

# *TEHNOLOGIJA GRAĐENJA - VISOKOGRADNJA*

*Transport betona - dimenzioniranje*

# *Dimenzioniranje tehnološkog procesa ugradnje betona*

- Provodi se prilikom planiranja betonskih radova (betoniranja)
- služi definiranju količina
  - izrade betona
  - transporta betona
    - br. transportnih sredstava
  - ugradnje betona
    - dimenzioniranje sredstava za ugradnju
- Cilj
  - **optimalizacija** proizvodnje, radnika i radnih sredstava



# *Ugradnja*

- beton se može ugrađivati
  - pumpom za beton



# *Ugradnja*



- može se vršiti
  - pumpom za beton
  - dizalicom (kranom)



# *Ugradnja*

- može se vršiti
  - pumpom za beton
  - dizalicom (kranom)
  - špricanjem

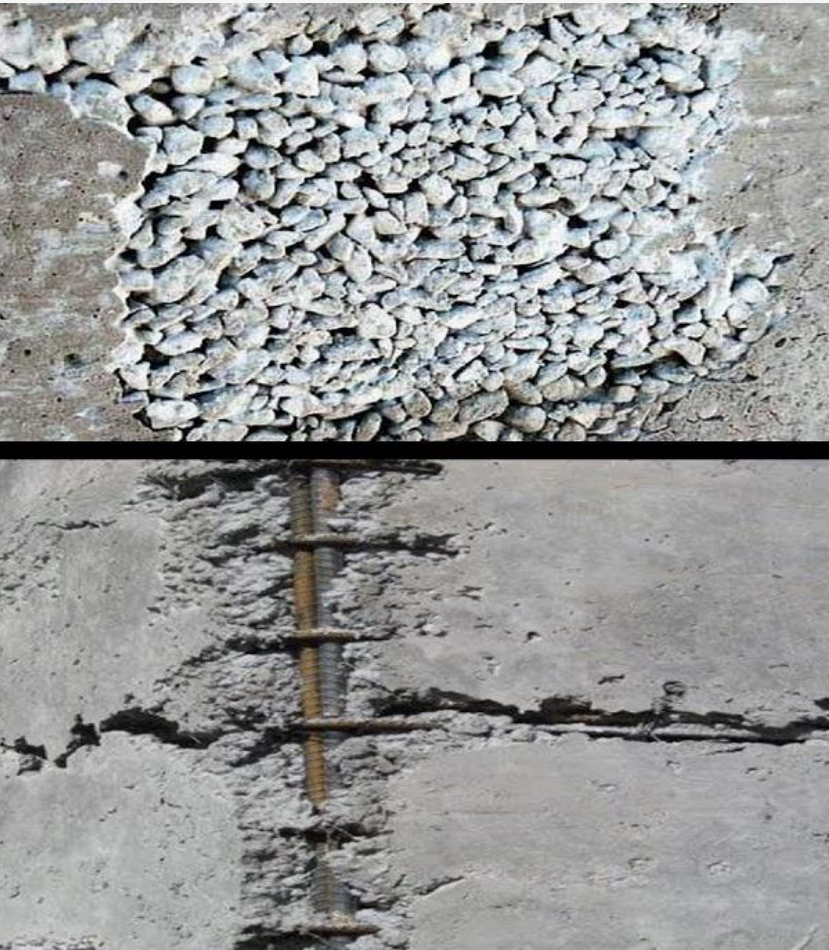


*DO UGRADNJE*



---


# *Transport betona*



- Kod transporta betona bitno je:
  - Osigurati homogenost betona, tj. onemogućiti sljedeće:
    - Segregaciju
    - Izdvajanje vode
- Segregacija i izdvajanje vode
  - Izdvajanje krupnih čestica betona iz mješavine
  - Događa se kod:
    - Neadekvatne mješavine agregata
    - Neadekvatnog v/c faktora
    - Nepravilne ugradnje
    - Pretjeranog vibriranja betona

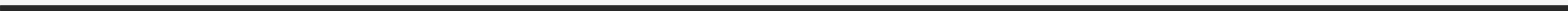
# *Transport betona*

---

- Transport možete obavljati:
    - Kolicima
    - Motornim kolicima
    - Dumperom, kiperom
      - Ove metode transporta ovisno o tipu betona kojeg transportiraju uzrokuju segregaciju betona i izdvajanje vode iz betona
      - Koriste se ili s ograničenjem transportne udaljenosti ili za valjane betone
    - Automješalicom
      - Najprikladnija metoda transporta betona na veće udaljenosti
      - Onemogućuje segregaciju, izdvajanje vode ili vezanje betona tijekom transporta
- 



*UGRADNJA  
PUMPOM ZA  
BETON*



# *Ugradnja pumpom*

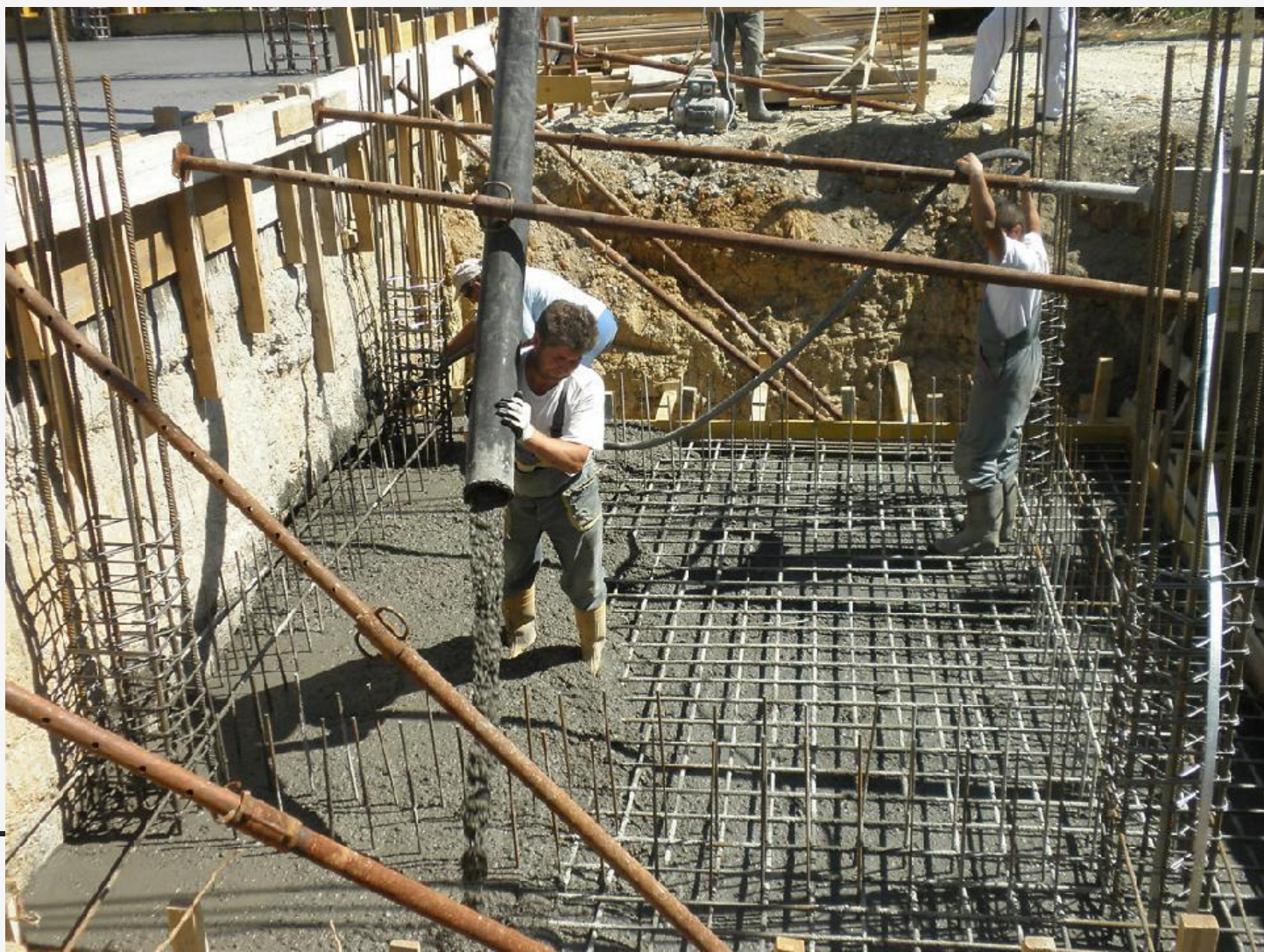


# *Ugradnja pumpom*





# *Ugradnja pumpom*



# *Izračun*

- dimenzioniranje se provodi uzimajući u obzir dvije veličine :
  - $T_b$  - vrijeme betoniranja u minutama
    - vrijeme betoniranja za ukupnu količinu betona u kontinuitetu (bez prestanka)
  - $T_c$  - vrijeme ciklusa auto-miješalice za beton u minutama
    - vrijeme potrebno auto-miješalici za obavljanje ukupnog ciklusa
      - utovar betona
      - dostava betona i povratak
      - istovar betona





# *Izračun ciklusa*

- $T_c$  se izračunava

$$T_c = T_u + T_{mb} + T_t + T_z + T_{mg} + T_i + \Delta T$$

– gdje su vremena

- $T_u$  - utovar betona u vozilo na betonari
- $T_{mb}$  - manevriranje vozila na betonari
- $T_t$  - transport betona vozilom od betonare do gradilišta i natrag
- $T_z$  - zadržavanje vozila na putu
- $T_{mg}$  - manevriranje vozila na gradilištu
- $T_i$  - istovar betona
- $\Delta T$  – rezervno vrijeme (do 5 min)

# *Izračun ciklusa*

- $T_c$  se izračunava

$$T_c = T_u + T_{mb} + T_t + T_z + T_{mg} + T_i + \Delta T$$

– gdje su vremena

- $T_u$  - utovar betona u vozilo na betonari

$$T_u[\text{min.}] = \frac{Q_A}{Q_B} \cdot 60$$

– gdje su

- $Q_A[m^3]$  - kapacitet (obujam) automiješalice
- $Q_B[m^3/h]$  - proizvodni kapacitet betonare

# *Izračun ciklusa*

- $T_c$  se izračunava

$$T_c = T_u + T_{mb} + T_t + T_z + T_{mg} + T_i + \Delta T$$

– gdje su vremena

- $T_u$  - utovara betona u vozilo u betonari
- $T_t$  - transporta vozila od betonare do gradilišta i natrag

$$T_t [\text{min.}] = \frac{2 \cdot L}{\bar{v}_t} \cdot 60$$

– gdje su

- $L$  [km] – udaljenost koju vozilo prelazi od betonare do mjesta ugradnje
  - $\bar{v}_t$  [km/h] - prosječna brzina vožnje
-

# *Izračun ciklusa*

- $T_c$  se izračunava

$$T_c = T_u + T_{mb} + T_t + T_z + T_{mg} + T_i + \Delta T$$

– gdje su vremena

- $T_u$  - utovara betona u vozilo u betonari
- $T_t$  - transporta vozila od betonare do gradilišta i natrag
- $T_i$  - istovar

$$T_i[\text{min.}] = \frac{Q_A}{Q_{AG}} \cdot 60$$

– gdje je

- $Q_{AG} [m^3/h]$  - proizvodni kapacitet pumpe za beton

# *Izračun vremena betoniranja*

- $T_b$  se izračunava

$$T_b = N_t \cdot (T_i + \Delta T)$$

- gdje je vremena

- $N_t$ - broj tura s auto-miješalicom da se dostavi sav potreban beton

$$N_t[\text{kom.}] = \frac{Q_U}{Q_A}$$

- gdje je

- $Q_U[m^3]$  – ukupna potrebna količina betona



# *Optimiziranje broja miješalica*

- dimenzioniranje broja miješalica
  - provodi se proračunom potrebnog miješalica u ciklusu ( $N_{tc}$ )

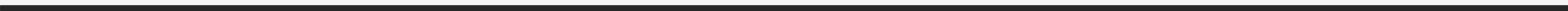
$$N_{tc}[\text{kom.}] = \frac{T_c}{T_i + \Delta T}$$



# Zadatak 1

- Za betoniranje ploče 12 x 25 m debljine 20 izračunaj vrijeme betoniranja i broj miješalica u ciklusu
    - auto miješalice 6 m<sup>3</sup>
    - pumpa za beton 30 m<sup>3</sup>/h
    - betonara 30 m<sup>3</sup>/h
    - brzina vožnje 20 km/h
    - udaljenost 6 km
    - manevriranje (betonara i gradilište) – 2 min svaki
    - zadržavanje – 5 min
    - rezerva – 3 min
  
    - A ako betonara može proizvesti 80 m<sup>3</sup>/h?
-

*UGRADNJA  
DIZALICOM*



# *Ugradnja dizalicom*

- Kod ugradnje betona dizalicom
  - koristi se i pretovarni silos koji je najčešće obujma (kapaciteta) jednakog auto-miješalici



# *Ugradnja dizalicom*

- Kod ugradnje betona dizalicom
  - koristi se i pretovarni silos koji je najčešće obujma (kapaciteta) jednakog auto-miješalici
  - te kibla za transport betona dizalicom





# *Ugradnja dizalicom*

- Kod ugradnje betona dizalicom
  - koristi se i pretovarni silos koji je najčešće obujma (kapaciteta) jednakog auto-miješalici
  - te kibla za transport betona dizalicom



# *Ugradnja dizalicom*

- Kod ugradnje betona dizalicom
  - koristi se i pretovarni silos koji je najčešće obujma (kapaciteta) jednakog auto-miješalici
  - te kibla za transport betona dizalicom
  - ciklus miješalice se dimenzionira tako da se do dolaska nove miješalice mora isprazniti pretovarni silos
  - ako se ne koristi pretovarni silos – ciklus miješalice se povećava za vrijeme potrebno da se cijeli obujam betona ugradi kiblom

# *Izračun ciklusa*

- Kod ugradnje betona dizalicom

– vrijeme ciklusa vožnje se računa

$$T_c = T_u + T_{mb} + T_t + T_z + T_{mg} + T_i + T_{UGk} + \Delta T$$

– gdje su vremena

- $T_u$  - utovar betona u vozilo [min]
- $T_{mb}$  - manevriranje vozila u betonari [min]
- $T_t$  - transporta vozilom [min]
- $T_z$  - zadržavanja vozila na putu [min]
- $T_{mg}$  - manevriranje vozila na gradilištu [min]
- $T_i$  - istovar iz vozila u pretovarni silos [min]
- $T_{UGk}$  - ugradnje betona kiblom (vrijeme potrebno da se ugradi količina betona iz jednog pretovarnog silosa)
- $\Delta T$  – rezervno vrijeme (do 5 min) [min]

# *Izračun ciklusa*

- Kod ugradnje betona dizalicom

- vrijeme ciklusa vožnje se računa

$$T_c = T_u + T_{mb} + T_t + T_z + T_{mg} + T_i + T_{UGk} + \Delta T$$

- gdje je vrijeme

- $T_u$  - utovar betona u vozilo [min]

$$T_u = \frac{Q_A}{Q_B} \cdot 60$$

# *Izračun ciklusa*

- Kod ugradnje betona dizalicom

- vrijeme ciklusa vožnje se računa

$$T_c = T_u + T_{mb} + T_t + T_z + T_{mg} + T_i + T_{UGk} + \Delta T$$

- gdje je vrijeme

- $T_t$  - transporta vozilom [min]

$$T_t = \frac{2 \cdot L}{v_t} \cdot 60$$



# *Izračun ciklusa*

- Kod ugradnje betona dizalicom

- vrijeme ciklusa vožnje se računa

$$T_c = T_u + T_{mb} + T_t + T_z + T_{mg} + T_i + T_{UGk} + \Delta T$$

- gdje je vrijeme

- $T_i$  - istovar iz vozila u pretovarni silos [min]

- vrijeme istovara u pretovarni silos je u principu 5 – 6 min, no točna vrijednost određuje se iskustveno

# Izračun ciklusa

- Kod ugradnje betona dizalicom

- vrijeme ciklusa vožnje se računa

$$T_c = T_u + T_{mb} + T_t + T_z + T_{mg} + T_i + T_{UGk} + \Delta T$$

- gdje je vrijeme

- $T_{UGk}$  - ugradnje betona kiblom (vrijeme potrebno da se ugradi količina betona iz jednog pretovarnog silosa)

$$T_{UGk} = \frac{Q_{ps}}{Q_{TDbet}} \cdot 60$$

- gdje je

- $Q_{ps} [m^3]$  - kapacitet (obujam) pretovarnog silosa
- $Q_{TDbet} [m^3/h]$  – proizvodni kapacitet transporta betona dizalicom

# Izračun ciklusa

- Kod ugradnje betona dizalicom

- vrijeme ciklusa vožnje se računa

$$T_c = T_u + T_{mb} + T_t + T_z + T_{mg} + T_i + T_{UGk} + \Delta T$$

- gdje je vrijeme

$$T_{UGk} = \frac{Q_{ps}}{Q_{TDbet}} \cdot 60$$

- gdje je

$$Q_{TDbet} = \frac{3600}{T_{uk}} \cdot q \cdot k_p \cdot k_v$$

- gdje je

- $T_{uk}[\text{sek}]$  – vrijeme dizanja kible [sek]
- $q[\text{m}^3]$  – obujam kible
- $k_p$  - koeficijent ispravke punjenja
- $k_v$  - koeficijent ispravke korištenja vremena



# *Izračun vremena betoniranja*

- za betoniranje dizalicom  $T_b$  se računa

$$T_b = N_t \cdot (T_i + T_{UGk} + \Delta T)$$

– gdje je

- $N_t$  - broj tura miješalicom da se dostavi sav potreban beton

$$N_t[kom] = \frac{Q_U}{Q_A}$$



# *Optimiziranje broja miješalica*

- kod ugradnje betona dizalicom
  - optimizacija broja miješalica u ciklusu se računa

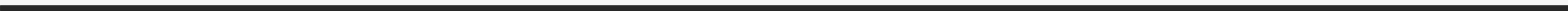
$$N_{tc}[kom] = \frac{T_c - (T_i + T_{UGk})}{T_{UGk}}$$



# Zadatak 2

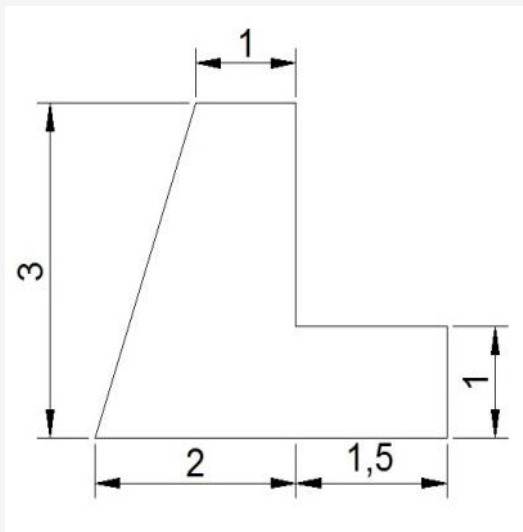
- Za betoniranje ploče 12 x 25 m debljine 20 izračunaj vrijeme betoniranja i broj miješalica u ciklusu
  - auto miješalice 6 m<sup>3</sup>
  - vrijeme istovara 3 min
  - pretovarni silos 6 m<sup>3</sup>
  - kibla 1 m<sup>3</sup>
  - kp, kv – 0,8
  - Tuk – 180 sec
  - betonara 30 m<sup>3</sup>/h
  - brzina vožnje 20 km/h
  - udaljenost 6 km
  - manevriranje (betonara i gradilište) – 2 min svaki
  - zadržavanje – 5 min
  - rezerva – 3 min

*PRIMJERI ZA  
VJEŽBU*



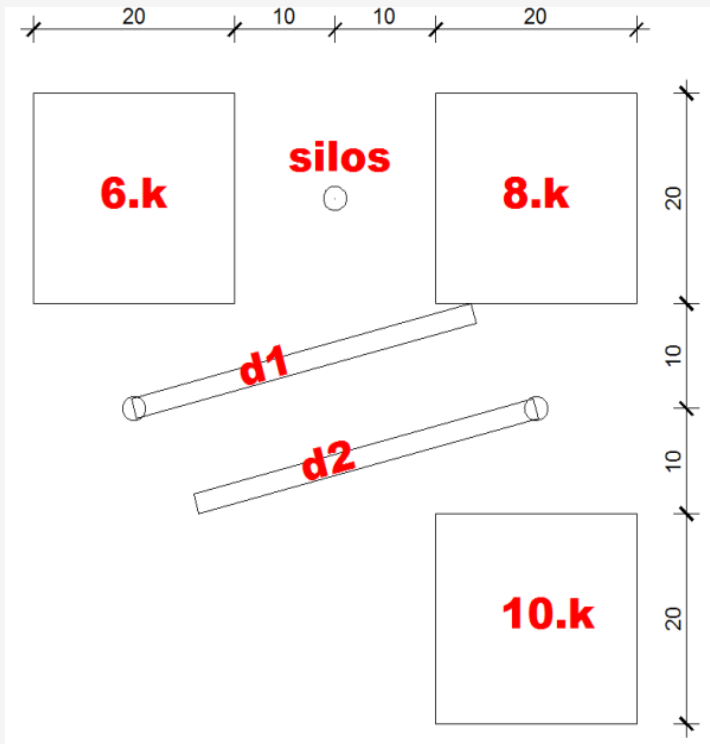
# Primjer 1

## betoniranje potpornog zida



- traži se  $Q_{AG}$  i  $Q_B$ !!
  - duljina zida 184 m
  - betoniranje u kampadama (prema dohvatu pumpe)
  - betoniranje traje 1150 min
  
  - radijus dohvata pumpe 24 m
  - postavljanje pumpe 3 m od zida
  - premještanje pumpe 40 min
  
  - na gradilištu - auto-miješalice 12 m<sup>3</sup>
  - rezervno vrijeme 2 min

# Primjer 2



- traži se  $N_{tc}$  za betoniranje 6.k i 8.k istovremeno i ukupno  $T_B$ 
  - ploče - 2000 x 2000 x 30 cm
  - automješalica i silos (x2) - 6 m<sup>3</sup>
  - betonara - 60 m<sup>3</sup>/h
  - istovar betona - 5 min
  - udaljenost betonare - 10 km
  - prosječna brzina - 20 km/h
  - manevriranja na grad. i bet. - 2 min
  - vrijeme zadržke - 3 min
  - rezervno vrijeme - 4 min
  - dohvat dizalice - 40 m
  - kible - 1,5 m<sup>3</sup>
  - koef. punjenja - 0,8
  - koef. vremena - 0,83
  - vrijeme dizanja – 8.k - 150 sek; 6.k - 100 sek