Strojevi za betonske radove - analiza rada betonskih crpki i auto-miješalica te njihova usklađivanja

Karlo, Ante

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:
University of Split, Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy / Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:123:855754

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

FCEAG Repository - Repository of the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy, University of Split







SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

ZAVRŠNI RAD

Ante Karlo

Split, 2016

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

Strojevi za betonske radove – analiza rada betonskih crpki i auto-miješalica te njihova usklađivanja

Završni rad

Split, 2016

Sažetak: U ovom radu su analizirani strojevi za betonske radove s posebnim osvrtom na betonske crpke i auto-miješalice. Nakon toga je izabrano i analizirano 5 betonskih crpki i 5 auto-miješalica koje se razlikuju po svojim karakteristikama na način da su za njih utvrđeni praktični učinci njihova rada, vremena trajanja ciklusa rada i ostali parametri potrebni za usklađivanje rada tih dvaju strojeva za iste uvjete rada. Potom je izvršena analiza rezultata koji se odnose na izračunate učinke, vremena trajanja ciklusa rada strojeva i usklađivanje rada strojeva.

Ključne riječi: betonski radovi, betonska crpka, auto-miješalica, učinak, ciklus, usklađivanje rada

Machines for concrete work - analysis of the concrete pumps and auto - mixer , and their alignment

Abstract: This paper analyzes machines for concrete works , with particular emphasis on the concrete pumps and auto - mixer . He then selected and analyzed 5 concrete pumps and auto - mixer 5 which differ in their characteristics in a way that they also identified practical effects of their work , the duration of the cycle of work and other parameters necessary for coordinating the work of these two machines for the same working conditions . He then analyzed the results pertaining to calculate the effects , a running time of machine work and coordinating the work of machines

Keywords:

concrete work , concrete pump , auto - mixers , effect , cycle , coordinating the work

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

Split, Matice hrvatske 15

STUDIJ: **STRUČNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**

KANDIDAT: Ante Karlo

BROJ INDEKSA: 1596

KATEDRA: **Katedra za** organizaciju i ekonomiku građenja

PREDMET: Tehnologija građenja

ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD

Tema: Strojevi za betonske radove – analiza rada betonskih crpki i auto-miješalica te njihova usklađivanja

Opis zadatka: Kandidat treba analizirati strojeve za betonske radove s posebnim osvrtom na betonske crpke i auto-miješalice. Nakon toga treba pronaći i analizirati 5 betonskih crpki i 5 auto-miješalica koje se razlikuju po svojim karakteristikama na način da za njih utvrdi praktične učinke njihova rada, vremena trajanja ciklusa rada i ostale parametre potrebne za usklađivanje rada tih dvaju strojeva za iste uvjete rada. Potom treba izvršiti analizu rezultata koji se odnose na izračunate učinke, vremena trajanja ciklusa rada strojeva i usklađivanje rada strojeva.

U Splitu, 4. travnja, 2016. godine

Voditelj Završnog rada: doc. dr. sc. Nikša Jajac

SADRŽAJ:

UVOD....1

1. PROIZVODNJA, TRANSPORT I UGRADBA SVJEŽE BETONSKE MJEŠAVINE....2

1.1. Analiza problema....2
1.2. Tehnički zahtjevi građevine....2
1.3. Materijal za preradu (komponente)....3
1.4. Osnovni sistemi doziranja i miješanja betona....4
1.4.1. Opis postupka doziranja i miješanja....4
1.5. Strojno miješanje betona....7

2. TRANSPORTI KOMPONENTI ZA SPRAVLJANJE BETONA I SVJEŽE BETONSKE MJEŠAVINE....10

2.1. Opisi postupaka prijenosa i transporta....10
2.1.1. Transport pomoću sile teže....10
2.1.2. Transport dizalom....10
2.1.3. Transport okretnom dizalicom i tornjem....11
2.1.4. Transport pumpama....12
2.2. Ugradnja i zbijanja betona....14
2.2.1. Ugradnja betona....14
2.2.2. Zbijanje betona....15

3. STROJEVI ZA BETONSKE RADOVE....217

3.1. Strojevi za transport....17
3.1.1. Auto-miješalica....107
3.1.2. Pumpa za beton....108
3.1.3. Dizalica s kiblom....20
3.2. Strojevi za ugradnju....20
3.2.1. Oplatni i površinski vibratori....21
3.2.2. Previbrator....22
3.2.3. Vibrostolovi....23
3.2.4. Vibroploče....23

