužina gum. crijeva	5 m	5 m	5 m
dužina igle	520 mm	450 mm	335 mm
radijus dejstva vibr.	520 mm	600 mm	600 mm
težina gum. cr. sa igl.	14,3 kg	15,6 kg	1,9 kg
težina perv. sa kablom	29,3 kg	30,5 kg	33,5 kg
granulat šljunka	isp. 30 mm	isp. 40 mm	isp. 50 mm

- Za usvojen tip pervibratora EPNN 45 učinak iznosi:  

$$U = 60 \times L \times R_d^2$$

$$U = 60 \times 0,45 \times 0,60^2 = 9.72 \text{ m}^3/\text{h}$$
- Za količinu betona od  $23\text{m}^3/\text{h}$  broj pervibratora, iznosi  
 $23.0/9,72 = 2,37 \approx 3$  komada

Sa usvojenim učinkom od  $23 \text{ m}^3/\text{h}$  ukupno trajanje betoniranja donje ploče je:  $151/23 = 6.56 \approx 7\text{h}$ .

# Proračun trajanja ostalih faza betoniranja

Provera za opremu usvojenu za kritičnu fazu temeljne ploče

- **Betoniranje stubova rezervoara (faze IIa do IIc)**
  - podrazumeva ugradjivanje ukupno 2,43 m<sup>3</sup> betona
  - potreban je jedan automikser, ispunjen sa cca 50% svog kapaciteta
  - trajanje betoniranja manje od 2 časa



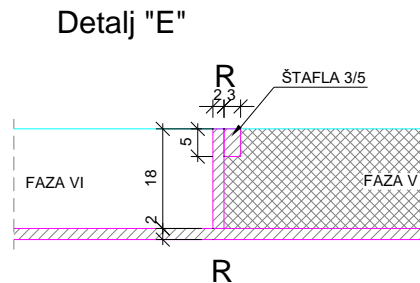
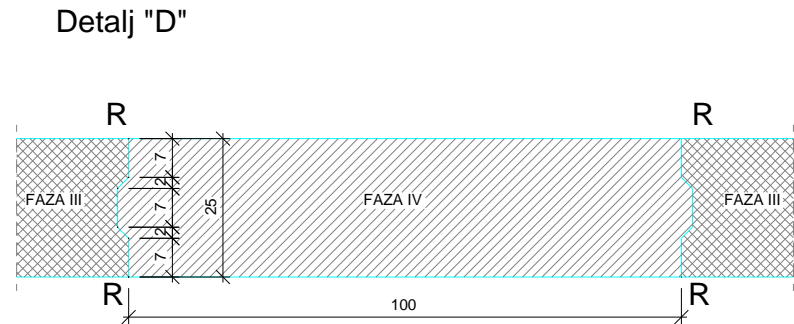
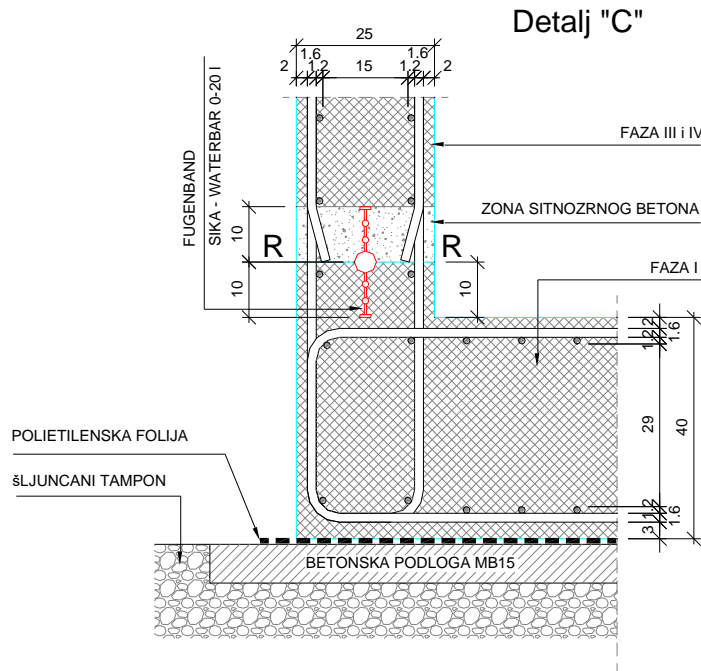
- Betoniranje zidova rezervoara u kampadama (faze IIIa do IIIh)
  - prethodno se ugrađuje sitnozrni beton na spoju donje ploče i zidova ( $1.72 \text{ m}^3$  - cca 1/3 kapaciteta automešalice)
  - ugradjivanje količine betona od  $74.17 \text{ m}^3$  u slojevima visine cca 40 cm
  - količina betona u jednom sloju iznosi cca  $8 \text{ m}^3$ , ugradjivanje u vremenu manjem od 2 časa.
  - pri betoniranju ove faze koriste sve 4 usvojene automešalice, (učinak  $23 \text{ m}^3/\text{h}$ ) → vreme potrebno za betoniranje:  
 $(74.1 + 1.72) / 23 = 75.89 / 23 = 3,3 \text{ časa} \approx 3,5 \text{ časa}$

- Betoniranje "čepova" u zidovima rezervoara (faze IVa do IVh)
  - prethodno se ugrađuje sloj sitnozrnog betona na spoju donje ploče i zida, u količini od ukupno 0.20 m<sup>3</sup>
  - ugradjivanje 8.60 m<sup>3</sup> krupnozrnog betona u slojevima visine cca 40 cm
  - koristi se samo jedan automikser. Trajanje betoniranja cca:  
 $(8,60 + 0,20)/(23,0/4) = 8,80/5,75 = 1,53$  časa  $\approx 2$  časa.
- Betoniranje ove faze treba otpočeti 6 do 8 dana nakon završetka betoniranja III faze.

- Betoniranje gornje ploče rezervoara - faze V i VI
  - Količine betona u ovim fazama iznose 48,94 m<sup>3</sup> (faza V) i 36,67 m<sup>3</sup> (faza VI)
  - trajanje betoniranja sa četiri automešalice (23m<sup>3</sup>/h):
    - ✦ faza V:  $37.43/23 = 1.62$  časa  $\approx 2$  časa
    - ✦ faza VI:  $47.01/23 = 2.01$  časa  $\approx 2$  časa

Napomena za izradu elaborata: Pri određivanju dimenzija traka (podfaza betoniranja) temeljne ploče, težiti da količina betona koja se ugrađuje bude od 20 do 35m<sup>3</sup>/h (samo preporuka, nije pravilo). Pri tome širina traka ne bi trebalo da bude uža od 2m, niti šira od 5m. S obzirom da je maksimalna debljina temeljne ploče 60cm, u svim slučajevima je betoniranje u jednom sloju. Usvojiti da je vreme početka vezivanja betona 2h. Ono generalno može biti produženo, upotrebom sporovezujućih cementa i aditiva reterdera.

# Plan – faze betiniranja - Detalji

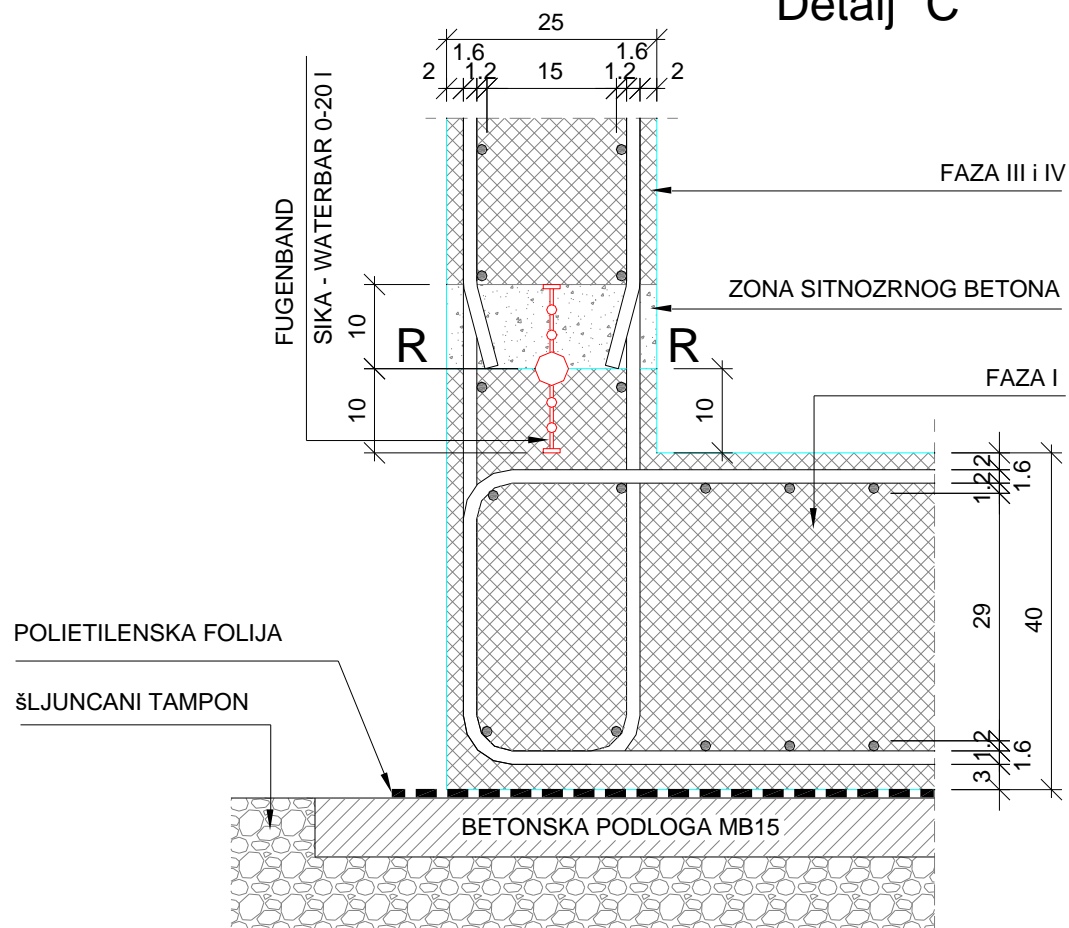


CRTEŽ br.  
Faze - Plan betoniranja  
konstrukcije - detalji

**Napomena:**  
Za konkretne podatke o dimenzijama elemenata konstrukcije nacrtati detalje u razmeri

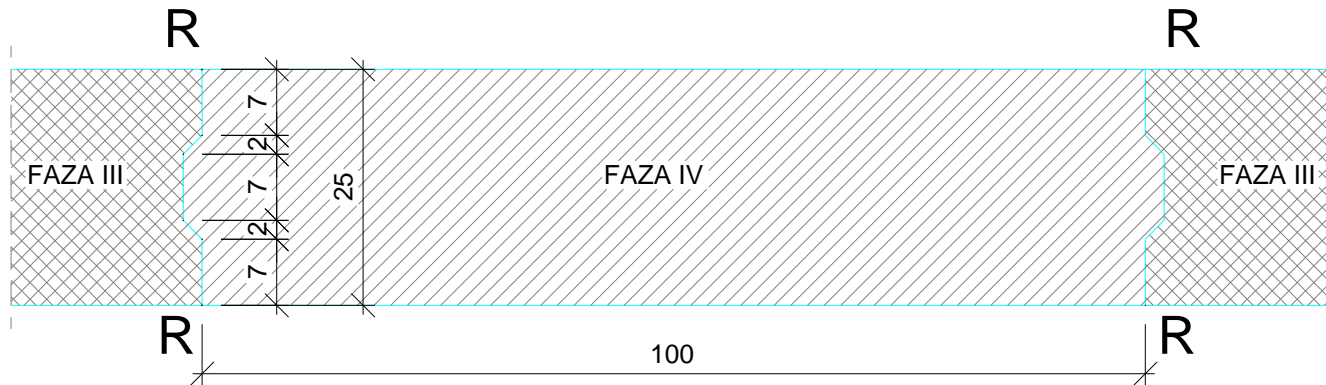
# Detalj horizontalne spojnice na spoju zidova i podne ploče

## Detalj "C"



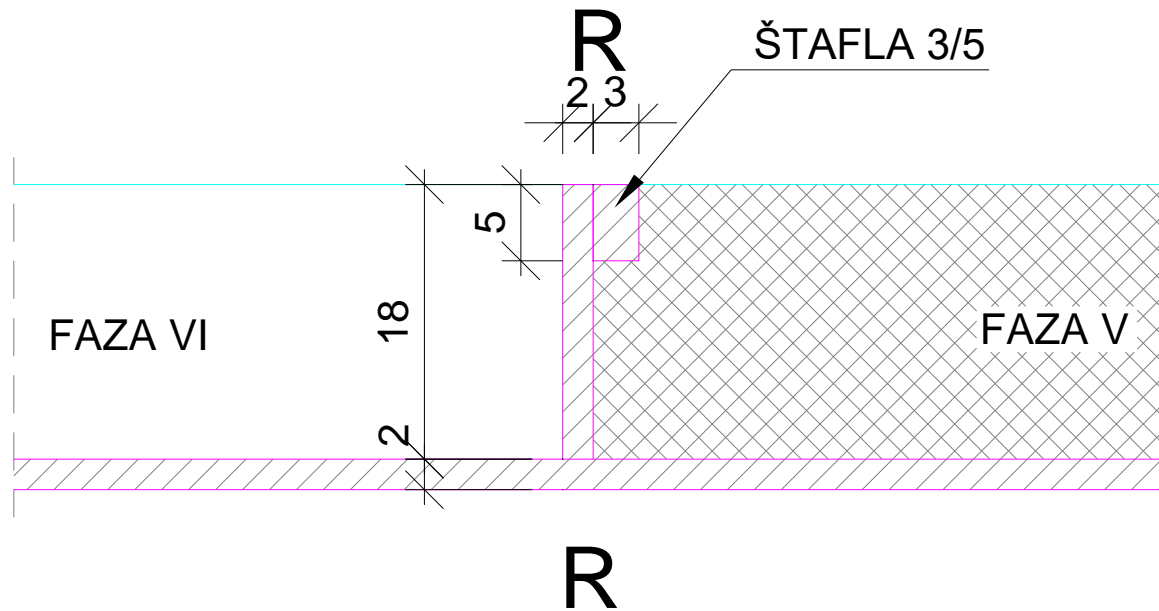
# Detalj čepova u zidovima

Detalj "D"



# Detalj radne spojnice u gornjoj ploči

## Detalj "E"

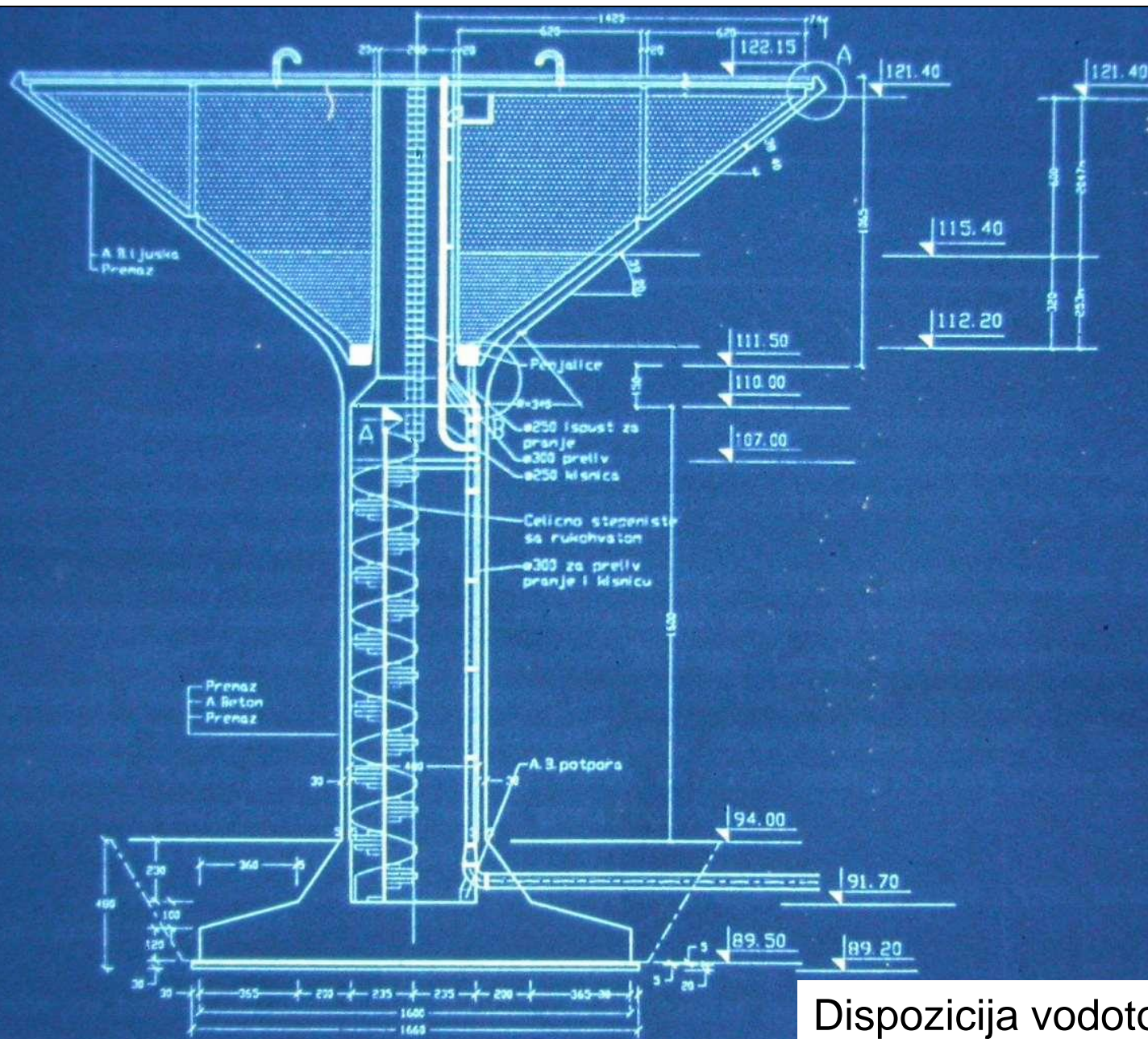


## **Primer: Vodotoranj “Letnjikovac” u Šapcu**

Primer kritične faze betoniranja kružne temeljne ploče prečnika 16m, sa dve aotopumpe, u trakama debljine 6x30+40cm, širina trake 160cm

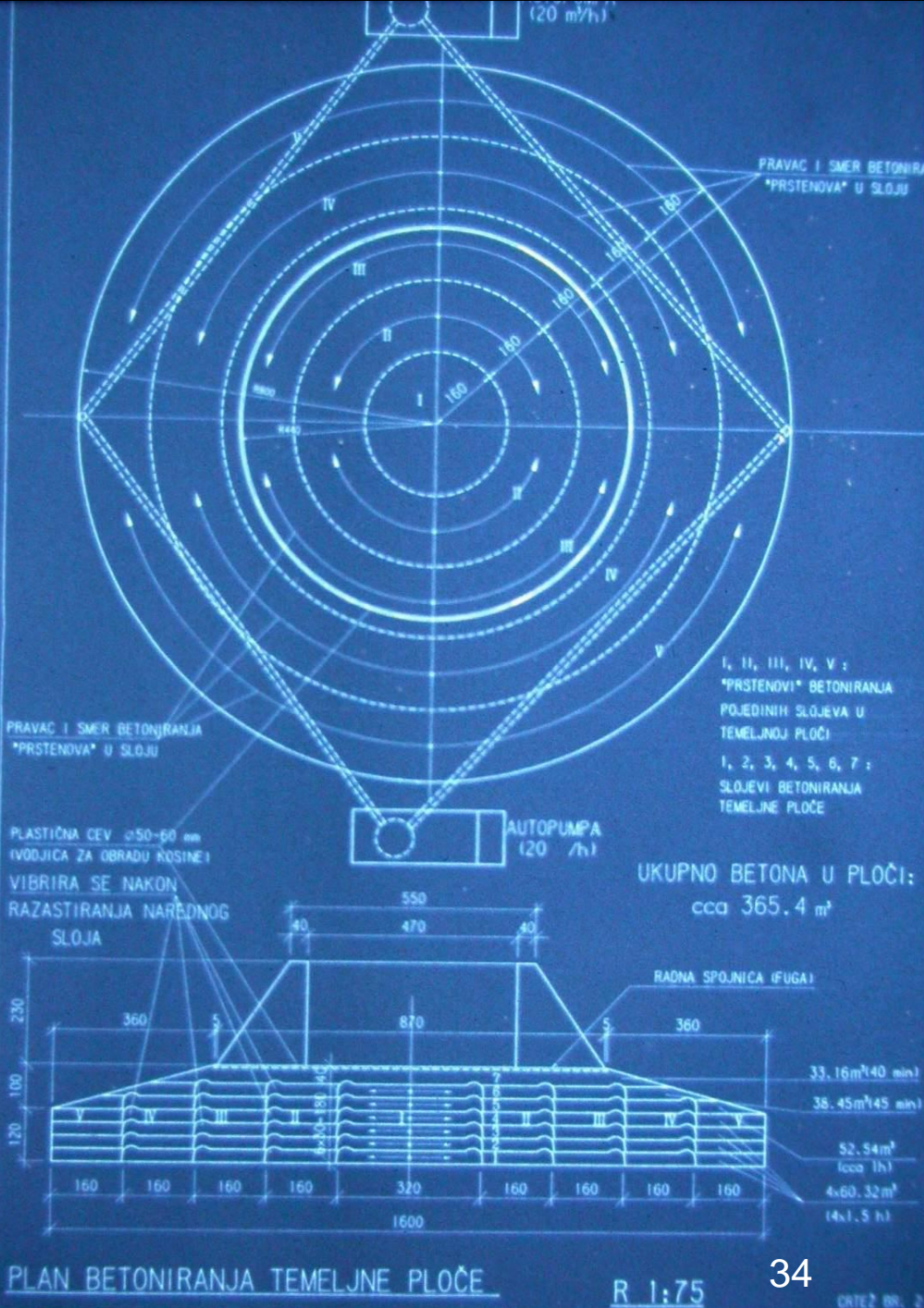
Dalje, prkazane su faze betoniranja temeljne čaše i prstena na spoju cilindrične i konusne ljuske





Slika 33.

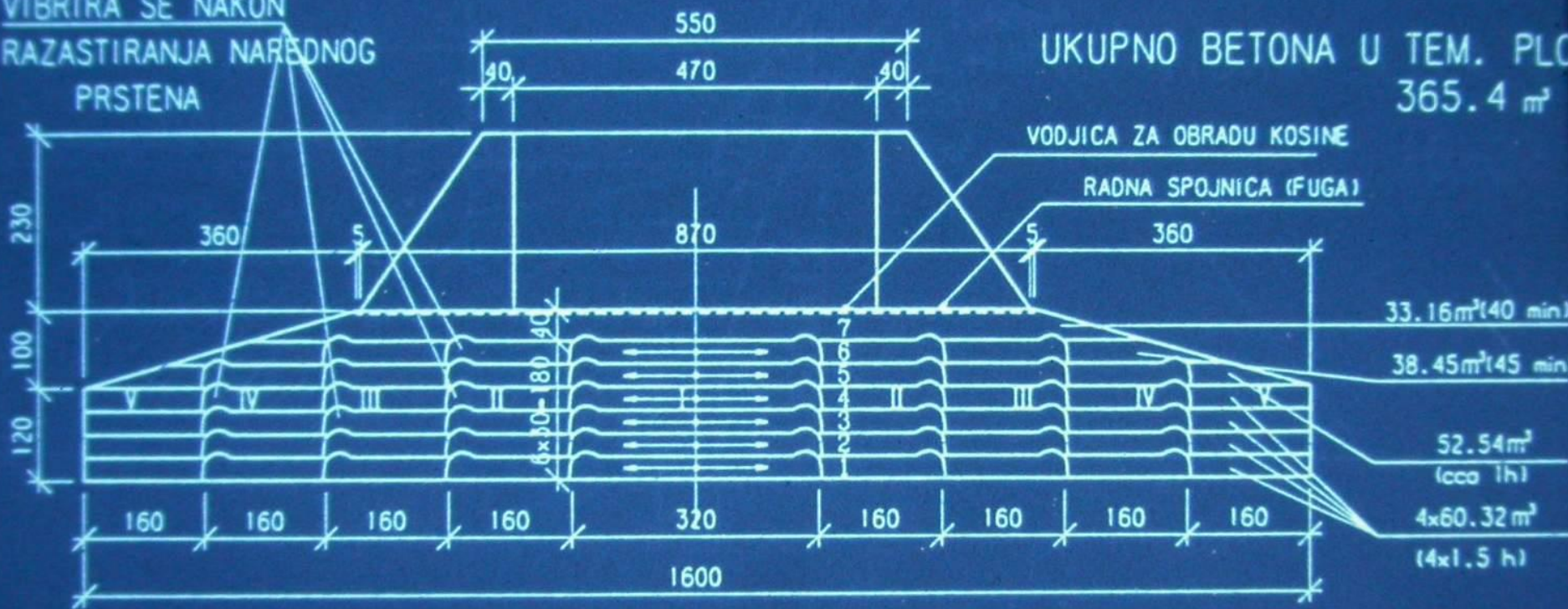
Dispozicija vodotornja  
Presek kroz rotaciono  
simetričnu konstrukciju



- Kapacitet autopumpe 20m<sup>3</sup>/h
- Dve pumpe 40m<sup>3</sup>/h
- Zapremina kritične podfaze 60.32m<sup>3</sup> (zapremina sloja cele površine, debljine 30cm)
- Vreme betoniranja kritične faze:  
 $60.32/40 = 1.5h < 2h$

VIBRIRA SE NAKON  
RAZASTIRANJA NAREĐNOG  
PRSTENA

UKUPNO BETONA U TEM. PLOČE  
365.4 m<sup>3</sup>



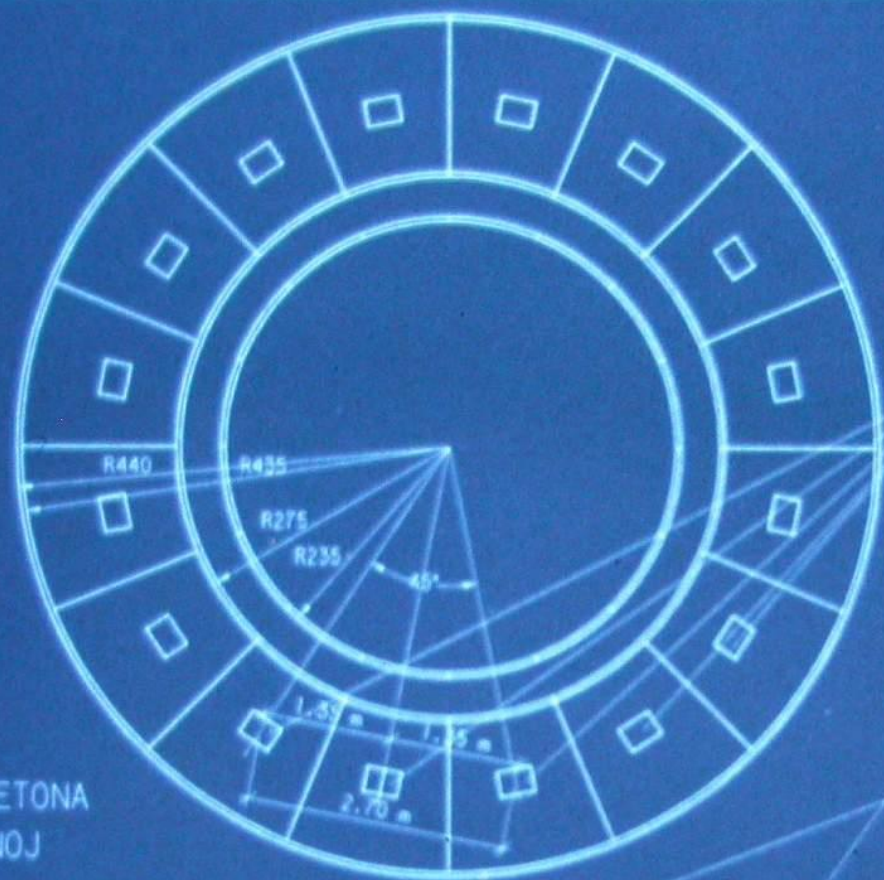
PLAN BETONIRANJA TEMELJNE PLOČE

Slika 2.

PLAN BETONIRANJA  
TEMELJNE ČAŠE  
I OBRADA RADNE FUGE

R 1:50

SVAKI SEGMENT SPOLJNE  
OPLATE TREBA DA IMA "PROZOR"  
ZA UNOŠENJE BETONA



UKUPNO BETONA  
U TEMELJNOJ  
ČAŠI :  
52.7 m<sup>3</sup>



VARIJANTNO (BOLJE !) REŠENJE: OVAJ DEO  
OPLATE MONTIRATI NAKON BETONIRANJA  
PRVA 4 SLOJA ISTUBOVI I KOSNICE NEPREKINUTI,  
POSTAVLJENI SU SA DONJIM DELOM OPLATE !  
TEMELJNA PLOČA

6-7 SATI NAKON UGRADNJE POSLEDNJEG SLOJA  
TEM. PLOČE, ISPRATI JAKIM MLAZOM VODE

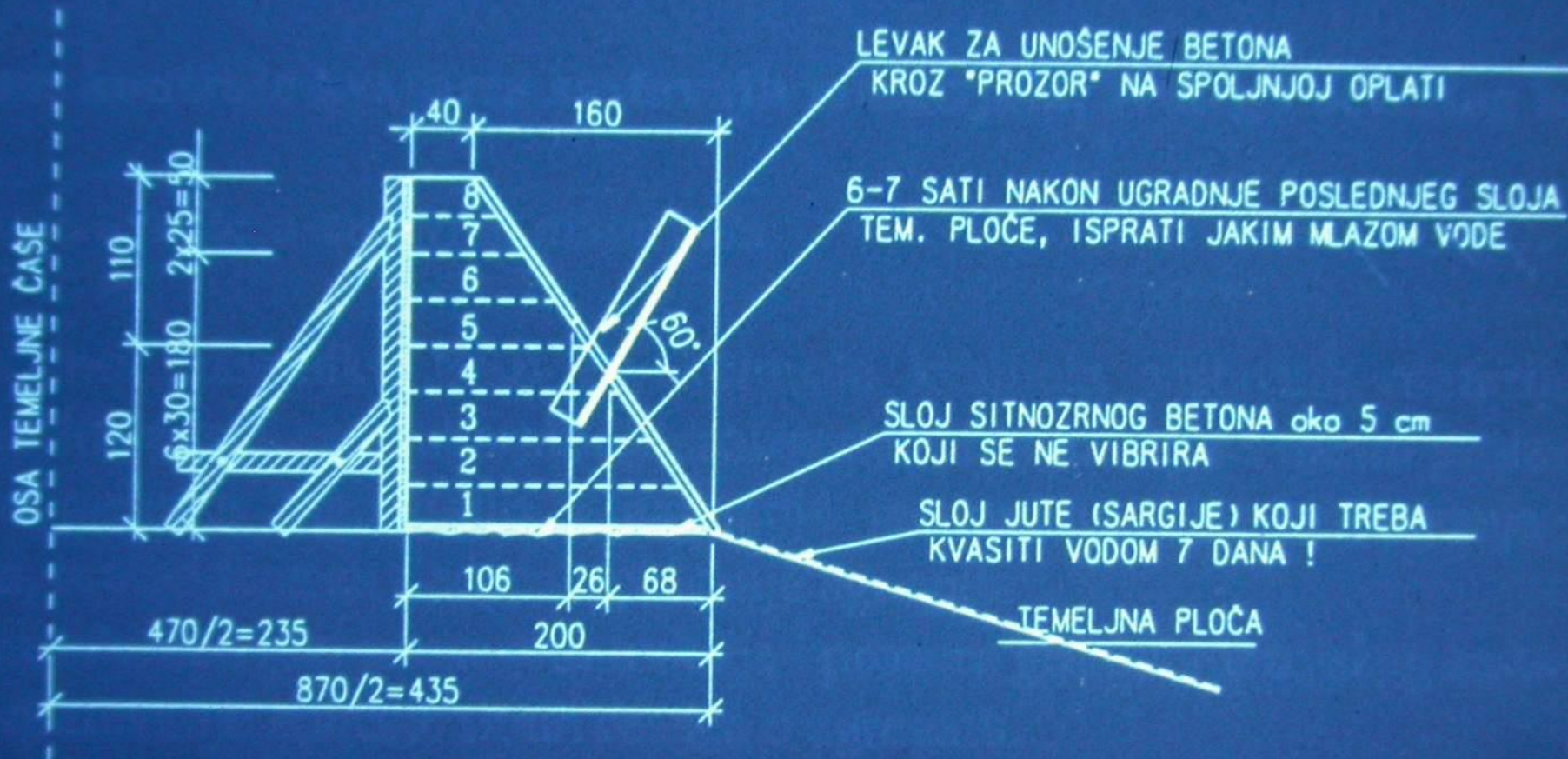
SLOJ SITNOZRNOG BETONA OKO 5 cm  
KOJI SE NE VIBRIRA

SLOJ JUTE (SARGIJE) KOJI TREBA  
KVASITI VODOM 7 DANA !

TEMELJNA PLOČA

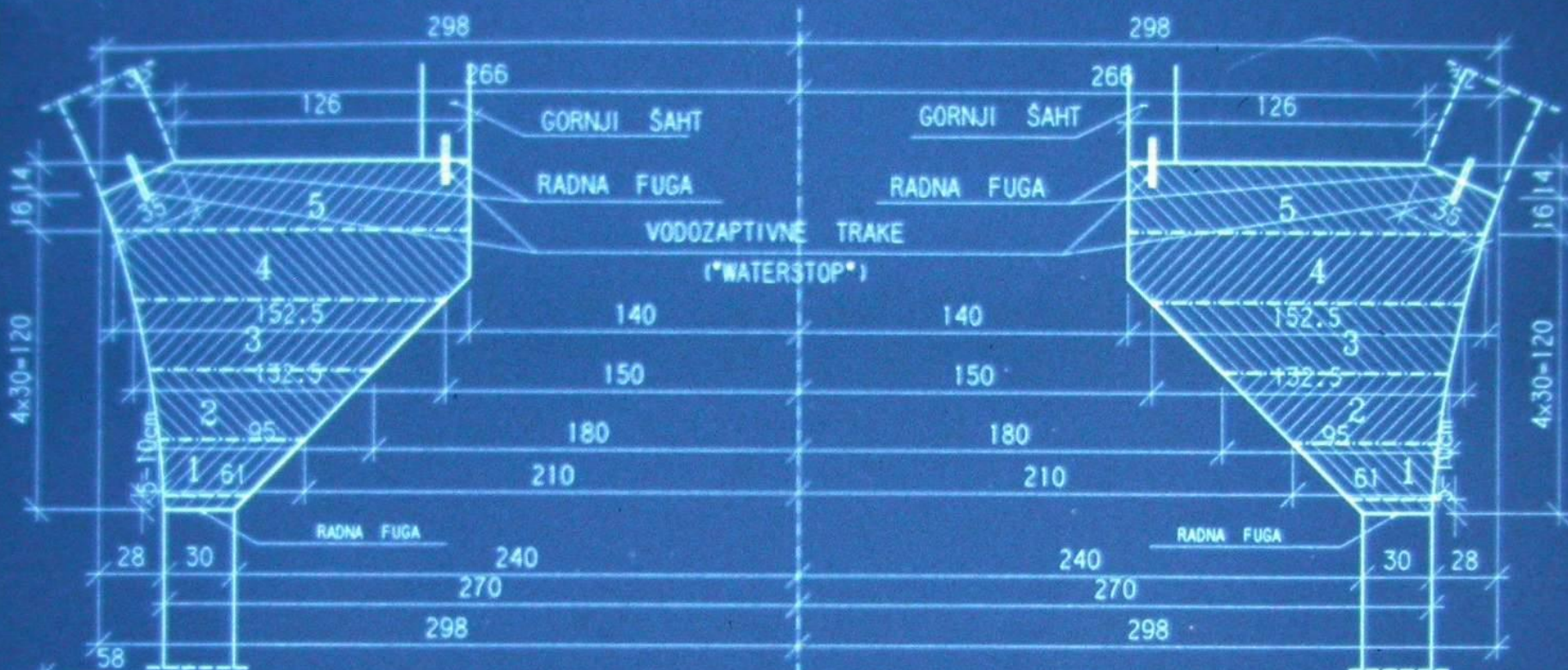
CRTEŽ BR. 3

UKUPNO BETONA U TEM. ČAŠI: 52.7 m<sup>3</sup>



PLAN BETONIRANJA TEMELJNE ČAŠE

Slika 3.



LEVAK OD LIMA d=1 mm  
ZA UNOŠENJE PRVA  
2-3 SLOJA BETONA

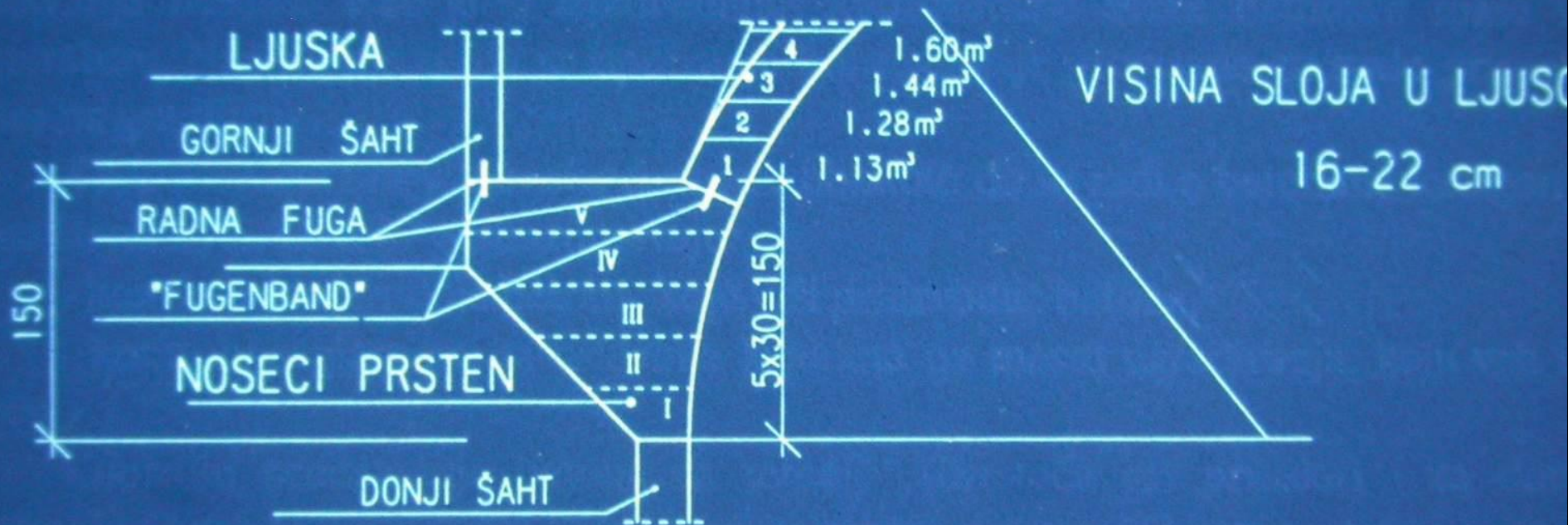
1. SLOJ :	2.12 m <sup>3</sup>
2. SLOJ :	3.43 m <sup>3</sup>
3. SLOJ :	4.75 m <sup>3</sup>
4. SLOJ :	5.90 m <sup>3</sup>
5. SLOJ :	6.04 m <sup>3</sup>

UKUPNO : 22.24 m<sup>3</sup>  
≈ 22.30 m<sup>3</sup>

**PLAN BETONIRANJA  
NOSEĆEG PRSTENA**

**R 1:25**

CRTEŽ BR. 4



PLAN BETONIRANJA NOSECEG PRSTENA I DELA LJUSKE

Slika 4.

