

Uređeno

## PROJEKT BETONSKE MESAVINE

1. IZBOR KOMPONENTNIH MATERIJALA
2. ODREĐIVANJE NOMINALNO NAUKUPNOG ŽELJEZA
3. IZBOR KONZISTENCIE SVJEŽEG BETONA
4. ODREĐIVANJE KOLIČINE VODE
5. ODREĐ. VREDNOSTI VODOCEMENTNOG FAKTORA
6. ODREĐ. KOLIČINE CEMENTA (M<sub>C</sub>)
7. ODREĐ. II. AGREGATA
8. UTVRĐIVANJE GRANULOMETRIČKOG SASTAVA AGREGATA
9. STRAŽNOST UČESNA POJEDINIH FRAKCIJA AGREGATA
10. PROBA KONZISTENCIE SVJEŽEG BETONA I EVENTUALNE KOREKCIJE
11. PRADA UZORKA ZA PRETHODNA ISPITIVANJA BETONA
12. KOREKCIJE (EVENTUALNO) SASTAVA BETONA
13. DEFINITIVNO USVOJENJE SASTAVA BETONA

14

▼ Čvrstoća betona  $f_{k,28}$  koju je potrebno laboratorijski potvrditi U TOKU PROJ. BET. MESAVINE, TREBA DA BUDE NAJMANJE JEDNAKA "KARAK. VREDNOSTI" ČVRSTOĆE ZA VAŽEĆI FRAKTIL OD 10%, A OSTALA SVOJSTVA, ZA ODREĐENU VREDNOST, POVOLNIJA OD PROJEKTOVANIH

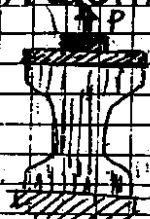
15

▼ IMATI BETONA  $M_{B,E}$  NOMINALNA ČVRSTOĆA BETONA PRI PRITISKU IZRAŽENA U MPa. KOJA SE DOBIVA ISPITIVANJEM BETONSKIH KOCKI ( $a=200\text{mm}$ ) NA 28 dana. ( $M_{B,15}, M_{B,20}, M_{B,25}, \dots, M_{B,60}$ )

16

▼ Čvrstoća betona PRI ZATEZANJU (VREDNOSTI SU NIŽE OD ČVRSTOĆE PRI PRITISKU)

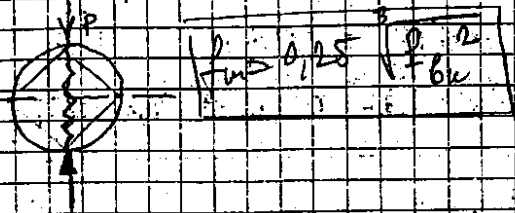
1. PUTEŃ DIREKTOG ZATEZANJA



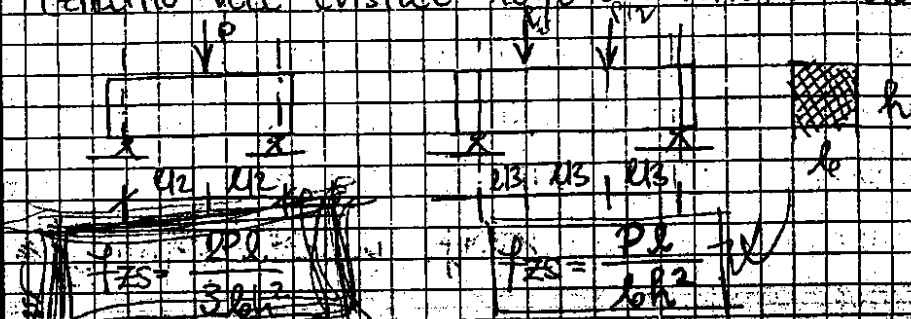
$$f_z = \frac{4P}{d_0^2 \cdot l}$$

$$f_{tz} < f_{tc} < f_{ts}$$

- ① PUTEM ZATEZANJA PRITISKOM DO PUVODNOSTI (ZATEZANJE CEPANJEM)  
- VEĆA JE ZA 15-20% U ODNOSHU NA ČVRSTOĆU DOBIJENU DIREKTNIM ZATEZANJEM



- ② PUTEM SAVIJANJA (u sredini raspona savijanjem u trećinama raspona) (znatno veće čvrstoće nego direktnim zatezanjem)



44. VODOODPOROST - ZAVISI OD STEPENA HIDR. CEMENTA, OD POROZ. CELENTNOG KAMENI STRUKTURE PORA, KAO I OD POJEDINIH SVOJSTVA CEMENTA I KAMENI