3.3. Strojevi za njegu....24
3.3.1. Pumpa za vodu....24

4. ANALIZA USKLAĐENOG RADA STROJEVA ZA BETONSKE RADOVE....25

4.1. Betonski strojevi za transport....26
4.2. Betonski strojevi za transport....32

5. ZAKLJUČAK....38

6. LITERATURA....38

UVOD

Beton je složen umjetni materijal, najzastupljeniji u konstrukcijskom graditeljstvu. Ima niz prednosti nad drugim materijalima, a osnove su prihvatljiva cijena, mala potrošnja energije pri proizvodnji i primjeni, dostupna sirovinska baza i mogućnost primjene te relativna dugotrajnost u najrazličitijim uvjetima. Izrada "slučajnog" betona najčešće ne zadovoljava unaprijed zahtijevana svojstva betona, kakav nam je potreban za pojedinu konstrukciju uz optimalnu uporabu sastavnih komponenata. Beton je građevinski proizvod sastavljen od cementa, agregata, dodataka betonu i vode.

Poznavanjem tehnologije odabrat ćemo najbolji materijal za određenu konstrukciju,kontrolirati vrstu i količinu sastavnih elemenata betona, spravljanje, ugradnju, zbijanje te njegu istoga u cilju dobivanja betona unaprijed zahtijevane pa tako i provedene kvalitete do njegovog očvršćivanja. Proizvodnja betona kao tehnološki postupak provodi se već nabavom i dopremom određenog sastojka ubuduće spravljenog betona (kvalitetnog agregata određenih frakcija, kvalitetnog cementa određene vrste, primjenom vode bez štetnih primjesa te dodataka bilo kemijskih ili mineralnih), ispravno skladištenje, doziranje i miješanje kao i laboratorijske analize i recepture najčešće rezultiraju dobrom kvalitetom spravljenog betona. Nakon samog spravljanja treba se iznimno pažljivo provesti transport, a tako i ostale faze u procesu betoniranja do očvršćivanja i skidanja oplata.

Ovaj završni rad podijeljen je u tri cijeline, dvije teorijske i jednu praktičnu, tj. zadatke. Prva cjelina objašnjava proizvodnju, transport i ugradbu svježe betonske mješavine. Drugi dio opisuje transport komponenti za spravljanje betona i svježe betonske mješavine. U zadacima na matematički način prikazujemo analizu usklađenog rada strojeva za betonske radove (auto-mješalice i pumpe za beton).

1. PROIZVODNJA, TRANSPORT I UGRADBA SVJEŽE BETONSKE MJEŠAVINE

1.1. Analiza problema

Beton se u današnjoj konstruktivnoj inženjerskoj gradnji razvio u najvažniji element gradnje za podizanje visokih i industrijskih zgrada, ulica, mostova, podzemnih građevina itd. To je s jedne strane zbog visoke mogućnosti opterećenja i ustrajnosti materijala, s druge strane zbog činjenice, da se gotovo svi geometrijski oblici prema želji proizvođača mogu proizvesti. Osim toga beton se za mnoštvo građevinskih dijelova može koristiti i zbog svojih svojstava kojim prednjači u ispunjavanju zahtjeva pred drugim materijalima. Bez sumnje se beton ubraja u masovne proizvode našeg vremena.

1.2. Tehnički zahtjevi građevine

Pod konstruktivnim stajalištima betonska građevina se dijeli u četiri područja:

1. Jedinstvena betonska građevina
2. armirano-betonska građevina
3. prednapeta betonska građevina
4. specijalna betonska građevina.

Za realizaciju betonskih građevina potrebni su građevinski dijelovi poput temelja, podova, zidova, stupova, grede, kutije, ploče itd. U okviru tih radnji, pored glavnog materijala, betona, uključuju se prema konstruktivnoj potrebi, čelik u različitim oblicima i veličinama, materijal za pukotine i prigušivanje. Ako se na gradilište ne dovozi gotov betonski element, nego se kao svježi beton treba ugraditi u građevinu, tada je oplata nužna, kako bi se relativno tekućem materijalu dala mogućnost formiranja u predviđene geometrijske oblike.

Težišne točke u gradnji sa betonom čine:

a) Nabavljanje pojedinih građevnih tvari pijesak, šljunak, cement, voda, dodatna sredstva, čelik, daske za oplatu, skele, sitni materijal,
b) Priprema svih materijala za konstruktivne dijelove u dovoljnoj mjeri i kvaliteti,
c) Ugradnja svih građevinskih tvari u za to predviđene cjeline.

Što se tiče vrste prerađenosti građevinskog materijala, razlikujemo:

- teški-više od 2800 kg/m^3 (rudače i minerali koji sadrže barit ili čelične okside-čelične strugotine)
- normalni-od 2000-2800 kg/m^3 (prirodni materijali-šljunak, pijesak, tucanik itd.)
- laki beton-do 2000 kg/m^3 (grubi leteći pepeo, ekspandirane granule polimera)

1.3. Materijal za preradu (komponente)

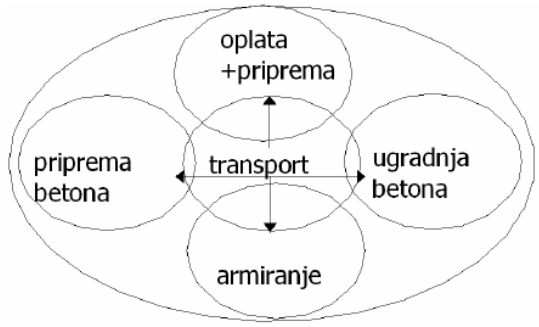
Već ionako djelomice teški zadaci, uzrokovani preradom vrlo različitih tvari u jednu cjelinu, popraćeni su dodatnim otežavanjem, koji proizlaze kemijskim i fizikalnim ponašanjem betona. Postupci odvajanja i otvrdnuća, prilikom čega se cement, voda i agregat transformiraju iz svježeg stanja kao takozvano cementno ljepilo u čvrst oblik kao takozvani cementni kamen, kroz kemijske reakcije, moraju se u sve tehnološki-logično i vremensko ovisno razmatranje integrirati. Vrste cementa se dijele na:

1. čisti portland cement
2. portland cement s miješanim dodatcima
3. portland cementi sa dodatkom šljake visoke peči
4. pucolanski cementi
5. miješani cementi

Svježi beton, u pogledu na njegovu konzistenciju, označava se kao kruti, plastični ili tekući beton. Sistemski pristup je u području tehnologije gradnje betonom mnogo više ukorijenjen, nego što bi na prvi pogled zaključili, jer kompleksna povezanost u izradi betona sa drugim sredstvima nije više bezopasna i nepredvidiva. To znači da se svako izdavanje proizvoda mora držati pod stalnom kvalitativnom, kvantitativnom i ekonomskom kontrolom, kako bih odmah mogli reagirati na nepoželjne procese i rezultate.

Sistem betonske gradnje može se shvatiti kao slika dva križajuća lanca, gdje se jedan lanac sastoji od djelomičnih članova betonskog područja, a drugi se tvori od ljuske. Zajednički povezani član predstavlja tehnološke sisteme transporta za prelazak svih mjesnih putova Svaki djelomični sistem predstavlja svoj vlastiti pravilni krug. Cilj mora biti, preko uskih preplitanja sa obostranim povezivanjem informacija, postići optimalan, kontinuirani skupni tok. Transporti u neposrednoj povezanosti sa gotovim procesom, na primjer punjenje miješalice, prikazuju se zajedno sa određenim postupkom. Razlog u tom ograničavanju je u

svjesnoj koncentraciji na jedno uvodno predstavljanje glavnih postupaka i povezanosti sistema.



Slika 1. Gradnja s betonom kao sistem isprepletenih lanaca

1.4. Osnovni sistemi doziranja i miješanja betona

Među najvažnije postupke u betonskoj gradnji, prema pravilima kakvoće, pripadaju mjerenje i doziranje čvrstih i tekućih tvari. Samo sistem sa besprijekorno funkcionalnim mjerilima, garantira
kvalitetan beton, a na drugoj strani ne dopušta predoziranje jedne materijalne komponente. Za proizvodnju betona koristimo slijedeća tri sektora doziranja:

1. propisane količine dodatnih tvari
2. propisano dodavanje količine sredstva za povezivanje cementa
3. propisano dodavanje količine vode

