

Građevinski i arhitektonski fakultet Osijek

Sveučilišta J. J. Strossmayera

Stručni studij, akadem. godina 2020/2021.

Betoniranje u kontinuitetu pomoću betonskih pumpi i dizalica

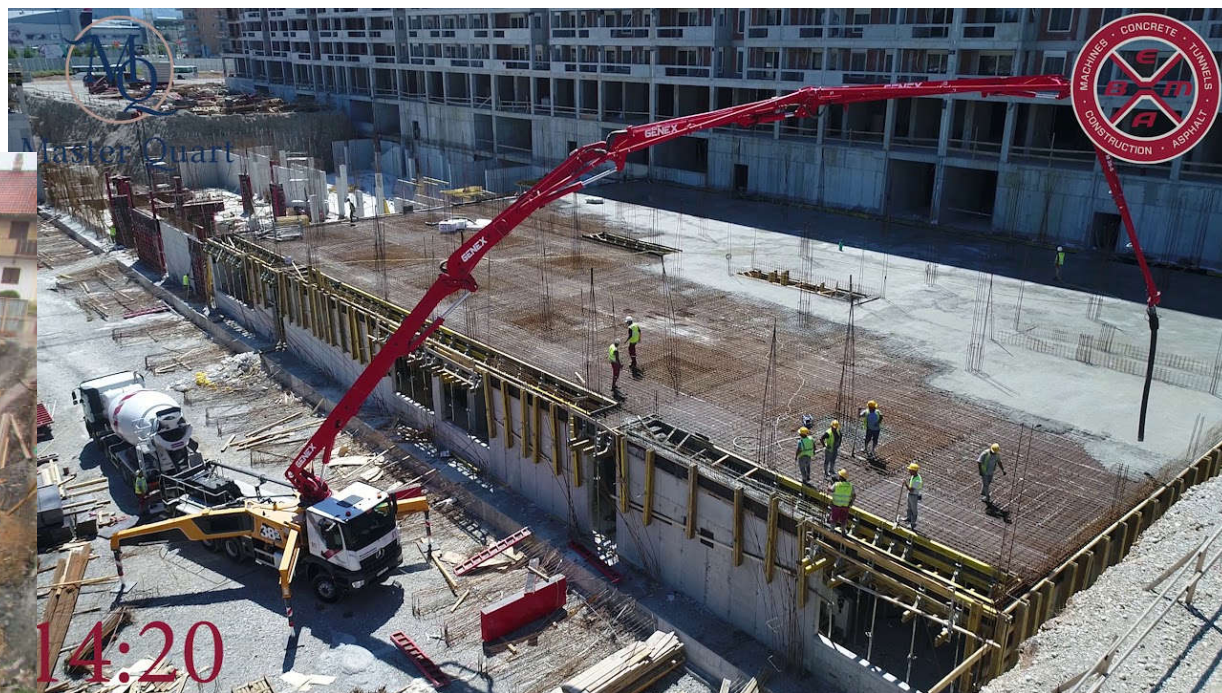
Zadaci za vježbe iz *Tehnologija i strojevi za građenje*

Viši predavač

Mr.sc. Držislav Vidaković, dipl.ing.građ.

Potreba dimenzioniranja procesa ugradbe betona

- Betoniranje pojedinih elemenata građevine poželjno je izvesti bez prekida.
- Kada je potrebno ugraditi veće količine betona (100 i više m³ npr. u temeljne i stropne ploče višestambenih i poslovnih zgrada, bazen ili ploču mosta) treba izračunati trajanje obzirom na raspoložive resurse za betoniranje, odnosno potrebne resurse (mekanizaciju za transport i ugradbu i dr.). To je važno kako bi se moglo uskladiti betoniranje s prethodnim armiranjem elementa (obično ploče), koje može trajati i kada već betoniranje počne (na drugom kraju elementa) i po potrebi organizirati prekovremeni rad ili rad u više smjena na dan (dovoz radnika, osvjetljenje itd.)



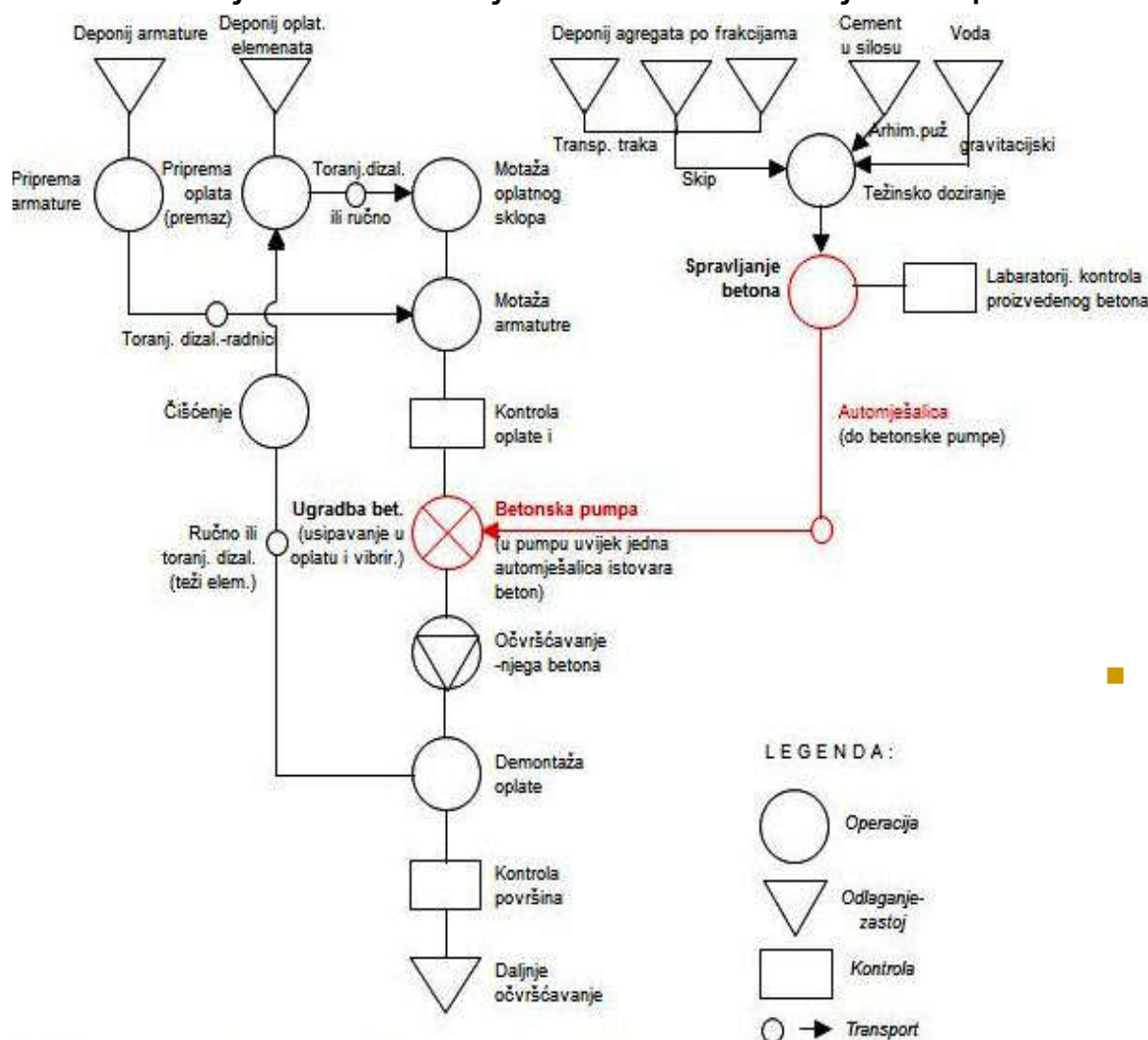
- Od betonare do građevine u koju se beton ugrađuje transport se obavlja s automješalicama (ili agitatorima), a one beton istovaruju ako je moguće (pitanje prilaza i dohvata) preko žlijeba (eventualno i transportne trake) direktno u oplatu ili u betonsku pumpu, dok u slučaju rada s dizalicama u posudu (korpu ili “raketu”) dizalice ili u pretovarni silos za beton (pogledati dane materijale o tome).
- Zadaci koji su nadalje pokazani obrađuju slučajeve proizvodnje na centralnoj betonari određenog učinka (ili je zadana brzina punjenja automješalica na njoj), transport automješalicama i ugradbu u oplatu betonskim pumpama i dizalicama (pojedinačno ili kombinirano s više strojeva – tzv. agregatima za ugradbu) zadalog učinka. Uz dizalice uvijek je pretpostavljena uporaba pretovarnog silosa za beton (koji po zapremnini odgovara bubnju automješalice, tj. nije manji) zato da automješalica ne mora čekati na gradilištu sve dok je dizalica/dizalice ne isprazne kroz svoj cikličan rad. (Trajanje toga ovisi o trajanju ciklusa dizalice i veličini posude za beton i količini betona u bubnju miješalice, što može biti i preko sat vremena – npr. 8 m³ betona iz automješalice isprazni se s 16 ciklusa s posudom dizalice od 500 l i ako je ciklus dizalice 4,5 min onda je to nešto manje od 72 min, jer posljednji ciklus automješalica ne mora čekati da se obavi do kraja.) Tbog toga treba izračunati trajanje betoniranja. Također, treba odrediti potreban broj automješalica kako pumpa i dizalica ne bi morali na njih čekati. (U pumpu uvijek jedna automješalica istovara beton, tako da ih je minimalno potrebno dvije, ali najčešće znatno više, dok za opskrbu pretovarnog silosa za beton u slučaju manje udaljenosti do betonare i dizalice manjeg učinka nekada može biti dovoljna i jedna.)

Zadatak 1. a)

Izračunati koliko će sati trajati kontinuirani proces betoniranja 250 m^3 s betonskom pumpom koja ima planski učinak (U_{bp}) $35,5 \text{ m}^3/\text{h}$. Centralna betonara na kojoj se proizvodi beton udaljena je od gradilišta, odnosno pumpe 20 km. Prijevoz betona obavlja se s automješalicama s bubnjem zapremnine $q_{am} = 10 \text{ m}^3$ ($k_{pu} = 0,85$), koje

imaju srednju brzinu 27 km/h i uz to zastoje u prometu od cca 3,5% vremena vožnje. Trajanje svih manevara u jednom ciklusu automješalice (t_{man}) je 1,2 min, a rezervno vrijeme (Δt) 2,8 min. Brzina punjenja automješalice (v_{pu}) na betonari je 65 s/m^3 , a brzina istovara proporcionalna je učinku pumpe u koju se prazni.

- Treba **odrediti i potreban broj automješalica** (sve iste kao što je navedeno) tako da betonska pumpa ne mora čekati na beton koji potiskuje.



Rješavanje:

- Trajanje betoniranja je: $T_{bet} = N_{tura} \times (t_{ist} + \Delta t)$,
gdje je potreban broj tura automješalica da prevozu sav potreban beton
 $N_{tura} = Q_{bet} / (q_{am} \times k_{pu}) = 250,00 / (10,00 \times 0,85) = 29,41 = 30$ (uvijek cijeli broj – prvi veći od ovako izračunatog),
trajanje istovara jedne automješalice u betonsku pumpu
 $t_{ist} = (q_{am} \times k_{pu}) / U_{bp} = (10,00 \times 0,85) / 35,5 = 0,24$ sati (= 14,37 min)
 $T_{bet} = 30 \times (0,24 + 2,80 / 60) = \underline{\underline{8,6 \text{ sati}}}$
- Potreban broj automješalica je $N_{am} = T_{Ca} / (t_{ist} + \Delta t)$,
gdje je trajanje jednog ciklusa automješalice koja opslužuje pumpu
 $T_{Ca} = t_{pu} + t_{voz} + t_{zas} + t_{ist} + t_{man} + \Delta t = 9,21 + 92,00 + 14,37 + 1,20 + 2,80 = 119,58$ min,
jer punjenje automješalice na betonari traje
 $t_{pu} = q_a \times k_{pu} \times v_{pu} = 10,00 \times 0,85 \times 65 / 60 = 9,21$ min ,
vožnja pune do gradilište i prazne nazad do betonare, zajedno s planiranim zastoјima u prometu je $t_{voz} + t_{zas} = (2 \times 20,00 / 27,00) \times 1,035 = 1,53$ sata = 92,00 min
 $N_{am} = 119,58 / (14,37 + 2,80) = 6,96 = \underline{\underline{7 \text{ kom}}}$

Zadatak 1. b)

- Koliko bi trajalo betoniranje s dvije iste betonske pumpe (kao u 1a) i koliko bi trebalo atomješalica da ih opslužuje?.
- **Rješenje:** $T_{bet} = 8,6 / 2 = \underline{\underline{4,3 \text{ sata}}}$ $N_{am} = 2 \times 6,96 = 13,92 = \underline{\underline{14 \text{ kom}}}$

Zadatak 1. c)

- Koliko bi trajalo betoniranje iz zadatka 1a da se uz betonsku pumpu s 35,5 m³/h koristi još dvije od kojih svaka ima učinak 15,2 m³/h i koliko bi trebalo automješalica?

- **Rješavanje:**

trajanje istovara automješalice u pumpu učinka 15,2 m³/h je:

$$(10,00 \times 0,85) / 15,2 = 0,56 \text{ sati } (= 33,55 \text{ min}) ,$$

trajanje betoniranja sveukupne količine betona samo s jednom pumpom učinka 15,2 m³/h bilo bi: $T_{\text{bet}} = 30 \times (0,56 + 2,80 / 60) = 18,2 \text{ sati}$

Učinak procesa betoniranja je: $Q_{\text{bet}} / T_{\text{bet}} ,$

pa je s jednom pumpom učinka 15,2 m³/h: $250 / 18,2 = 13,74 \text{ m}^3/\text{h} ,$

a s pumpom učinka 35,5 m³/h: $250 / 8,6 = 29,07 \text{ m}^3/\text{h}$

- Trajanje betoniranja s planiranim pumpama različitog učinka je $Q_{\text{bet}} / \Sigma U_{\text{bp}}$

$$T_{\text{bet}} = 250 / (29,07 + 2 \times 13,74) = \underline{\underline{4,42 \text{ sata}}}$$

trajanje jednog ciklusa automješalice koja opslužuje pumpu učinka 15,2 m³/h je:

$$9,21 + 92,00 + 33,55 + 1,20 + 2,80 = 138,76 \text{ min}$$

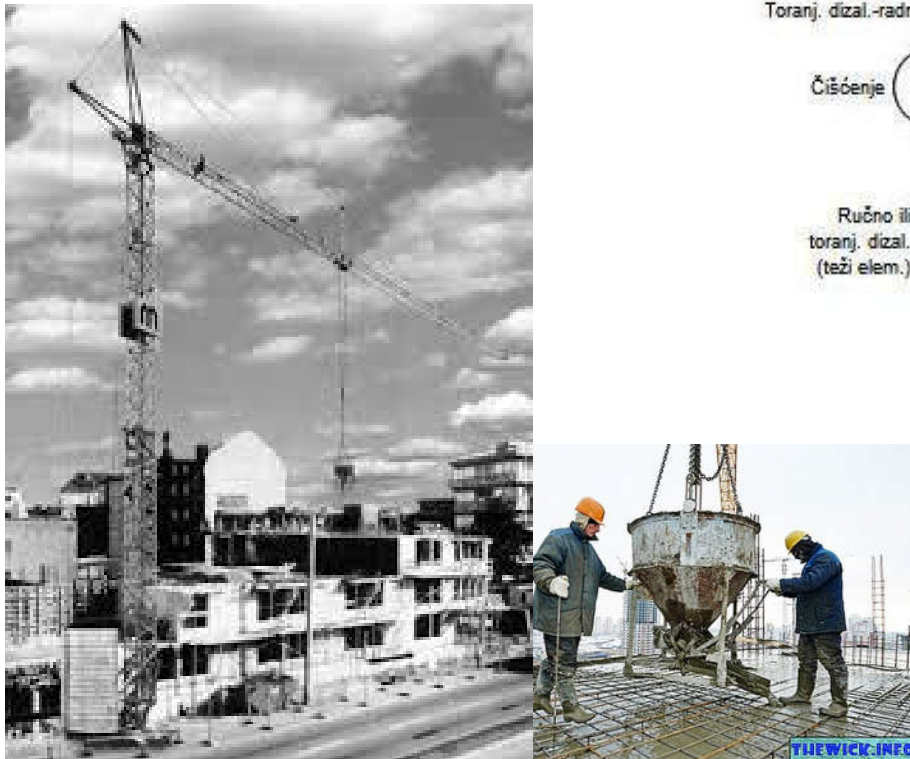
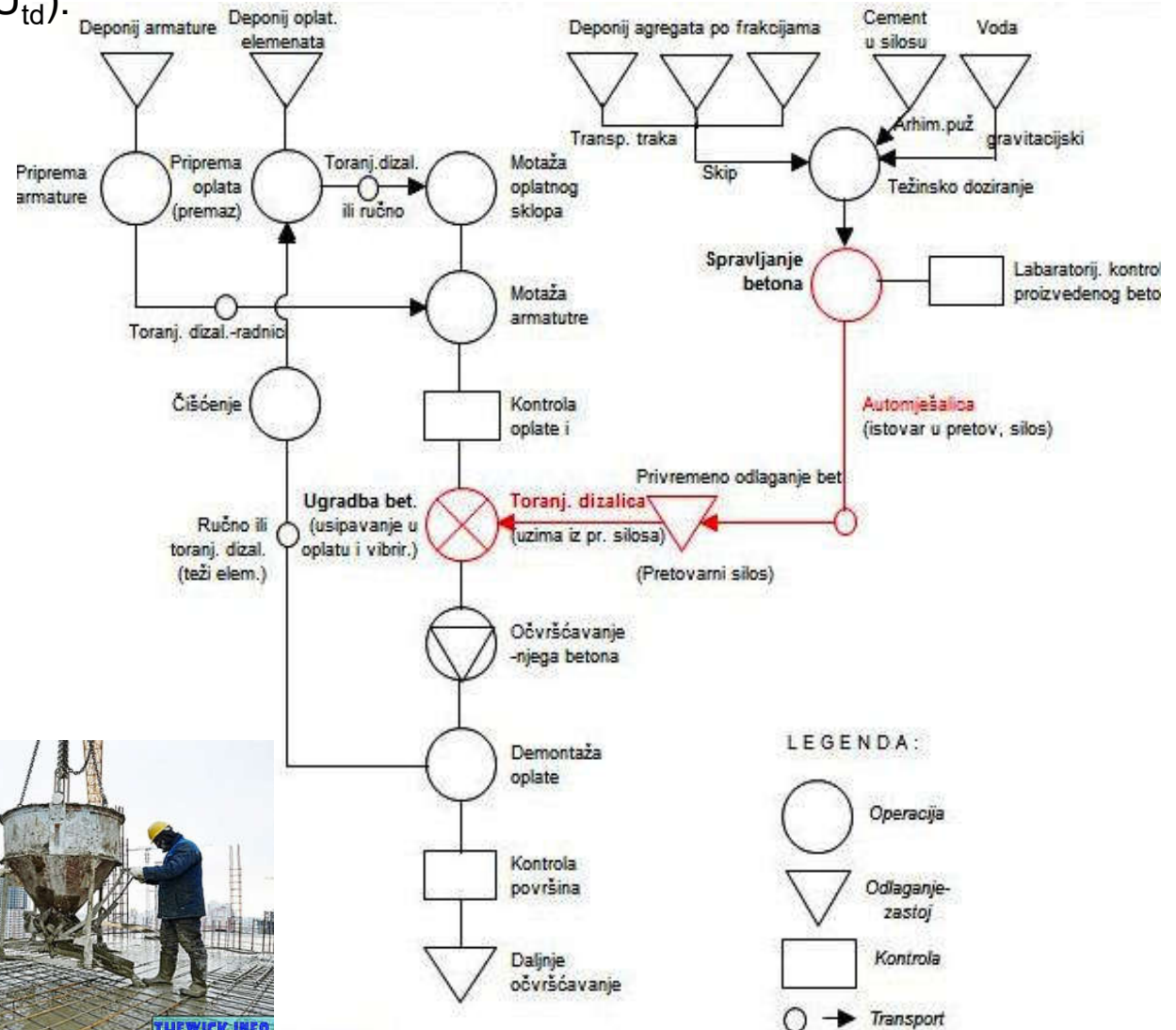
broj automješalica da opslužuju jednu pumpu s učinkom 15,2 m³/h je: $138,76 / (33,55 + 2,80) = 3,82 \text{ kom}$

- Za opsluživanje sve tri betonske pumpe potreban broj automješalica je: $N_{\text{am}} = 6,96 + 2 \times 3,82 = 14,6 = \underline{\underline{15 \text{ kom}}}$



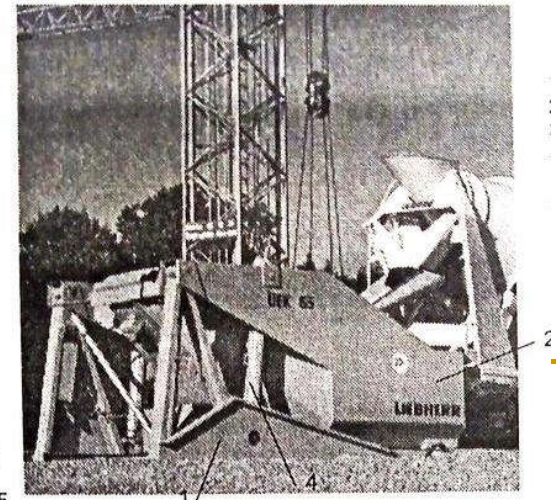
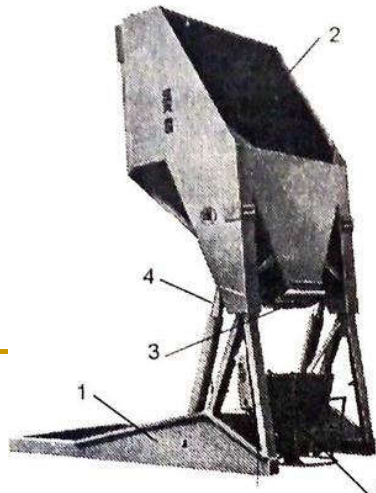
Zadatak 2. a)

- Koliko bi trajalo betoniranje** iz zadatka 1 ako bi automješalice istovarale beton u pretovarni silos za beton (odgovara po zapremnini bubnju korištenih automješalica) brzinom 170 s/m^3 (v_{ist}), a iz njega se dalje prenosio u oplatu s toranjnom dizalicom koja ima učinak $7,3 \text{ m}^3/\text{h}$ (U_{td}).
- Treba **odrediti potreban broj automješalica** (sve iste kao u zadatku 1) tako da dizalica ne mora čekati na beton.



Rješavanje:

- Trajanje betoniranja s jednom dizalicom je: $T_{bet} = N_{tura} \times (t_{tist} + t_{ugd} + \Delta t)$,
gdje je trajanje istovara jedne automješalice u pretovarni silos za beton:
 $t_{ist} = q_{am} \times k_{pu} \times v_{ist} = 10,00 \times 0,85 \times 170 / 60 = 24,08 \text{ min}$,
trajanje prijenosa i ugradbe betona iz jedne automješalice (pretovar. silosa) s toranjском dizalicom
 $t_{ugd} = (q_{am} \times k_{pu}) / U_{td} = (10,00 \times 0,85) / 7,30 = 1,16 \text{ sati} = 69,86 \text{ min}$
 $T_{bet} = 30 \times (24,08 + 69,86 + 2,80) = 2902,20 \text{ min} = \underline{\underline{48,37 \text{ sati}}}$
- Potreban broj automješalica koje opslužuju jednu dizalicu je:
 $N_{am} = (T_{Ca} - (t_{ist} + t_{ugr})) / t_{ugr}$,
gdje je trajanje jednog ciklusa automješalice koja opslužuje toranjскую dizalicu
 $T_{Ca} = t_{pu} + t_{vož} + t_{zas} + t_{ist} + t_{ugd} + t_{man} + \Delta t = 9,21 + 92,00 + 24,08 + 69,86 + 1,20 + 2,80$
 $= 199,15 \text{ min}$,
 $N_{am} = (199,15 - (24,08 + 69,86)) / 69,86 = 1,51 = \underline{\underline{2 \text{ kom}}}$



Zadatak 2. b)

- Koliko bi trajalo betoniranje s dvije toranjske dizalice s učinkom $7,3 \text{ m}^3/\text{h}$ (kao u 2a) i dvije koje imaju učinak $6,1 \text{ m}^3/\text{h}$ te koliko bi trebalo automješalica da opslužuje sve te dizalice?

- **Rješavanje:**

trajanje prijenosa i ugradbe betona iz jedne automješalice (tj. pretovar. silosa) s toranjskom dizalicom učinka $6,1 \text{ m}^3/\text{h}$ je: $(10,00 \times 0,85) / 6,10 = 1,39 \text{ sati} = 83,61 \text{ min}$

trajanje betoniranja sveukupne količine betona samo s jednom dizalicom učinka $6,1 \text{ m}^3/\text{h}$ bilo bi: $T_{\text{bet}} = 30 \times (24,08 + 83,61 + 2,80) = 3314,70 \text{ min} = 55,25 \text{ sati}$,

Učinak procesa betoniranja s jednom dizalicom s učinkom $6,1 \text{ m}^3/\text{h}$ je:

$$250 / 55,25 = 4,52 \text{ m}^3/\text{h}$$

Učinak procesa betoniranja s jednom dizalicom s učinkom $7,3 \text{ m}^3/\text{h}$ je:

$$250 / 48,37 = 5,17 \text{ m}^3/\text{h}$$

- Trajanje betoniranja s ove četiri dizalice je $250 / (2 \times 4,52 + 2 \times 5,17) = \underline{\underline{12,90 \text{ sati}}}$

trajanje jednog ciklusa automješalice koja opslužuje dizalicu s učinkom $6,1 \text{ m}^3/\text{h}$ je:

$$T_{\text{Ca}} = 9,21 + 92,00 + 24,08 + 83,61 + 1,20 + 2,80 = 212,90 \text{ min}$$

broj automješalica da opslužuju jednu dizalicu s učinkom $6,1 \text{ m}^3/\text{h}$ je:

$$(212,90 - (24,08 + 83,61)) / 83,61 = 1,26 \text{ kom}$$

- Za opsluživanje sve četiri dizalice potrebno je $N_{\text{am}} = 2 \times 1,51 + 2 \times 1,26 = 5,54 = \underline{\underline{6 \text{ kom}}}$

Zadatak 3. a)

- **Koliko bi trajalo betoniranje** iz zadatka 1 ako bi se zajedno koristilo jednu betonsku pumpu s učinkom $35,5 \text{ m}^3/\text{h}$ i tri toranjske dizalice s učinkom $6,1 \text{ m}^3/\text{h}$ te koliko bi ukupno trebalo automješalica da ih opslužuje?
- **Rješavanje:**
- Trajanje betoniranja je: $T_{\text{bet}} = 250,00 / (29,07 + 3 \times 4,52) = \underline{\underline{5,86 \text{ sati}}}$
- Potreban broj automješalica je: $N_{\text{am}} = 6,96 + 3 \times 1,26 = 10,74 = \underline{\underline{11 \text{ kom}}}$

Zadatak 3. b)

- **Koliko bi trajalo betoniranje** iz zadatka 1 ako bi se koristilo dvije betonske pumpe s učinkom $15,2 \text{ m}^3/\text{h}$ i jedna toranjska dizalice s učinkom $7,3 \text{ m}^3/\text{h}$ te koliko bi ukupno trebalo automješalica da ih opslužuje?
- **Rješavanje:**
- Trajanje betoniranja je: $T_{\text{bet}} = 250,00 / (2 \times 13,74 + 5,17) = \underline{\underline{7,66 \text{ sati}}}$
- Potreban broj automješalica je: $N_{\text{am}} = 2 \times 3,82 + 1,51 = 9,15 = \underline{\underline{10 \text{ kom}}}$