na VODOODPOROST BETONA SE MOŽE UICATI SMANJIVANJE

VODOCEMENTNOG FAKTORA STEPENOM HIDRATACIJE, EFIKASNOSTI

UGRAĐIVANJA PRIMENOM ADITIVA ZAPUNJIVAČA, Ili se ispituje na

45. DEKONKRETOVANJE I ADITIVI FAKTORI UICAJA (KAO I NA PLOČASTIMA) (KAO I NA PLOČASTIMA) (KAO I NA PLOČASTIMA)

- PODOZUMNO SPOSOBNOST BETONA DA U STANJU ZATVORENOSTI VODOM

PODLEŽE VIŠESTRANO SMRZAVANJE I ODMRZAVANJE. RAZLOG DESTRUK

CIJE SU VUKAVAR, NAPORI U KAPILARIMA USLED ŽITENJA Ili se ispituje na

ČIJE JE ZATVORENOST ZA 9% VEĆA OD ZAPR. VODE OD KOJE NASTAJE

- U MIKROKAPILARIMA SPOD 10<sup>-7</sup> VODA NE SMRZAVA, VEĆ U

KAPILARNIM PORAMA KOJE NASTAJU USLE  $\alpha > 0,70$ , PA

S TIM I VEĆI OVA SE PROBLEM REŠAVA PRIMENOM

DOVOLJNO NISKIH VODOCEMENTNIH FAKTORA (PRIMENOM

SUPERPLASTIFIKATORA) KAO I DOVOLJNOMU DEKONKRETOVANJU

KLASI OTP. M-50, M-100 -- M-300 ISPITIVANJE NA DEJSTVO MIKRA

klase otp. M-50, M-100 --- M300. Ispitivanje na dejstvo mraza se vrši destruktivnom i nedestr. metodom (~~destruktivnom~~ i ispitivanjem dinamičkog modula elastičnosti).

Ovisno o uzorka plaćanih opitu mraženje-kračenje, nakon br. ciklusa mraženja i kračenja za datu klasu i za destrukt. i nedestr. metodu je 75% od etalonskih uzoraka.

#### 47) Otpornost betona na dejstvo ~~mraza~~ i soli

- postupak se sastoji u procesu smrzavanja i odmrzavanja. Uzorka čija je gornja površina podvrgnuta delovanju 3% NaCl.
- nakon 25 ciklusa naizmeničnog mraženja i kračenja u trajanju od 16-18h na temp. -20-60°, registruje se gubitak mase i dubina gubljenja površine betona.

#### 48) Otpornost betona na isparenje

- pored agregata, koji sam po sebi mora da bude dovoljno otporan na ovaj uticaj, potrebno je primeniti cemente visokih klasa i niske vodocementne faktore. Prednostima ima drobljeni agregat, pri čemu treba težiti kružnijim frakcijama.
- mogu se primenivati plastifikatori radi smanjenja količine vode.

#### 49) Otpornost betona na hem. uticaje

- u najvećoj meri zavisi od hem. otpornosti upotrebljenog cementa i ostvarene kompaktnosti betona. To znači da treba dobiti cementni kamen na min. poroznošću što se može dobiti primenom dovoljno niskih w.

### REOLOŠKA SVOJSTVA ČVRSTOG BETONA

- 50) Stupanje betona - vremenske deform. koje se pojavljuju u vidu smanjenja za dimenzija neopterećenog betonskog elementa u toku vremena.

(Plastično)

SKUPLJANJE ISTEDE UPOTREBA VODE TOKOM PERIODA VEŽIVANJA - OPISUJE

KONTRAKCIJE PRODUKTA HIDRATACIJE (HIDRATACIONO SKUPLJANJE)

ZAVISITKA PROCESA VEŽIVANJA CEMENTA

(HIDRATACIONO SKUPLJANJE)

- NA PRIZM. I CILINDRIČNIM UZORKIMA SE VISTI ISPITIVANJE KOLI SE STAVLJAJU U HIJAČU VODU GDE STAJE 48h. NAKON VAĐENJA IZ VODE U KONTROLIRANIM USLOVIMA:  $T=20^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{H}=70, 70$  ILI  $90\%$ .

II OČEKIVANJE NAKON 4 DANA, PA, 7, 14, 21, 28 TA NA MESEC DANA

Tečenje betona je OSOBINA BETONA, DA PRI KONSTANTNOM OPTEREĆENJU, DOLAZI DO POVEĆANJA DILATACIJA. ZAVISI OD TEMPERATURE, VLAŽNOSTI, VRSTE I KOLIČINE CEMENTA (VIŠE CEMENTA - MANJE TEČENJE, PORTLAND CEMENT IMA MANJE TEČENJE NEGO CEMENT SA DODACIMA), KOLIČINA VODE (VEĆE V. - VEĆE TEČENJE), GRANULOMETRIJSKI SASTAV AGREGATA, DIMANZIJE ELEMANATA I NEKA BETONA.

RELAKSACIJA - NARONA PODARZUMOTA SE SMANJENJE NAJOPNA PRI CONST. DEFORMACIJI, DO NEKE KONSTANTNE VREDNOSTI.

## 51) ISPITIVANJE BETONA BEZ RAZARANJA

METODA ULTRAZVUKA

- SA METODOM SKIEROMETRA, SPADA U NAJČEŠĆE PRIMENJIVANU METODU ZA DEFINISANJE CVRSTOĆE PRI PREŠKU BETONA. VIŠO USPEŠNO SE KORISTI ZA (ISPITIVANJE) DEFINISANJE DINAMIČKOG MODULA ELASTIČNOSTI. KAKO JE BRZINA ULTRAZVUKA  $V$  ZA ZAPREMINSKO MASE (ODNOŠNO OSTVARENE KOMPAKTNOSTI) TO SE ONA KREĆE U GRANICAMA 2000-5000 m/s. SMATRA SE DA JE  $V=3500 \text{ m/s}$  DOHA GRANICA BRZINE ZA KVALITETNO BETONE.

OSIM SLABE ODHUJE IZMEĐU CEMENTNOG KAMENA

## III. KVALITATIVNE METODE

Osim slabe adhezije između cementnog kamena i zrna agregata, koja na brzini ultrazvuka nema uticaja, brzina ultrazvuka takođe ne može da registruje veće crviloće u slučaju primene cementa viših klasa.

### Metoda rezonantne frekvencije

načesto se koristi za određivanje  $E_D$ . U slučaju određivanja  $E_D$  meren se najveće frekvencija longitudinalnih oscilacija prizmatičnih i cilindričnih uzoraka. Kada se  $E_D$  izračunava:

$$E_D = 4 \pi^2 \frac{m}{A} \cdot 10^6$$

- zapr. masa betona
- dužina prizme
- izmerena rezonantna frekvencija

### Metoda merenja površinske tvrdoće (sklerometar - <sup>Smitov</sup> čekić)

- naprimerenja

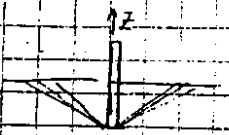
- Glavni nedostaci ove metode vezani su za činjenicu da se merenja vrše na površinama elemenata gde beton u opštem slučaju ima najmanju crviloću.

Za određivanje crviloće pri pritisku, na osnovu merenja površinske tvrdoće betona, kod nas se najčešće koriste 2 metode:

- IPS - postupak se bazira na merenju prečnika otiska kuglice ( $\varnothing 10 \text{ mm}$ ) aplikovane određenim udarnim udarom aparatom.
- Metoda Smitovog čekića (sklerometra) - zasniva se na merenju elastičnog odziva udarne mase iz sistema primenjenog aparature.

MAGNETNE METODE - ZA ODREĐIVANJE KOLIČINE ARMATURE  
U ARMIRANOM I PREDNAPREGNUTOM BETONU

Metode lokalne destrukcije - Postoji veći broj metoda za ocenu  
čvrstoće betona koje se zasnivaju na merenju. Sve potrebne da se  
sa površine betonskog elementa "otkine" komad betona određene  
veličine. Jedan od takvih postupaka je Pool Out



ANKERI SE MOGU UBETONIRATI ILI NAKNADNO UBAČITI  
SPECIJALNIM UREĐAJEM ZA APLIKOVANJE I OČIŠĆAVANJE  
SE ANKER ČUPA, ZAJEDNO SA DELOM BETONA. NA BAZI PARALELNIH  
ISPITIVANJA MOŽE SE DEFINISATI ZAVISNOST IZMEĐU SILE ČUPANJA  $F$  I  
ČVRSTOĆE PRI PRITISKU BETONA:  $f_k: f_k = f_k(F)$

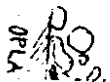
METODA GAMMA ZRAČENJA - NA OSNOVU DELOVANJA GAMMA-  
ZRAČENJA I POJEDINIH SUPSTANCI! SLIČNO KAO KOD ULTRA-  
ZVUKA, UTICAJ SLABI U ZAVISNOSTI OD KARAKTERA  
SUPSTANC

## ♥ MATERIJAL ZA PRADU BETONA

- Agregat (70-80%)
- Cement (10-20%)
- Voda (5-10%)
- Aditivi (neobavezni)

♥ Agregat - učestvuje 70-80% u masi betona. Ravnoopravno se  
koriste rečni i drobljeni agregat (rečni - efikasniji, povoljniji  
oblik zrna - ugradljivost i obradivost; drobljeni - oštrovičnost  
(Boje povezivanje zrna veća adhezija sa cementnim kamenom))  
Štetni sastojci u agregatu su: škriljci, serpentin, uskuni, ugalj...

EFEKAT  
ZIDA



EFEKAT  
REFLEK



$$E_r = \frac{D_{max}}{p}$$



Štetni sastojci u agregati su: škriljci, serpentin, uskuni, ugalj...

EFEKT  
ZIDA



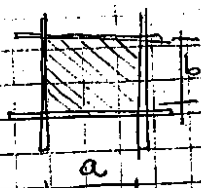
$$E_z = \frac{D_{max}}{R} = \text{sr. RADIJUS OPLATE}$$

$$R = \frac{V}{S} = \frac{\text{UKUPNA ZAR. KOJA SE ISPUJAVA BETONOM}}{\text{UKUPNA POUZ. ZIDOVA I ARM.}}$$

$$E_z = 0,8 - 1,0 \rightarrow D_{max} \leq 0,9 R$$

Vlažnost agregata se mora uzeti u obzir prilikom doziranja vode, a određuje se putem sušenja do konstantne mase i putem sifonskog suša

EFEKT  
REŠETKE



$$E_r = \frac{D_{max}}{p}$$

$$p = \frac{\text{POVR.}}{\text{OBIM.}} = \frac{a \cdot b}{2(a+b)}$$

$$E_r \leq 1,4 \text{ ZA TEČNI}$$

$$E_r \leq 1,2 \text{ ZA DVOBLJENI}$$

**Cement** - učestvuje svega 10-20% po masi ali ima vrlo veliki uticaj na svojstva betona. Zbog cementa se vrši na osnovu sledećih njegovih karakt: čvrstoća i brzina rasta čvrstoće (KLASA CEMENTA), TOPLOTA, HIDRATACIJE, - Hem. otpornost

\* MIN. KOLIČINE CEMENTA ZA AB KONSTRUKCIJE:

- 250 kg/m<sup>3</sup> ZA BETON KOJI NIJE IZLOŽEN ATMOSFERALIJAMA

- 300 kg/m<sup>3</sup> ——— III — JE ——— II ———

- 350 kg/m<sup>3</sup> ZA BETON KOJI JE IZLOŽEN AGRESIVNIM UTICAJIMA

\* MIN. KOLIČINA CEMENTA U F-ji NOMINALNO NAUKRUPNIJEG ZRNA

- min mc = 550/g

- min mc = 700/g AKO SE RADI O BETONU IZLOŽENOM HEM. AGRESIJI

- U PRAKSI, KOLIČINA CEMENTA SE NAJČEŠĆE KREĆE U GRANICAMA 300-400 kg/m<sup>3</sup>

\* **Voda** - Kao komp. betona učestvuje u betonu sa 5-10% po masi. Voda

ZA SPRAVLJANJE BETONA NE SME DA SADRŽI SASTOJKE KOJ UTICU NA PROCES HIDRATACIJE CEMENTA I UZMANIKE KORODIJE ARMATURE. TI SASTOJCI SE MOGU NAĆI RASTVORENI U VODI ILI U VIDU ČVRSTIH SUSPENDOVANIH PRIMESA

VODA JE PODROBNA ZA IZRADU BETONA AKO JE:

- VODENIKOV POKAZATELJ (pH) 4,5-9,5
- sulfatnih jona manje od 2700 mg/l
- Hloridnih jona manje od 300 mg/l
- indeks orga. sastojaka manji od 200 mg/l
- ukupno rastvorenih soli manje od 5000 mg/l

### Aditivi

- DODAVANJEM BETONU PRILIKOM SPRAVLJANJA U VILU MALO KOUCINI, MOGU POBOLJŠATI NEKA SVAJSTVA SVEŽEG ILI OCVRSLOG BETONA. U OPSTEM SLUCAJU NAJCESCE SE RADI O SLJEDJECIM VRSTAMA ADITIVA:

① PLASTIFIKATORI - (EF PEPEO, BETONIT, PUDOLAN --) <sup>(SUPERPLASTIFIKATORI)</sup> POUVRŠINSKI AKTIVNE SUPSTANKE KOLE U SVEŽEM BETONU DELUJU KAO SVOJEVRSTNA

"MAZIVA" - OBAVLJAJU ZNACAJNO SMANJENJE TRENE U MASI. TANKO OPNE, USLED CEGA SE ZNACAJNO SMANJILJE TRENE U MASI.

PRILIKOM DODAVANJEM SVEŽEM BETONU SE:

- SNIŽAVA VISKOZITET (POBOLJŠAVA UGRADLIVOST I OBRADIVOST)

- OMOGUĆAVA ZNACAJNO SMANJENJE KOLIC. VODE BEZ PROMENE

② AERANTI - (UVLAČIVACI VAZDUHA) - U STRUKTURI BETONA FORMIRAJU FINE MEHURICE VAZDUHA IGA 0,1-0,3 mm RAVNOMERNO RASPOREDE-

NE U MASI CEMENTNOG KAMENA NA MEĐUSOBNIM RASTOJANJIMA 0,1-0,3

- OVAKVA STRUKTURA BETONA USLOVLJAVA POVEĆANJE ODPORNOSTI OCVRSLOG BETONA NA DEJSTVO MRAZA JER "UVUČENI" MEHURICI

PREKIDAJU MREŽU FINE KAPILARE U CEMU KAMENU CIME SE S JEDNE STRANE SMANJILJE KOLICINA UPUNJENJE VODE I S DRUGE STR. DOBIJA PROSTOR ZA ŠIRENJE LEDA, CIME SE ELIMINIŠU UNUTRAŠNJI NAPORI KOJI DOVODE DO DESTRUKCIJE OCVRSLOG BETONA

Opt. procenat uvučenog vazduha je 4-6% u odnosu na ukupnu zapreminu

③ AKCELERATORI (UBRZIVACI VEZIVANJA ILI OCVRŠĆAVANJA)



UPT. Pročitat uvodnog vazduha je 7-10 u minuta na ukupnu zapreminu

③ AKCELERATORI (UBRZIVAČI VEZIVANJA Ili ODRŽAVANJA)

- Najpoznatiji  $\text{CaCl}_2$  koji u značajnoj mjeri ubrzava proces očvršćavanja cementa u količini od samo 0,2% u odnosu na masu cementa omogućava brzi rast čvrstoće u prvih 7 dana, dok na dozi od 2% ponekad omogućava da se nakon 7 dana dobiju 28-dnevne čvrstoće. Prevažna primjena ovih aditiva je pri ugradnji betona na niskim temp.

④ Reorder (usporivati vezivanja) Dejavu na taj način što

OKO Zrna cementa stvaraju opne koje sprečavaju brzo odvijanje hem. reakcija na reakciji cement-voda. Najpoznatiji je SADRA A Pored toga se koristi i dekstrin, razne vrste šećera, glicerina... Ove materije se dodaju u vrlo malim količinama (0,1%), a neki od ovih aditiva pri većim količinama deluju kao ubrzivač. Primena retardera dolazi u obzir pri betoniranju na visokim temperaturama, pri transportu betona na dužim relacijama u situacijama koje ~~ne~~ nalaze izvođenje betoniranja bez prekida i slično.

5) ~~ZAPRTIVAKI~~ - SASTAV ADITIVA ZAPRTIVAČA tako JE PODELEN DA SE NAKON NJIHOVE REAKCIJE SA KLUNKER MINERALIMA DOBIJAJU PRODUKTI KOLI ZAPRTIVAJU KAPILARNE PORE U CEMENTNOM KAMENU. Na taj način SE POVEĆAVA STEPEN VODONEPROPUSTLJIVOSTI PLOVILNOG BETONA.

⑥ Antifrizi - su sredstva protiv zamrzavanja svežeg betona deluju tako što snižavaju tačku smrzavanja vode u njemu. Njihovom upotrebom omogućava se izvođenje betonskih radova na temperaturama nižim od  $0^{\circ}\text{C}$ .

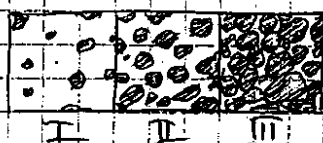
SVOJSTVA SVIJECA BEDNA

USLED PRISUSTVA UNUTRAŠNJIH MALA MEĐUDEJSTVA ČESTICA ČVRSTE I TEČNE FAZE, SVEŽ BETON POSедуJE ODREĐEN STEPEN KOHEZIVNOSTI (STRUKTURNU ČVRST) ALI SE ODLIKUJE I SVOJSTVIMA KOJA SU KARAKTERISTIČNA ZA VISKOZNE TEČNOSTI. MEĐU SVOJSTVA SU USTVARILI NA STEDINI IZMEĐU "PRAVIH" VISKOZNIIH TEČNOSTI I ČVRSTIH TELA, PRI ČEMU ON POSедуJE SVOJSTVO "STRUKTURIRANE VISKOZNE TEČNOSTI".

OD PRAVIH TEČNOSTI RAZLIKUJE SE POSEDOVANJEM STRUKTURNE ČVRSTOĆE I OD ČVRSTIH TEČA SRAZMERNO MALOM ELASTIČNOSTI I SPOSOBNOSTI PODNOŠENJA ZNAČAJNIH PLAST. DEFORMACIJA. <sup>u sposobnosti</sup>

JEDNO OD NAJZNAČAJNIJIH SVOJSTAVA OVOG SISTEMA JE DA POD UTICAJEM RAZLIČITIH MEH. DEJSTAVA MENJA SVOJA SVOJSTVA. REČ JE O **TIKSOTROPIJI**, T.J. O POJAVI PROMENLIVOSTI PARAMETARA VISKOZNOSTI U  $\tau$ -JI KRETANJA, ODNOSNO KRETANJA ČESTICA. DRUGO BITNO SVOJSTVO JE STALNA PROMENLIVOST PARAMETARA U  $\tau$ -JI VREMENA (AGREGIRANJE FLUIDNOSTI, POVEĆANJE VISKOZNOSTI ---) ŠTO JE USLOVJENO ODVIJANJEM FIZIKO-HEM. PROCESA TOKOM HIDRATACIJE CEMENTA

U ZAVISNOSTI OD ODNOSA CEM. PASTE I AGREGATA DEFINISU SE 3 TIPA STRUKTURE SVEŽEG BETONA:



I DOBRA FLUIDNOST I KOMPATIBILNOST MEŠAVINE

II DOPUNSKI EFEKAT TIJELA IZMEĐU ZRNA AGREGATA, USLED ČEGA JE STALNA UGRADIVOST I OBRADIVOST - DA BI SE DOREĐEDILA FLUIDNOST KAO KOD I, POTREBNA JE U VEĆI MV/MC, U VIBRIRANJE...

III - OBRADIVOST VEOMA MALA I PRI KOMPACTIRANJU...

## REOLOŠKA SVOJSTVA

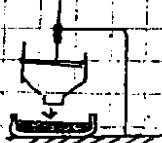
- SA POZICIJE REOLOGIJE SVEŽ BETON SE MOŽE RAZMATRATI KAO PLAST-PLASTIČNO-VISKOZNO TELO ČIJE PONAŠANJE NE ZAVISI SAMO OD SASTAVA, STRUKTURE I SVOJSTAVA KOMPONENTATA, VEĆ TAKOĐE I OD VREMENA, INTENZITETA SPOLJ. DEJSTAVA, KOJI SE PRIMENJUJU U PROCESU TEHNOLOŠKE OBRADE.

- KADA SE NA SVEŽ BETON DELUJE NEKIM MEH. UTICAJIMA, NEGOVA VISKOZNOST SE SMANJUJE

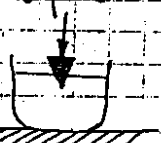
- KADA SE NA ODREĐENI NAČIN STRUKTURA SISTEMA POTPUNO RAZORI T.J. KADA SISTEM IZGUBI SVOJU STRUKTURNU ČVRSTOĆU, VISKOZNOST SE SVODI NA MINIMALNU VREDNOST I NASTAJE POJAVA TEŽENJA. PO ZAVRŠETKU DELOVANJA SPOLJ. UTICAJA SISTEM SE PONOVNO VRAĆA U PREDASTNE STANJE - USPOSTAVLJA SE POČETNA ČVRSTOĆA STRUKTURE I SMANJUJE POKRETLIVOST (FLUIDNOST) MASE.

SPOSOBNOST SVEŽEG BETONA KAO I SVIH STRUKTURALNIH SISTEMA DA POD UTICAJEM MEH. DEJSTAVA MENJA SVOJA REOLOŠKA SVOJSTVA I DA SE PO PREKIDU OVIH DEJSTAVA PONOVNO VRAĆI U PREDASTNE STANJE U POGLEDU STRUKTURE ČVRSTOĆE I VISKOZNOSTI, NAZIVA SE **TIKSOTROPIJA**

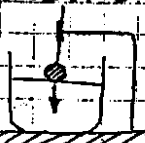
ZA ODREĐIVANJE REOLOŠKIH SVOJSTAVA SVEŽEG BETONA KORIŠTE SE RAZLIČITI APARATI TIPA VISKOZIMETRA



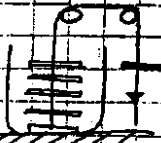
MERENJE VREMENA ISTICANJA SVEŽEG BETONA KROZ OTVOR ODREĐ. VELIČINE



MERENJE DUBINE PRODIRANJA KONUSK



MERENJE VREM. NI BZINE UTICAJANJA U SVEŽ BETON KUGLE ODREĐENE MASE I PRECNIKA



VELIČINA SHE POTREBNE ZA IZVLACENJE PLOČICA



POTRAJA KOAKSIJALNIH BILABDARA UDRENJE I MASA BETONA

ZNAČAJAN UTICAJ NA REOLOŠKA SVOJSTVA SVEŽEG BETONA IMAJU:

ISTETANJA SVEŽEG BETONA  
KROZ OTVOR ODREĐ. VELIČINE

PROSTOR  
KORUSK

USUEZ BETON KUPJE  
ODREĐENE MASE I PREČNIKA

TEKUCOST  
PUDICA

STANOVANJE  
UDNENIJA I MASA  
BETONA

ZNACAJAN UTICAJ NA TEHNOLOŠKA SVOJSTVA SVEŽEG BETONA IMAJU:

① MINERALOSKI SASTAV CEMENTA

② FINOĆA MLIVA CEMENTA - SA POVEĆANEM FINOĆE MLIVA VISKOZITET I KOEF. PROTOKA PRVO SE SMANJUJE A ZATIM POVEĆAVAJU

③ KRUPNOĆA AGREGATA - POVEĆANEM SRED. ŽILNA AGREG. VISKOZITET SE ZNAČAJNO SMANJUJE

④ VODOCEMENTNI FAKTOR - POVEĆANEM VISKOZITET SE ZNAČAJNO SNIŽAVA. POVEĆANEM DOVODI DO PASTROJAVANJA

⑤ PRIMENA PLASTIFIKATORA - POVEĆANEM VISKOZITET OPADA

## TEHNOLOŠKA SVOJSTVA

TEHNOLOGIČNOST SVEŽEG BETONA TREBA SHVATITI KAO SKUP VEĆEG BROJA POSEBNIH SVOJSTAVA KOJE SU OD ZNAČAJA U PRAVOM TEHNOLOŠKOM LANCU - POČEV OD DOZIRANJA, HOMOGENIZACIJE PA SVE DO ZAVRŠNE OBRADE GORNJIH PLOŠTINA I NEKE UGRADENOG BETONA

UGRADLIVOST (KOMPATIBILNOST) - OVO SVOJSTVO OPREDELUJE KOLIČINA MEH. RADA POTREBNOG ZA PREVOĐENJE SVEŽEG BETONA U STANJE FLUIDA SA STRUKTURNOM ČVRSTOĆOM  $f_{cm} = 0$  I VISKOZNOSTU  $\eta_{cm}$ . KADA SE OSTVARUJE "FLUIDIZACIJA" SVEŽEG BETONA U PUNOJ MERI SE OREZBUJE MOGUĆNOSTI SPUNJAVANJA SVIH PROSTORA UNUTAR OPLATE, MOGUĆNOST DA BETON ZAIDE U SVE PROSTORE "PREGRADENE" REKREACIJOM ARMATURNIM I STISKIVANJA MEHANIČNA VAZUHA UVUČENIM U MASU TOKOM MEŠANJA KOMPONENTI.

KONZISTENCIJA - PODRAZUMEVA SKUP SVOJSTAVA SVEŽEG BETONA KOJI UTICU NA POSTOJANOST, ODNOSNO PROMENLIVOST NEGAJNOG DRUŽA POD UTICAJEM RAZLIČITIH MEH. DEJSTAVA: U VEZI SA TIM RAZLIKUJEMO KRUTU, SLABO PLASTIČNU, PLASTIČNU I TEČNU KONZIST. SVEŽEG BETONA

## TEHNOLOŠKA SVOJSTVA:

HOMOGENOST  
UGRADLIVOST (KOMPATIBILNOST)  
POVEZANOST (KOHEZIVNOST)  
STABILNOST  
TRANSPORTABILNOST

PUMPABILNOST  
ZAVRŠNA OBRADA GORNJIH PLOŠTINA

- KONZISTENCIJA BET. MEŠAVINE ZAVISIĆE SAGMOTO PRIMENJENE KOLIČINE VODE

ZA ODABIRANU AGREGAT (VISTU I VELIČINU D) ZA UGRADENU KONZISTEN. SVEŽEG BETONA KOLIČINA VODE ĆE BITI JEDNAKA ZA SVE PRIMENJENE KOLIČINE CEMENTA. T.J. ZA SV. U I SV. MB.

# SPECIJALNI POSTUPCI UGRADIVANJA BETONA

## 1. Teh. livenje

- LIVENJE BETONA PO PRAVILU TREBA DA IMAJU MEHU SLEGANJA PREKO 16cm PRI ČEMU BETON SLOBODNO TEČE POD UTICAJEM GRAVITACIJE, IZ OVIH RAZLOGA SE ZA DVE BETONE KAŽE DA SU "SAMOGRAĐIVIVI". OBICNO SE TRANSPORTUJU PNEUMATSKIM BET. PUMPAAMA.

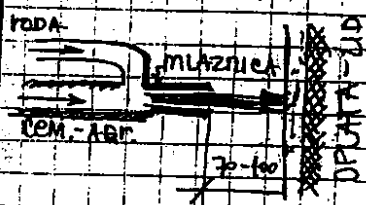
## 2. Podvodno betoniranje

- KORISTE SE MEŠAVINE TEČNE KONZIST. SA SLEGANJEM 16-20 cm.

## 3. Priprema betona

- KOD KONSTRUKCIJA MANJIH DIMENZIJA A SA GUŠĆOM ARMATUROM, SAMO FRAKCIJA 30/40 mm + cem. malter, kod masivnih ili slabo armiranih 2 frakcije: 30/40 mm i 180/400 mm + cem. malter
- ZA VISINE DO 12m - malter se naliva gravitaciono, ZA VEĆE VISINE - INJEKCIJOM

## 4. Orkestriranje

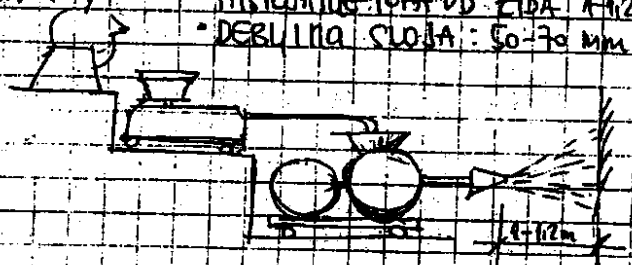


### SUVI POSTUPAK

- $D = 8 \text{ mm}$
- BRZINA NABAC. 100m/s
- RASTOJANJE OD P. 70-100cm
- DEBLJINA SLOJA 25-30mm

### MOKRI POSTUPAK

- $D = 20-25 \text{ mm}$
- BRZINA NABACIVANJA 120m/s
- RASTOJANJE OD P. 1-1.2m
- DEBLJINA SLOJA 50-70 mm



## 5. Vakumiranje

- U BET. MEŠAVINE, SPRAVLJANJE SA VEĆOM KOLIČINOM VODE, KADU DIKTIRA MOGUĆNOST UGRADIVANJA, VAKUUM POSTUPKOM IZVLAČI SE "VIŠAK" VODE
- SNIŽAVANJE VODOCEMENTNOG FAKTORA PRITOM ZA 0,05-0,1!
- VAKUMIRANI BETON IMA SMANJENO SKUPYANJE

## 6. Vibrovakumiranje

## ② VIBROVAKUMIRANJE ~

- S OBZIROM DA SE PRE SAMOG VAKUUMIRANJA BETONSKI ELEMENTI IZLAŽU VIBRIRANJE, OPISANA TEHNOLOGIJA SE ČESTO NAZIVA VIBROVAKUM.

## ③ VIBROVAKUUM PRESOVANJE ~

- EFEKTIVNOST GRADE GAVNIH elemenata od vrlo plastičnih mega-  
VINA ZNAČAJNO SE POVEĆAVA KOMBINOVANJEM VIBRACIJA, PRESOVANJA  
VAKUUMIRANJA
- OVAKVIM POSTUPKOM, ČVRSTOĆA BETONA SE MOŽE POVEĆATI ZA 10-20%.

## ④ CENTRIFUGIRANJE ~

- BRZINA OBITAJA KALUPA ZA CENTRIFUGIRANJE 400-900 o/min
- RASPOREĐIVANJE BETONA DO 8 min
- KOMPAKTIRANJE 12 min
- ČEO PROCES TRAJE 15-30 min
- BETON SA SLEGANJEM 4-6 cm
- D = 15-20 mm (16 mm) SE OSLOBODI ZA 20-30% VODE
- PREDNOST: VRLO VISOKE ČVRSTOĆE, ODMAH PO CENTRIFUGIRANJU ELEMENT  
SE MOŽE OSLOBODITI OPLATE
- MANJA VELIKA POTROŠNJA CEMENTA 400-450 kg/m<sup>3</sup>

## ⑤ PRESOVANJE ~

- (PRIMJER: 10-15 MPa) VEĆE KOLIČINE CEMENTA (100-150 kg/m<sup>3</sup>)  
MOGU DOBITI VRLO VISOKE ČVRSTOĆE

## ⑥ VIBROVALJANJE ~

- POSTUPAK KONTINUIRANOG VIBROVALJANJA BETONA NA KONTINUIRANOM TIAU
- \* OSNOVNE PREDNOSTI VIBROVALJANJA BETONA (EPE U):
- VELIKI BRZINA KOJOM SE OMIJARAČU
- MALI POTROŠNJI CEMENTA - ISPOD 100 kg/m<sup>3</sup>
- KORISTI SE PREGAT DO 7 mm
- ODRAS SITNOGA PREMA KUPNOBOM GREGATU TREBA DA JE  $\leq 2:1$
- KONZISTENCIJA TIJEKA DA BUDE KRUTA (SA SLEGANJEM 0)
- \* BETON MOGA DA BUDE DOVOLJNO SUV DA OPIJA ALAK KOJIM SE ZBJA  
A SA DRUGE STRANE, DA BUDE DOVOLJNO "VLAŽAN" DA CEMENTNA PASTA  
PRI RAZASTIRANJU I ZBJANJU PROIDE DOVOLJNO DUBOKO U PROSTORE ZIMA  
GREGATA
- RAZASTIRE SE U SLOJEVIMA 20-30 cm, SVAKI SLOJ ZBJA SE SA NAJMANJE  
3 PRELAZA VALJKA: PRVA 2 SLOJA BEZ, A 3. SLOJ SA VIBRIRANJEM

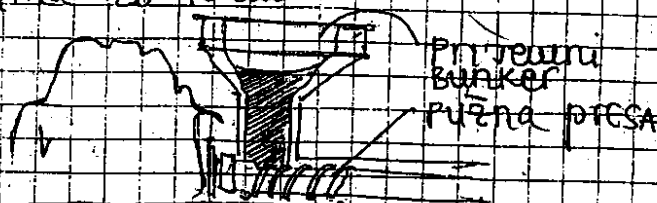
## ⑦ EKSTRUDIRANJE ~

- PRIMENOM EKSTRUDERA BET. ELEMENTI SE FORMIRAJU PUTEM  
SIMULTANOG DELOVANJA EKSTURZIJE (ISTISKIVANJE), PRESOVANJE I  
VIBRIRANJA SVEŽEG BETONA

- Element se formira u zatvorenom prostoru koji obrazuju  
 donji i bočni zidovi komore, smešteni ispod prijemnog bunkera  
 kao i već završeni deo elementa.

- Pužna presa ima sa jedne strane 7-ju transporta betona a  
 sa druge strane organ za zbijanje, omogućava proizvodnju olakša-  
 nih betonskih ploča, čija je dužina jednaka dužini staze kretanja  
 ekstrudera, širina 1-1,5m, debljina 20-40cm.

- sa količinom cementa  
 $400-420 \text{ kg/m}^3$  i  $w=0,35-0,4$   
 dobijaju se tvrdosti i do 60MPa



## UBRZANO OCVRŠĆAVANJE BETONA

### ⊗ Tehnološki postupci

- primena visih klasa i većih količina cementa
- primena nižih vodo-cementnih faktora
- revibriranje betona

### ⊗ Fizički postupci

- zaparivanje
- kontaktno zagrevanje
- autoklaviranje
- zagrevanje infra-crvenim zračenjem
- " " " " el. strujom

### ⊗ Hemijski postupak

- primena akceleratora

- zaparivanje predstavlja osnovni vid hidro-termalne obrade betona
- odvija se pod normalnim pritiskom u specijalnim ili komornama  
 ili se pak primenjuje relativno primitivan postupak pokrivanja  
 elemenata uradama, kojim se sprečava gubitak vodene pare
- režim zaparivanja u najvećoj meri zavisi od upotrebljenog cementa
- tokom zaparivanja, beton obično dostiže do 70% 28 dnevne  
 čvrstoće, ne prelazi 85% nominalne čvrstoće, dok nominalnu  
 čvrstoću, po pravilu, zaparivani betoni nikad ne dostižu.

AUTOKLAVIRANJE - Temp. vodene pare obično  $180^\circ\text{C}$ , pritisak najveće  
 cca 10 bara

## BETONIRANJE U POSEBNIM USLOVIMA



## BETONIRANJE U POSEBNIM USLOVIMA

- Obično se smatra ugradivanje betona pri spolnim temp. ispod 5 i nad 30°C

### BETONIRANJE ZIMI

- Koristiti cemente viših toplota hidratacije
- cemente sa dodatkom puzolana
- UPOTREBLJAVATI nešto veće količine cementa
- Ići na više vrednosti vobocementnih faktora
- Koristiti aditive antifrizne i aditive ubrzivace vezivanja ovisno.
- Zagrevati komponente betona (voda 30-80°C, agregat do 40°C)
- Zastitom betona putem termokolacije ili grejanjem samog
- betona, obzbediti da beton pre prvog smrzavanja ima najmanje 50% zahtevane čvrstoće.

⊕ ODMAH po betoniranju TREBA preduzeti odgovarajuće mere kao što su

- POKRIVANJE OTVORENIH PLOŠTINA BETONA
- BRZA OPLATA sa dodatnim izolacionim slojevima
- POSTAVLJANJE izbetoniranih elemenata i konstrukcija u zatvorene prostore koji se mogu zagrevati
- DIREKTNO zagrevanje elemenata i konstrukcija putem vodene pare, otvorene vatre, električne energije

- TERMOI metoda - betonska mešavina temp. 25-45°C se ugradi u termicki izolovanu oplatu i da se tokom procesa osušavanja betona koristi kao izvor toplota, tako i topl. koja se oslobađa, putem hemizama, u toku hidratacije cementa.
- OVA metoda se zasniva na stavu da ukupna količina toplote u betonu TREBA da bude jednaka gubitcima toplote koleco element ima pr. svoje hlađenju do 0°C, za jedno vreme hlađenja ~~na~~ t<sub>h</sub>.

### BETONIRANJE LETI

- KORISTITI cemente nižih toplota hidratacije (cemente nižih klasi i cemente sa dodatcima)
- UPOTREBLJAVATI niže količine cementa (za 5-10%)
- Ići na više vrednosti vobocementnih faktora
- KORISTITI usporivace vezivanja (retardere) i aditive plastifikatore
- Agregat zaštititi od direktnog dejstva Sunca
- Rezervoare za vodu ukopavati ispod zemlje
- Silose za cement, vodove za cement, fabrike betona, OFARBITI beto
- Hladiti komponente betona

- Vrlo efikasno hlađenje betona postiže se ubacivanjem usitnjenog
- direktno u mešalicu
- Hladiti oplatu vodom
- Organizovati betoniranje noću
- Blagovremeno početi negovanje ugrađenog betona
- Zaštititi beton od direktnog dejstva Sunca