1.4.1. Opis postupka doziranja i miješanja

a) Doziranje dodatnih tvari

Za određivanje određene recepture dodatnih tvari imamo dvije mogućnosti, količinu odrediti težinom (gravimetrijska) ili po podjeli na prostoru (volumetrijska), u pravilu se koristi težišno mjerenje. Uređaji za doziranje upotrebljavaju se ili kao posudična vozila ili kao vozila na traci; zbog toga rade u smjenama ili neprekidno. Vozila dodatnih tvari i cementa imaju slijedeće varijantsko konstruktivne razlike:

1. vaga sa opružnim pokazivačem sa kružnim kazaljkama i otvorenom skalom,
2. vaga sa kružnom kazaljkom sa zatvorenom kružnom kazaljkom (glavni instrument za 1. I 2.; opruga),

3. kantar sa pomičnim utegom na kantaru na gredi vage (glavni instrument: pomični uteg na kantaru),
4. elektromehanička vaga sa mjerenjima sile.

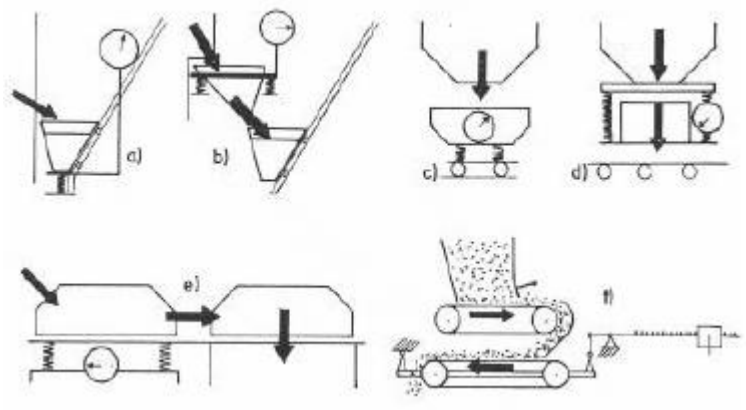
Jedan daljnji važni čimbenik razlike, tehničkog sistema doziranja je u načinu upravljanja:

1. ručno upravljanje dodijeljivača za pritok materijala i zatvarača za ispražnjavanje posuda,
2. električno upravljanje preko impulsa za prebacivanje dodijeljivača tvari, kao elektro motorička ili elektro pneumatska sila zatvarača, dozirajućih gurača itd.

Za doziranje dodatnih tvari imamo:

- lijevkasti silos: duboki silos – razvrstano vaganje, vaganje visokog silosa, plitka posuda – vaga
  za razvrstavanje
- vaga za miješanje: koso penjajuća vaga, vaganje mosta
- vaganje posuda: ručno upravljanje, poluautomatski, automatski,
- pokretna silos vaga sa ručnim kliznim podvozjem, kružna kipajuća vaga,
- vaga na traci, sprava za doziranje sa trakom (volumetrično mjerenje),
- transportna vaga

Bitni principi poretka mjernih usmjeravanja kod sistema mjerenja težine od dodatnih tvari su vidljive na slici 2.



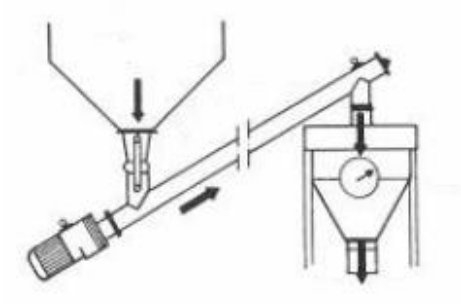
Slika 2. Sistemi mjerenja težine

a) vaga je poredana na opskrbljivačkoj posudi,
b) vaga je nadređena opskrbljivačkoj posudi,
c) vaga je ispod poticajne posude,
d) vaga je ispod sita
e) vaga je poredana pored mješalice
f) vaga je podređena traci (vaga na traci)

b) doziranje cementa

Kod doziranja cementa odnosi su drukčiji nego kod dodatnih tvari, jer DIN 1045[1] zahtjeva posebni dodatak s točnošću od +/- 3%. Pošto se danas kod većih količina betona često koristi silo cement, neophodno je mjerenje sredstava za vezanje pomoću cementnih vaga. Te vage opremljene pokretnim utezima nalaze se iznad miješalice ili opskrbljivačke posude i pune se preko cementnih puževa ili zupčanih dodijeljivača iz silosa. Varijante postupaka su kroz slijedeće vrste vaga označene:

1. ručno upravljana statična cementna vaga,
2. ručno upravljana vitlana i pokretna cementna vaga,
3. električno upravljajuće spremišne vage, pokretna, prazni se ručno,
4. kao i gore navedeno, samo se električno i sa zračnim pritiskom prazni,
5. električno upravljane spremišne vage, statične,
6. cementne vage u obliku puža,
7. cementni silos – njihajuća vaga



Slika 3. Cementna vaga s dobavljačkom cijevi, kinematika

c) doziranje vode

Postupak mjerenja dodatne vode mora prema DIN-u biti tako podešen, da se osigurava točnost količine od +/- 3 %; mjerodavne su dane vrijednosti za konzistenciju, odnosno za vrijednost cementa u vodi. Danas se koriste sprave za mjerenje vode sa vodenim satovima na kojima se unaprijed namješta količina, kod kojih se količina mjeri pomoću vodenih satova. Reguliranje se provodi ili sa brzim šinama ručno ili sa elektromagnetskim prolaznim ventilima na električki način. Za velike miješalice razvili su se nove sprave, koje pomoću električnih otpornih mjerila samo regulirajući u dodacima prisutne količine vode primaju i na dodavajući volumen vode zbraja; one se zovu dozirajući higrometar[2].

[1] Standard za armirani beton
[2] Instrument za mjerenje vlažnosti zraka (vlagomjer) – Izvor: https://hr.wikipedia.org/wiki/Vlagomjer

1.5. Strojno miješanje betona

Krajnji postupci strojnog miješanja pripreme betona mogu se na isti način koristiti za zidne ili stropne cementne žbuke. Ako se strojevi za miješanje promatraju prema principu tijeka materijala tijekom miješanja, tada se razlikuju dva načina sistema:

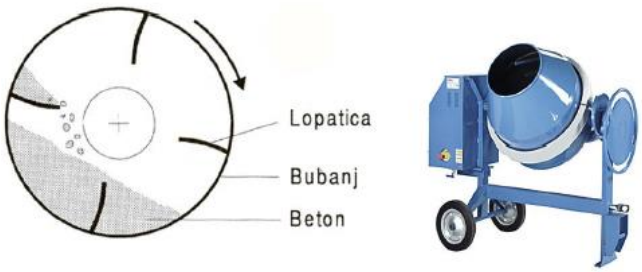
1. kontinuirani (trajni) miješajući sistem
2. povremen (djelomični) miješajući sistem

Problem kod trajnih miješalica je u osiguranju ravnomjernog sastava materijala. Konstrukcija kontinuirano radnih miješalica je, ili dugo ispružen, na krivo padajući bubanj ili kao valovita posuda sa miješalicom u obliku puža. Značajna prednost je u tome što se dobiva velika snaga s niskom potrošnjom energije. Kod pretežito upotrebljavanih punećih miješalica, posuda miješalice puni se i prazni samo povremeno. Konstruktivne razlike su u pogledu na konstrukciju posude za miješanje i tijek postupka miješanja.

Oblici posuda za miješanje mogu biti bubanj, tanjur i duboko korito.

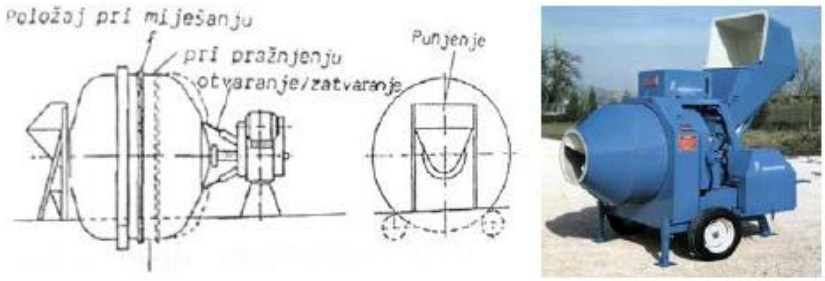
S bubnjom koristimo efekt prirodnih zakona, kojega komponente miješanog dobra pokazuju prilikom okretanja. Masa nalik tijestu miješa se s dodacima i sredstvima za vezanje, te vodom, uzduž unutrašnjih obloga, dok se ne podignu pomoću poredanih, formiranih limova do centra bubnja i zbog njene sile teže u slobodnom padu, padaju natrag do donjeg predjela bubnja, gdje se spaja sa ostalim materijalom. Cikličko ponavljanje tog postupka izaziva stalno kretanje materijala, dok se ne dobije ista raspodjela udjela. Taj princip miješanja naziva se i „*slobodno padno miješanje*“, a strojeve „*slobodno padne strojeve*“. Kao varijante tog postupka postoje vrste strojeva: kipajući bubanj, okretni bubanj i protočna miješalica.

Kipajući bubanj je opremljen sa otvorom, kroz koji se i puni i prazni materijal, i tako je napravljen, da se može kipati tijekom okretanja samog bubnja; smijer okretanja ostaje uvijek isti.



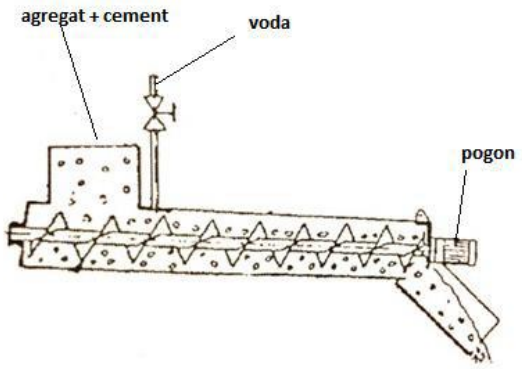
Slika 4. Mješalica sa kipajućim bubnjem

Okretni bubanj je vodoravan, obostrano otvoren, okreće se u oba smjera i kroz specijalan oblik lopate, materijal se zadržava u centru miješalice. Za pražnjenje se posuda pokreće u suprotnom smjeru, tako se beton izbacuje na otvor za sipanje.



Slika 5. Mješalica sa okretnim bubnjem

Protočna miješalica ima slična obilježja, iako se kod pražnjenja cilindrični bubanj kreće i dalje u
jednom smjeru, sadržaj se otvaranjem poklopca izbacuje.



Slika 6. Protočna mješalica

Drugi postupni uvjeti su kod korištenja miješanih posuda tanjura i korita. Obje posude za miješanje su prema gore otvorene, materijal se miješa na donjoj površini posude. Pokreće se i miješa pomoću električne miješalice; kod tanjurastih miješalica se taj postupak često podržava okretima tanjura u suprotnome smjeru, tzv. „*prisilno miješanje*“.



Slika 7. Prisilna mješalica s horizontalnom osovinom

Pošto se zrnasti dijelovi drže u vodi, tijekom punjenja nastala gnijezda i grudice moraju se relativno brzo razbiti, te se sa vodom i cementnom kašom spojiti. Na taj način se događa intenzivno miješanje sa kraćim vremenom miješanja, nego kod miješalica sa bubnjem. Ulazni otvori oba oblika posuda su u gornjem dijelu i kroz prevrtanje služe istovremeno za pražnjenje; drugi tipovi prazne materijal preko podnih otvora ili otvora sa strane. Po načinu punjenja kod svih vrsta miješalica razlikuju se direktna i indirektna punjenja.

U direktna punjenja ubrajaju se: neposredno ručno ubacivanje materijala u miješalicu, punjenje cementa iz vage kroz ulazne podupirače u bubanj miješalice i direktno dodavanje vode, preko vodenih cijevi, sa sapnicom za štrcanje.

Indirektno punjenje miješalice sa materijalom odvija se preko kante sa materijalom koja je nadograđena na miješalicu (sa podnim pražnjenjem ili kao kutija za istovar. Indirektom punjenju
cementa služi poticajni cementni puž (vidi slike). Visoki silos dodatnih materijala puni se liftom
odnosno poticajnim trakama (vidi slike).

S obzirom mjesnog dodjeljivanja i gradnje dijelova miješalice, dijele se na:

- zvjezdasta naprava (sadrži sektorsko oblikovanu napravu područja skladištenja agregata sa
  koncentracijom na miješalicu betona);
- naprava u redovima (agregat je poredan u redovima i skladišti se u silosima);
- toranjska naprava (upotrebljava se za dugoročni stacionarni pogon, uređen da se miješalica, sprava za mjerenje i rezervni silos nalaze vertikalno jedna iznad druge i na taj način dođe do izražaja sila teže materijala.

2. TRANSPORTI KOMPONENTI ZA SPRAVLJANJE BETONA I SVJEŽE BETONSKE MJEŠAVINE

Kao važan temelj za izbor transportnog sredstva, mora se uvijek paziti, da prije svega uslijeđuje procijena uvjeta gradilišta po određenim parametrima količine materijala, daljine, visine, prostora
gradnje, brzine gradnje i stanje materijala. Betonska gradnja je opisana u slijedećim dijelovima transporta:

1. Transport sa izvora sirovine do pripremnog postrojenja i mjesta gradnje
2. Transport dodatnih tvari od stajališnog mjesta do miješalice
3. Transport cementa od silosa do miješalice
4. Transport vode od vodiča do miješalice
5. Transport oblaganja od mjesta oblaganja do montažnog mjesta i natrag
6. Transport opskrbljivača od mjesta savijanja do montažnog mjesta i natrag
7. Transport betona od miješalice do istovarnog mjesta

2.1. Opisi postupaka prijenosa i transporta

2.1.1. Transport pomoću sile teže

Kod transporta betona ne smije se prekoračiti visina slobodnog pada od cca. 1,0 m jer prijeti razmješavanje količine tvari. Slobodni pad betona pojavljuje se kod bacanja lopatom, na donjem dijelu tobogana, rina, cijevi, na mjestu bacanja kod transportnih traka ili na ruci dizalice i na taj način dolazi u kombinaciju sa drugim varijantama.

2.1.2. Transport dizalom

Postoje sljedeće vrste transporta dizalom:
1. Transport dizalom za materijal
2. Transport kombiniranim dizalom za ljude i materijal
3. Transport osoba i materijala, koji je instaliran na gradilištu

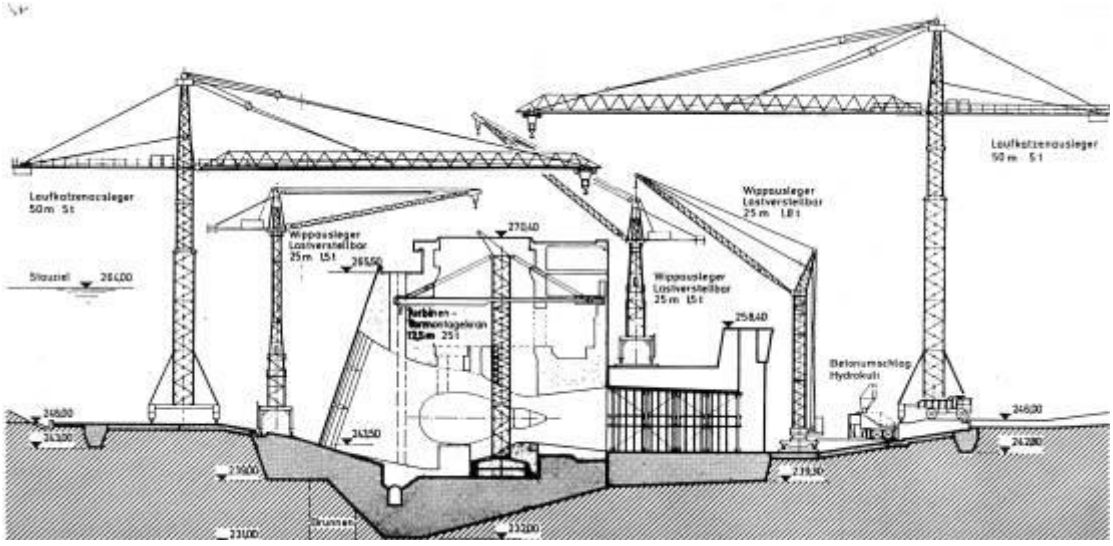
Na željeznoj konstrukciji transportna korpa se kreće vertikalno – kod malih dizala materijala i u nagnutom stanju – prema gore i dolje. Preko uvojka idu vitlom upravljane čelične sajle, pričvršćene na kipajuću posudu odnosno posudu sa podnim pražnjenjem

(samo dizala za materijal) ili pokretnim platformama kao okretne ili prolazne platforme (kombinirana dizala). