

$$I_y = \frac{1}{12} 20 \cdot 30^3 + \frac{1}{4} 5^4 \pi + 2 [5^2 \pi \cdot 10^2] =$$

* MATERIJALI ZA IZRADU BETONA:

- AGREGAT (70-80% u bet. masi) - VODA (5-10%)
- CEMENT (10-20%) - ADITIVI

* AGREGAT: 1) Prirodni (pećni) šljunak i pesak (žetinski, poroć, obek zena → boja ugradlj. i obradlj.)

2) Drobjeni krupari i sitan age. (veća adhez. sa cement. masom)

- štetni sast.: škrljci, lapori, serpentin, ugalj, liskun (wax 1%, tj. 2% za bet. koji je stalno u vodi)

- reaktivni, alkalno-silikatni sastojci (amorfna silicija):

u krup. age. < 5%; u sitnom < 0,5%

Do alk.-silik. reakc. NEĆ doći ako je sadr. alkal. u cementu:

$$Na_2O + 0,65 K_2O \leq 0,6\% \text{ po masi}$$

3) - Efekat zida: $E_z = \frac{\text{wax. zena age}}{\text{speđ. radj. optate}} = \frac{D_{\max}}{R}$; $R = \frac{V}{S} = \frac{\text{zap. koja je isp. betonirana}}{\text{uk. povr. zid. i arnu.}}$

- Efekat rešetke: $E_R = \frac{D_{\max}}{S}$; $S = \frac{\text{povrs. otvora}}{\text{obim}} = \frac{a \cdot b}{2(a+b)}$

$$E_z = 0,8 - 1,0 \text{ (} E_z = 0,9 \text{)} \Rightarrow D_{\max} \leq 0,9 \cdot R$$

$$E_R \leq 1,4 \text{ za pećni age; } E_R \leq 1,2 \text{ za drob.} \Rightarrow D_{\max} \leq 1,4 S \text{ (} D_{\max} \leq 1,2 S \text{)}$$

4) - odeđ. VLAŽNOSTI age:

1) putem sušenja do konst. mase (dugo traje!)

2) putem sifonskog suda - brzi postupak; odeđ. mase vlaž. age M_{av} a zatim njegove zap. V_{av} pomoću sif. suda i merenja

$$H_a = \frac{V_{av} - \frac{M_{av}}{\rho_{av}}}{\frac{M_{av}}{\rho_{av}} - V_{av}} \cdot 100 [\%]$$

5) $\left. \begin{array}{l} \text{Fuksova kerna: } r = 100 \cdot \sqrt{\frac{a}{b}} \\ \text{Emra: } r = 50 \cdot \left(\frac{a}{b} + \sqrt{\frac{a}{b}} \right) \end{array} \right\}$

6) Modul finoc. age: $M = \frac{1}{100} \cdot \sum_{i=1}^n (100 - T_i)$

7) * CEMENT, izbor na osnovu svoj:

1) čvrstoća i brzina rasta čvrst. (klasa cementa)

2) toplota hidratac.

3) hemijska otpornost

- Cement sa dodatkom pučolava ili sa meš. dodatkom koristiti samo za konstrukc. u vlažnoj sredini!

- Min. količ. cementa za arm.-bet. konstrukcije:

250 kg/m³, za beton koji nije izložen atmosferičnom

300 kg/m³ —||— feste

350 kg/m³ —||— izložen agresivnim uticajima

- min $m_c = \frac{550}{5\sqrt{D}}$ kg/m³, tj min $m_c = \frac{700}{5\sqrt{D}}$ kg/m³ ako se radi o bet.

(u praksi - količ. cementa $\underline{300-400 \text{ kg/m}^2}$)

⑧ * VODA; ne sme da sadrži:

- sast. koji utiču na proces hidrat. cem.

- Sost. uzročnike korozije aerost., u aerost.-bet. konstrukcijama.

* voda podobna ako je ;
- pH: 15:25

- PH: 4,5-9,5

- Index org. syst. $< 200 \text{ mg/l}$

- Sulf. zona < 2700 mg/H

- uk. rastvor soli $< 5000 \text{ mg/l}$ (ne za morsku vodu)

- Chlorid iona $< 300 \text{ mg/l}$.

③ *ADITIV → poboljš. svojst. svežeg i / 16. odvesti na betona

1) Plastifikator (superplast.) ^{max 5% up}

4) Petarderi (wpoeluaon veziv.)

2) Aeranti (zooloģiv. vārd.)

5) Zaphira

3) Akselerat. (ubrz. veziv. i / to oavr.)

6) Antifrizi (za betone, na niskim temp.)

10) def: SVEŽ BETON je specifič. višekomp. polidisperzan sistem, koji se dobija homogenizacijom mešavine komponentnih materijala.

Svojstva svežeg betona na sredini između pravih viskoz. tečn. i čvrst. tela (svojstva "strukturirane" visk. tečn.); Razlika od tečn. → posredov. strukt. čvrstoće, a od čvrstih tela → skazm. mala elastič. i sposob. podnoš. značju plast. deform.

1) charakteristische Komponenten

Svoj. svež. bet. zavise od 2 osn. fakt: 1) karakteristike komponente
2) struktura mešavine

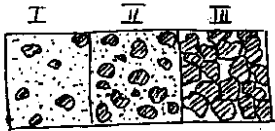
① TIKSOTROPIJA → pojava promene paramet. viskozn. u fzi mirov, odn. kret. odt.
② Stalua / promene param. u fzi mirov, odn. kret. odt.

② Stalua promenej. parame. u fzi vrenu (gubjenje fluidnosti, poveč. viskozi.)
 * sposobn da prod ruti meh. dejs. mehan. sile

9. sposobn. da pod utic. meh. dejs. menja svoja Reol. svoj. i da se po njihov. prekidu vrati u pred. stanje u pogledu strukt. i v. i viskozn.

1) * STRUKTURA SVEŽ. BETONA - strukt. sist. koji se sast. od 2 komp. cemu. paste i age.

- Velika spec. povr. najsit. čest. → pojava sila adsorpc. i kapil. međudejstva koje najviše utiču na stepen povezanosti (kohezivnosti) sistema.



* STRUKT. I - zrna age. veoma udal. zbog vel. količ. cemu. paste ne post. njihovo uzaj. delovanje

* STRUKT. II - manje cemu. pas, razdv. sus. zrna slojevi "maziva" debj. 1-3 spec. zrna dopun. efek. trenja → slabija ugrad. i obr. merav.

* STRUKT. III - malo cemu. paste koja sauu obau. zrna age. tankim slojev. delim. ispunj. prazn. zrna. Veoma slaba obrad. merav. i ako je uop. te. moguće kompakt. moraju se prnu. post.

2) REOLOŠKA SVOJSTVA SVEŽEG BET. → elasto-plastič. viskozno telo čije ponašanje pored sast, strukt i svoj. komp, zavisi i od vreme. i intenz. spolj. dejst. koja se primenju. u procesu tehnol. obrade

naprezanje pri teč:

$$\tau = c + \eta \frac{d\gamma}{dt} + b \cdot t \cdot \eta$$

τ - smič. naprez.

c - kohez. η - koef. viskoz.

$\frac{d\gamma}{dt}$ - brz. smic; b - norm. naprez.

η - ugao unutitrenja

u praksi - izraz reološ.

ponaš. Binghamovog tela:

$$\tau = \tau_w + \eta_w \frac{d\gamma}{dt}$$

na gran. teč.

koef. plast. viskoz.

pri post. poveć. naprez. i pri $\tau < \tau_w \rightarrow$ elast. deform. sist. = $\frac{\tau}{G}$

Premasiv. gran. smič. naprez. ($\tau > \tau_w$), bet. smeta počinje da teče kao svako

visk. teču, a uelas. def. u vrem. t je jednaka: $\frac{(\tau - \tau_w) \cdot t}{\eta_w}$

Reološ. j-na ponaš.

formatr. reol. modela:

$$\gamma = \frac{\tau}{G} + \frac{\tau - \tau_w}{\eta_w} \cdot t$$

* delovanjem mehanic. na svež bet. → smanj. njegove viskoznosti

uproč. izraz: $\tau = \eta_w \frac{d\gamma}{dt}$ - tečenje tzv. Njutnovih tečnosti

* Bet. mas. se najčeš. ugrad. postupnom vibriranj. = svež bet. se ppenđi u stanje blisko teškoj teču, a iz mase se istisk. globule vazduha, betu ispunj. sve prostore u oplati.

↑ vodor. (uv) ↓ gran. visk. bet. (η_w)

↑ SR. preču. zrna (dise)

↓ viskoz. (η_w)

M




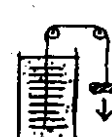
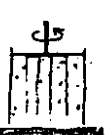
3)

ADITIVI - supst. koje svojstv. fiz. hem. i/ili komb. delov. uticu na odred. svojstva svežeg i/ili očvešlog bet :

- 1) PLASTIFIKAT. - poboljš. ugradlj. i obradlj. betonskih smeća; fino usitnj. (dispergovani) mater. - betonit, elektrofit. pepeo, pr. colani i dr. Količ. max 5% u odnosu na masu betona. Superplast. i Superplast. - omoguć. znač. smanj. količ. vode u svežem bet, i preko 30%, bez ikakvog ugrožavanja ugradlj. i obradlj.
- 2) AERANTI - ^{regulatori strukt. bet} formir. mehurice (globule) 0,01 - 0,3 mm razm. raspored. unutar mase bet; poveć. otporu na dejstvo mraza. Doziranje je najčešće 0,5 - 1,0% u odnosu na masu cem.
- 3) ZAPTVACI - poveć. stepen vodoneprop. očvešlog bet; na bazi masnih kisel.
- 4) AKCELERATORI - ujednač. kalcijum klorid ($CaCl_2$); u znač. meri ubrzava proces očvešćav; široka primena i "bezhlornih ubrzivača"; dozir. 0,1 - 5%.
- 5) RETARDERI - usporavaju hem. reakc. na relac. "cem. - voda" (očveš. ugr. i dr.) Najpoznatiji ret. sadrži ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$), zatim dekstreu, glikozu, saharozu, glicerin, oksidi cinka i olova... Dozir. najč. 0,1%.
- 6) ANTIFRIZI - protiv smrz. svež. bet, → snižav. tač. smrz. vode; izvod. betonir. i na temp. ispod $0^\circ C$. ($CaCl_2$, $NaCl$, $NaNO_3$, K_2CO_3 ...)

14)

* VISKOZIMETRI

- a)  - koji se zasn. na princip. mer. vrem. isticanja sv. bet. kroz otvore odred. velič. (mer. se mogu izvest. i uz aplicir. odred. pritiska na masu); uglavnom za tečne bet. (sa malom strukt. čvrst.)
- b)  - koji rade na princip. dub. prodir. u masu mater. konusa (ili nekog drugog tela); najviše za teč. bet, sitnozr. mešav. i čistu cem. pastu
- c)  - i - mer. vrem. ili beztime utonj. u masu kugle odred. prečm. i mase; mogu se korist. i kao statični i kao vibracioni rešet.
- d)  - uzet. pomoću kojih se meri velič. sile potre. za izvlač. iz mase skupa pločica, stapova ili cilindara
- e)  - ure. koji se zasn. na rotac. koaksij. (koncentr.) cilindara ugrađenih u masu svež. bet.

η - koef. viskozn.

za c):
$$\eta = K \cdot \left(\gamma_{b,sv} - \gamma_k \right) \cdot t$$

$\gamma_{b,sv}$ - vr. utonj. kugle do određ. dub.
 γ_k - zap. masa sv. bet.

K - konst. aparat.
 t - 2 k. mot. kugle

15) *TEHNOLOŠKA SVOJSTVA SV. BETONA*

- doziranje komponenti; homogeniz. (mešanje) sv. bet; transport; ubaciv. u oplatu; kompaktiranje (zbijanje), završ. obrada površ., nega ugrad. bet.
- tehnologija sv. kao f-ja konzistenc. sv. bet. → skup svih osob. svež. bet. koje se iskaz. putem pokazatelja pokretnosti, meš. (kruta, slabopl., plastična i tečna konz.)

16) *MERENJE KONZ. BET. MEŠAV. Metoda sleganja (Abecedov konus);

Vebe-metoda; metoda rasprostiranja i met. sleg. vibriranjem (met. zbij.)

* Pored konzist., bitne i sled. kar. sv. bet.:

- **homogenost** - duginu i int. meš. kom. potreb. i dovolj. koheziv.
- **ugradljivost** - teško ugradljiv, ugradljiv i samo ugrad. betonu
- **segregacija** - razdv. kom. od sit. čest. pod razum. mehan. utic. (sila teže) uslovljena nedov. koheziv., posled. nehomogenost; naročito obl. segreg. na izdvoj. vode (na površ. ili u masi)

TRANSPORTABILNOST
PUMPABILNOST
ZAVRŠNA OBRADA I VEGA

17) *TEMP. SVEŽEG BETONA:

- neposredno po završ. mešanja komponenti:

$$T_{b0} = \frac{S_a T_a m_a + S_c T_c m_c + S_v T_v m_v}{S_a m_a + S_c m_c + S_v m_v}$$

S_a, S_c, S_v - specij. topl. kapac. ag. cement. i vode

T_a, T_c, T_v - poč. temp.

m_a, m_c, m_v - mase

$S_a \approx S_c \approx 0,84 \frac{J}{g \cdot ^\circ C}, S_v = 4,2 \frac{J}{g \cdot ^\circ C} \Rightarrow T_{b0} = \frac{0,2(T_a m_a + T_c m_c) + T_v m_v}{0,2(m_a + m_c) + m_v}$

18) *OVRSLI BETON*

- prisustvo VODE u cem. krm: hem. vez. voda; međuslojna voda, apsorbirana voda, slobodna v, vod. para povezano sa skup. i teč. bet.

* **ČVRSTOĆA BETONA** - zavisi od: vodac. fakt. i step. zbijen. (kompaktir.)

$f_{k,28}$ čvrst. bet. kocke ($a=20cm$) nakon 28 dana:

$$f_{k,28} = \frac{k}{(1 + W \frac{X_{3c}}{g_{3v}})^2}$$

param. = 4 za bet., = 3,5 za drob. seg.

form. Felea

$f_{k,28} = \frac{f_{pc}}{k \cdot W^{1,5}}$ form. Beljajeva

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

f. Bolomeja

koeff. 0,55-0,65

(13) * MEHANIZ. LOMA BET.

- Do loma bet. elem. dolazi usled nap. zatez. Mikroprsline se, poveć. optereć, međus. povez. u magistralne prsline i pukotine || dejstvu opt. Daljim prov. opt. pukot. se još više otvar. da bi konačno došlo i do potp. loma.

3 tipa loma: čvrst. age. na zat. (f_{ag}) > čvrst. na zat. cew. kaw. (f_{ck})
 Linijska loma u f. kroz y emekama $f_{ag} < f_{ck}$ i $f_{ag} \approx f_{ck}$. Linijska loma u f. kroz y emekama kam. u kroz asf. etan.

(20) * ČVRST. BET. PRI PRITISKU

- proseč. napon u uzorku izloženom aksij. prit. pri sili loma, a za slučaj odred. starosti bet.

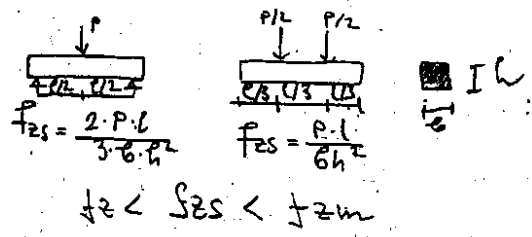
- uzorci (najmerod. rezul.) prizmatični, odnosno cilindri, npr. $h/a = 3$; kod nas kocka $a = 20$ cm noruini uzorak za def. tzv. marke bet.

- zavisi od vrste uzorka, bez naraš. opt. agregata, od nom. najkруп. zrna, klase cew, m_w/w_c , vremena ($f_p(t) = f_{p,\infty} \cdot (1 - e^{-kt})$; $f_p(t) = a + b \cdot \ln t$) - porast čvrst. u toku vren.

- MARKA BETONA je normirana čvrst. bet. pri prit. izražena u MPa koja se prema BAB-u 87 dobija ispitiv. bet. kocki dim 20x20x20 cm, a koja se zasniva na karakt. čvrst. koja odg. frakcije 10%. Kocke se ispit. pri star. od 28 dana; njihova izrada i negov. u skladu sa BAB-om 87.

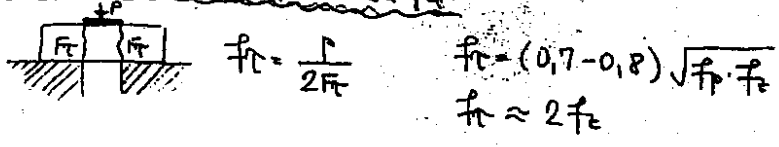
(1) * ČVRST. BET. PRI ZATEZ. zavisi od: sadr. cew, vodocew. fakt, tehn. post. spreav. ugrad. i negov. bet; Bet. sa drob. agr: veća čvr. na zat.

- ① ispit. direk. aks. zatez. (najmer. f_z)
- ② ispit. savijanjem ($f_{zs} = \frac{6 \cdot M_{loma}}{b \cdot h^2}$)
- ③ + cepanjem putem lin. prit.



BAB 87: $f_{zm} = 0,25 \cdot \sqrt[3]{\frac{f_z^2}{f_{bk}}}$ - kar. čvr. bet. pri prit.

(22) * ČVRST. PRI ČISTOM SMICANJU



23) * VODONEPROP. BET. - Zavisí od step hidrat. cem, od poroz. cem. kamí, struk. pora, kao i od poj. svoj. Cem. i kamí.

- suvojiv. w/m , poveć. step hidr. cem, efikasno ugrađ. prijemak aditiva tipa plastif. i superplast., zaptivača.

* Koef. filtr.: $K_f = \frac{Q_f \cdot a}{S \cdot \Delta p \cdot t} \left[\frac{m}{s}; \frac{cm}{s} \right]$ - $K_f = Q_f$ je ova količina vode koja prođe kroz elem. deblj. $a = 1m$, povr. $S = 1m^2$ pri razlici hidrat. prit. na dvema gran. površ. od $\Delta p = 1m$ vod. stuba, a za vreme $t = 1s$

VDP se prema Jusu ispit. na cilind. prič. 150mm i vis 150mm, kao i na pločastim uzorc. 200x200x150mm

marke VDP: V-2, V-4, V-6, V-8, V-12 (berjen - prit. u barmu, koji bet. mora zad.)

24) * Ostala fiz.-meh. svoj. bet.: otp. prema dejstvu mraza, otp. prema dej. mraza i soli, na habanje, na hem. agense; def. bet. pod utic. kratk. opt.; $(\sigma-\epsilon)$ dij. modul elast. bet.; Poisson. koef. bet.

25) * REOLOŠ. SVOJ. OČVRSL. BET. *

Skupej bet.; def bet. pod utic. spore opt.; linearno tečenje bet.; relaksacija napona

26) * ISPIT. BET. METOD. BEZ RAZAR. *

* Metoda ultrazvuka (za el. σ): $v = \sqrt{\frac{E_p}{\rho}}$; $v = \sqrt{\frac{E_D}{\rho(1-\mu_D^2)}}$; za neog. $v = \sqrt{\frac{E_D(1-\mu_D^2)}{\rho(1+\mu_D)(1-2\mu_D)}}$
najč. za ispit. čvrst. bet. pri prit.
prednost: u najvećoj mogućoj tačnosti mer; mane: usled slabe adhez. agr. i cem. kamí. često se dob. skroz. velike brz. ultrazv. koje mogu da navedu na pogreš. zaklj. u pogl. čvrst. i li kad se koriste cem. visok. klase)

* Metoda rezonantne frekv. (za isp. mod. el. E_D , čvrst, otp. na mraz...)

* Metoda gama-zrač. - met. mer. površ. tvrdor.

* Met. lokalne destrukc. - magnetne met.

Ch.

koef. izl. bet. meš: $K_i = \frac{1000}{V_{uef} + V_{age}} (0,6-0,7)$

$$\frac{M_c}{\gamma_c^4} + \frac{M_a}{\gamma_a^4} = \frac{V_{uef}}{K_i} \quad \alpha = \frac{m_a}{m_c} = \frac{M_a}{M_c}$$

$$M_c = \frac{\gamma_c^4 \cdot V_{uef}}{(1 + \alpha \cdot \frac{\gamma_c^4}{\gamma_a^4}) \cdot K_i} \quad M_a = \frac{\gamma_a^4 \cdot V_{uef}}{(1 + \alpha \cdot \frac{\gamma_c^4}{\gamma_a^4}) \cdot K_i} \cdot \alpha \quad [kg]$$

$M_a = m_a \cdot V_{uef}$; $M_c = m_c \cdot V_{uef}$; $M_v = m_v \cdot V_{uef}$; $M_{ad} = m_{ad} \cdot V_{uef}$

$\tau_c = \tau_p + \tau_m + \tau_{pr}$
 vr. cikl. punj. meš. praž.

br. cikl. u satu = $n_c = \frac{60}{\tau_c}$

proizvodnost: $p_1 = \frac{n_c \cdot V_{uef}}{1000} \left[\frac{m^3}{h} \right]$

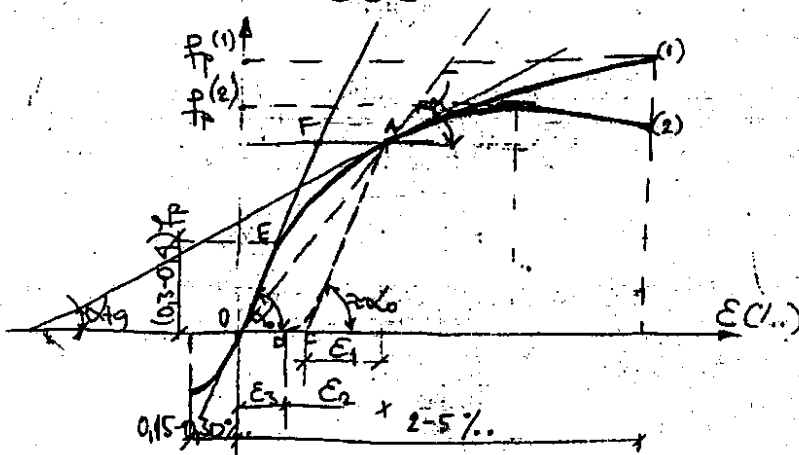
$p = \frac{Q}{\phi \cdot T} \cdot K_1 \cdot K_2$ $K_1 = 1,4$ - koef. neravn.
 $K_2 = 1,2$ - II - Rezerve

pot. br. meš: $m = \frac{P}{p_1} \quad [koni]$
 ↓
 nro

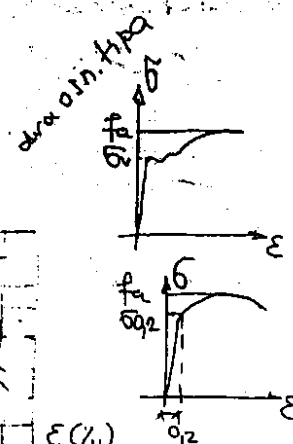
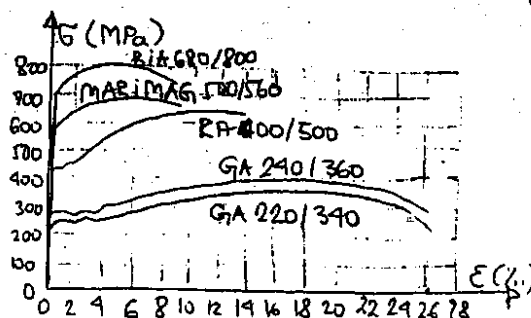
mau. br. rad. dana
 čas. dnev.

fakt. proizvod: $p_{fak} = m_0 \cdot p_1 \left[\frac{m^3}{h} \right]$

27 - RADNI DIJ. BETONA (5-8)

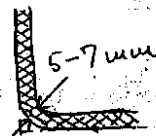


- RADNI DIJAGRAMI
 BETONSKIH
 ČELIKA



18) *OPLATE* → pomoć. konstr. pomoću kojih se form. presjeka, oblić bet. elemenata i konstr. u koje se ugrađ. sveža bet. masa i u kojima se obavlja popr. nega betona.

osn. tipovi saup. oplata: drvene, čelične, mogu biti i od plast. masa (PVC, stiropor), comb. drvo-čelik, gume, betona...



drvena

tipizirani sistemi opl. OPLATE-STOLOVI (za međuspr. konst. tipa punih ploča)

PRENOSNE OPLATE (za izvod. bet. zidova; upotreba 1 do 500 puta);

TUNELSKJE OPLATE (istovrem. betonir. 1 zidova i međuspr. konstr.) - ^{čelične}

KLIZNA OPLATA - za bet. visokih konstr. sa const. pop. pers. (šlabovi punog ili saudić, ploča, silosi, dimnjaci...)

POKRETNJE OPL. - pom. u horiz. pravcu; za obj. tipa tunela i kolektora ili drugih konstr. izdužene forme sa const. prof.

tipovi SPECIJALNH OPLATA: od kartonskih cevi, bet. oplata-perfor. (montaz. el. pneumatske opl. (od gume, sint. traka), šupji blokovi od gline, elementi od rpe, stiropora koji ostoju ugrađ. u bet. kons. - tzv. izgubljene oplata.

19) *TRANSPORT SV. BETONA*

*transport betona - sredstva spolj. transp.: od fabr. bet. do gradilišta; u raz.

od faktora (potrebi, spolj. utic, vreme...) na 50 km i više;

1) kamioni - mešalice, tzv. automixer (1-10 m³) - ^{može beton usput da se meša}



2) silobusi - spec. vozila za transp. sa ugrađ. agitatorima (uzbuć. bet. meš.)



SIOBUS

3) damperi

4) kamioni-kiperi

5) obični kam. sa rav. platf, pod usl. da se bet. meš. transp. u odg. posud. - koepara

*unutrašnji transp. sv. bet.: od mesta na grad. gde se bet. iz sredstva spolj. transp. prebac. u sred. unutra. transp. do mesta ugrađ.

1) ručna kolica sa 1 točkom (tzv. tacke)

2) — sa 2 točka (tzv. japaneri)

3) prenosne čelič. posude 0,3-1 m³, tzv. kible

4) vagoneti, trakasti transporteri, pumpe za betonu...

20) *PUMPE ZA BETON*

- KLIPNE (pnu. nepose. dej.) - rad. uč. do 40 $\frac{m^3}{h}$, transp. 400 m po hor, 50 m po vert.

- VAKUUM-PUMPE (bezklipne; neprek. dej.) - 40-50 $\frac{m^3}{h}$; → 100 m ↑ 30 m

- PNEUMATSKE - uč. 10-20 $\frac{m^3}{h}$

stabilne i mobilne pumpe - autopumpe (najšira prihv. → 17 m ↑ 20 m)

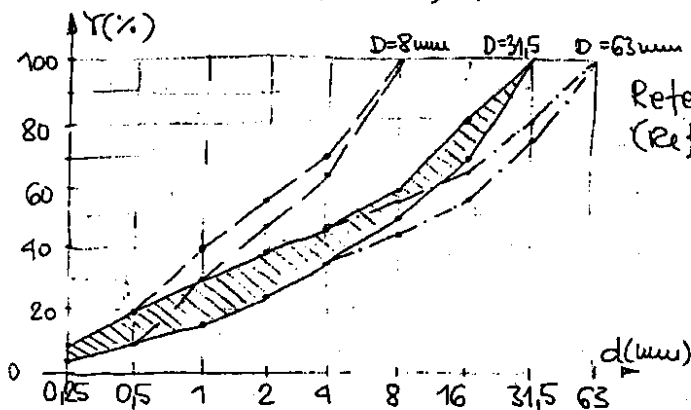
* PUMPANI BETON *

kao poseban tip bet. jer mora imati pos svoj. da bi se transp. pomoću pumpe za bet. Pumpabilnost svež. bet. - skup svih karakt. bet. mešav. koji obezbe. da se bet. stvarno može transp. pomoću pumpe a da se u gotov. konstr. dobiju zahtevana svoj. ocvest. betona.

- Konzist. takva da meka slag. bude 5-14 cm, kohezivnost visoka - ne sme se dozvol. izdv. vode ni ti segregacija!
- Na pumpabilu. se može utic. upotre. plastif., superplast. i aeranata, poželjno je pump. povećanj. dođ. vode.
- Cementi sa finim mlivom pogodni za spreavj. pump. betona.
- Potreban korekt. granulom. sastav - dominacija sitnijih zrna

max. $2R_{90}$ $D \leq \frac{1}{3} \phi$ preč. cevi \rightarrow za $\phi > 100$ mm

$D \leq 0,25 \phi$, $\phi \leq 100$ mm



Preporučena područja granulom. sastava (Ref. granul. krive za pump. betou)

- Pumpu "podmazati" sa 0,25-0,5 m³ transp. betona, bez ujakup. frak.

* UGRADIVANJE BETONA *

- 1) punjenje oplata, tj. razastiranje svež. bet.
- 2) zbijanje - kompaktiranje mase (vibratorima)
- 3) završ. obrada gornje poverš. izbetovaniog elem. (ručno ili vibracionij.)

VIBRATOR - u zav. od vrste pogona: elektromeh., pneumat., hidraulički i benzinski, a prema konstr. (uac. delov.):

① poveršinski vib. (podovi, ploče, kolov. kovst.; dub. dej. max 25 cm; vr. rada 20-60s)

učinak: $U = 3600 \cdot \frac{F \cdot h_0}{t_1 + t_2} \cdot k_u$ $\left\{ \begin{array}{l} F - \text{Rad. poverš. vib. (W)} \\ h_0 - \text{dub. ploče kovst. (cm)} \\ t_1 - \text{na jed. mestu, } t_2 - \text{vr. premeš.} \end{array} \right.$ $k_u - \text{koef. kor. dej. (0,85)}$

za kute ili slaboplast, konz; vibratorne, vibracione i vibracione (vibracione)

② unut. vib. (pervibr.) - pervibr. igla (telo koje vib.) se unosi u masu sv. bet;

Radius igle 25-75 cm; vreme vib. na jedu poz. 20-40s

učinak: $U = 60 \cdot L \cdot R_d$ ili $U = 2R_d \cdot d \cdot \frac{3600}{t_c} \cdot k_u$ $\left\{ \begin{array}{l} L - \text{duž. rad. dela vib.} \\ d - \text{dub. slaja} \\ R_d - \text{Radius} \\ t_c - (20-40s) + \text{vr. premeš.} \end{array} \right.$

Razmak između pozic. 1,5 R_d

③ oplatni (spol.) vib - pečvešč. za oplatu; 50-90s; Razmak $l_{\text{max}} = 3 \cdot \sqrt{\frac{E_0 \cdot I_0}{m_0 \cdot f^2}}$

do dub. 25 cm; učinak U kao kod poverš.; kad ne mogu unutar. vib.

④ vibrostopovi - 1x2m, ili do 14m dužine; u usl. prefabrikac. (velike serije el. istog tipa)

* **BETONIR. ZIDOVA** - u lamelama (kampadama) 10-12 m, 12 među pojed. lamela postav. prevr. oplatu

- kod zid. do 3 m bet. meš. se u opl. ručni sa goruće str. pomoću levk. - vodica u sloj 30-40 cm, u nekoj tački produž. zida
- tanki zidovi, do 15 cm, u lamelama 1 po visini, postupak sa panelima ili kroz spec. otvore na boč. površi, oplata (kao "džepove")

* **Spec. post. betonir** postupak lijevanja, proizvodno bet, prepart. - betou, torkretiranje - ulazni bet; centrifugiranje, vakuumiranje, presovanje, vibriranje, ekstrudiranje

TORKRETIRANJE - postup. nabaciv. bet. na jedinstv. oplatu ili neki zid, stenu. Oluć. betonu vis. gust. čvrst. i vodonep. kao i značajnu težnost.

Suvi postupak - do "topa" se dovodi suva mešav. age i cew. pa se pre nabac. dodaje voda; sv. bet. izlazi iz torke topa brz. 100 m/s

Mokri postupak - sve komp. se istovr. mešaju, vode se cevi do nulažnice. Odatle se izbacuju brzinom 120 m/s; moguća primena age do 25 mm za razl. od suvog post. gde se koristi sitan age; nabac. slojeva bet. deb. 50-70 mm.

VAKUUMIRANJE - izvlač. "viška" vode iz sveže uge bet. primenom spec. pokrivača za vakuumiranje; Bet. se zgusnuje, zrači dopunski "paznju" - vrlo kompak. bet. većih procet. i kaoj, čvrst; smanjenje skuplj. pri proizv. prefabrik. tipa ploča, guski, zidova i sl.

CENTRIFUGIRANJE - pri fabric. proiz. elem. kružno-pesten. oblika (cevi, slupci, stubovi) oslobađ. svež. betona 20-30% vode, može se odmah nakon centrif. izvaditi iz kalupa; dobij. se bet. visokih čvrst; manja: velika potre. cew. 400-450 kg/m³

PRESOVANJE - kod prefab. rav. ploča, manjih geod. elem, bet. galanterije, bet. cevi

EKSTRUDIRANJE - primenom uređ. u kojima se bet. elem. formira simultanim delov. ekstruzije (istiskivanja), presovanja i vibrate. svež. bet. količ. cew. za spremanje: 400-420 kg/m³; duž. staza za ekstrud. i preko 100 m, na kojima se proizv. elem. (ploče) od cew. i pred. betona. ima za cilj da spreči da beton izgubi vodu koja je neoph. za proces hidratacije

* **NEGA BETONA** - spreč. isparav. vode iz bet. i polivanje (kvašenje) ugead. bet. vodom, često i u cilju hlađenja betona;

- procet. nege već 3-6 h nakon ugead; duž. nege min 7 dana (da bet. postigne 60% predut. mase bet.); Ne sme se korist. morska voda!
- može se, pre poliv., pokrivati mokrim jutanim krpama, ašurama, plast. folijama...; danas se koriste i spec. sred. za preuziv. ili preskivanje, na bazi parafina, silikona ili sint. smola.

* **SKIDANJE OPLATE, USLOVI (BAB 87):**

- 30% propis. mase bet. pri skid. opl. stubova, zid. i tem, kao i vert. del. oplata greda
- 70% - II - pri uklanj. oplata ploča i donjih delova oplata greda

IZVOD. RAD. NA NISKIM TEMP. (ispod 5°C)

- koristiti cem. viših klasa i sa manjim %-dod. zgušee
- izbeavati cem. sa dod. pricolaua i pricolauske cem.
- upotr. veće količ. cem.
- ići na niže vodoc. fakt, korist. plastif. i superpl, zatim akceleraore, i antifriz (miz. toč. smez.)
- zagrevanje komp. betona, max temp:
voda 100°C, agregat 65°C, cement 50°C
- TERMOS METODA - ugrad. bet. mešov. tem. 25-45°C u termicki izolov. oplatu

IZVOD. RAD. NA POVIS. TEMP. (preko 30°C)

- upotr. nešto većih količ. vode, cem. nižih topl. hidrat, manja doza cem. primena adit. retardera
- sniž. tem. snež. bet : lagrovanje vode u cister. ukop. u zemlju, termicka zaštita silosa za cement, zašt. agreg. od direkt. delov. sunca hladenje vode u "kulerima", ubacivanje deoblj. leda u cisterne i direktno u mešalice
$$(T_b = \frac{0,2 (T_a w_a + T_c m_c) + (m_v - m_e) \cdot T_v - 80 m_e}{0,2 (m_a + w_c) + m_v})$$

KONTROLA KVALIT. BET.

- Shodno BAB-u 87, kontrola je podelj. na 2 dela:
 - 1) kont. proizvoduje bet. (sve komp. bet, proizv. spos. fabrike bet, svež. i snaj. oeverl. bet, ugrad. i ugov. bet.)
 - 2) kont. saglasm. sa usloviua projekta konstr. (oceneu postignute marke bet. i ovih posebn. svojst. bet. zahtevanih projektom)

TEST 1

- 1) Za spravljanje bet. (obične tež.) kao agr. koriste se → Ravnopravno pripremljeni i šljunak (pećni agr.) i drobljeni (sitni i krupni) agreg.
 - 2) Ako na otpremnici uz ispor. cem. stoji PC 35M 42,5R → to je portland cement sa dod. 21% do najv. 35% mešanog (mixed) dodatka, klase čvrst. 42,5 sa brzim (RAPID) rastom čvrst.
 - 3) Povolj. oblik zrna agr, tj. manji sadr. izdužen i peglom. zrna, odnosno veća vredn. zapr. koef. omogućavaju bolju ugr. i obrad. bet. smeća, pa samim tim i manju količ. vode za odred. konzis. U tom pogl. najpovoljniji je → Pećni agreg. (prirodni pes. i šljun.)
 - 4) Hidratacijom trikalcijumaluminata (C_3A) u cem. pasti formira se → alumin. struktura cem. paste i etringit koji karakt. početni period formiranja strukture - proces veziv. cem. paste.
 - 5) Aditivi (hem. dod.) tipa aeranata (vrl. vazd.) su aditivi putem kojih se u strukt. bet. formir. ravnopravno raspoređuju mehurići (globule) vazd. Ređa velič. 0,01-0,3mm čiji međur. rast. obično ne prel. 0,25mm. Ovakvim glob. vazd. → očvršćavanju betonu se znač. poveć. otpor. na mraz.
-
- 1) Količ. cem. u svež. bet. čini → 10-20% u bet. masi (8-14% ugr. zapr.)
 - 2) Ako je na vreći cem. ozn. PC 20S 32,5R → to je portl. cem. sa dod. 6-20% zguze (Slug) klase čvrst. 32,5 sa brzim rastom čvrst.
 - 3) U najkr. četvrtinu navesti predu i nedost. droblj. agr. u odu na reči →
predu: u petrogr. pogledu homogeniji (manje krouc. nap), oštrog. zrna (povolj. za čvrst., pri zatez.); nedost.: veća cema, nepovoljniji oblik zrna (teža ugr.)
 - 4) Nakon mešanja cem. i vode, u narednih nekoliko časova, od četiri osnovna vešt. minerala prvi sa vodom počinje da reaguje → trikalcijumaluminat (C_3A), stvarajući etringit i "alumin. strukt.", koja karakt. proces veziv. cem. paste.
 - 5) Dodavanjem aditiva tipa aeranata svež. betonu: → povećava se otpor. očvršćalog bet. na dejstvo mraza, iako je time u svež. betonu nešto povećan sadrž. ušućenog vazduha.

- 1) U pogledu sadrž. štet. sastoj. u age, a u vezi sa merama koje se preduz. radi obezbed. dovoljne težnosti arm. bet. konstr. najveća ogranič. u svim propis. odnosno standarda za beton, odnose se na \rightarrow hloride, kao uzročn. korozije armat. u bet, čiji se sadrž. ogranič. na ugov. 1%, odnos. 0,1% za konstr. od prethodno napretn. betona.
- 2) Ceu. visokih čvrst., tj. vis. klase i bržeg rastućih. (upe. čist portl. cem. klase 45n 55) za preporuku na \rightarrow za izradu konstr. u kojima preovr. elem. manjih dimenz. i većeg step. iskorišć. napona u bet. (visoke zgrade, hale, mostovi i sl.) gde se po pravilu zahteva brzo uklanjajuće oplate
- 3) Prema kriter. "efekta rešetke" za odnos između max. zrna age. D_{max} i tzv. "sred. polupr. rešet." s ($E_r = D_{max}/s$) treba usv. vredn. \rightarrow 1,4 za reči, 1,2 za drob. ag.
- 4) Osnovni doprinos čvrstoći devesle ceu. paste, odnosu betonu, daju sled. vešt. miner. portland. cem. klin. \rightarrow trikalc. silik. (C_3S) i dikalc. silik. (C_2S)
- 5) Aditivi za bet. su supst. koje svojim fiz. hem. ili komb. delovanj. utiču \rightarrow na odred. svoj. svežeg i /ili očvrstlog betona

TEST 4

- 1) Prema nač. rada, mešal. za beton dele se na \rightarrow meš. sa kontin. radom i meš. sa periodičnim radom
- 2) Kamioni kiperi, damperi i obični kamioni sa ravnom. platfor. (bet. u korp. klb.) koriste se kao sredstva spoj. transp. za beton. mešavine \rightarrow krutih ili slabo plastič. konzus., kod mešav. tekuc. i plast. konz.; pri ovoj vrsti transp. postoji opasnost od segregacije.
- 3) Najduži horiz. transp. bet. pumpanjem (i do 400m) može se ostv. pomoću \rightarrow klipnih pumpi (pumpi neposr. dejstva)
- 4) Efikasnost vibr. bet. zavisi od sled. 2 param. \rightarrow od intenz. i traj. vibriranja
- 5) Pronaći potrebn. mešal. za bet. m_0 ($V_{meš} = 1,25m^3$) za proizv. od 280000 m^3 betona godišnje, sa planir. brojem od 324 rad. dana godišnje, sa po dve osmočas. smene dnevno, a zatim i faktičku proizvodnost sistema fabrike bet. p_{fab} (m^3/h).
Usv. sled. param: vr. punj. meš. - 45s; vr. meš. - 2min i vr. proz. 15s; koef. neravnopr. korišć. mešal. - 1,25; koef. rezerve (sigurn.) - 1,2.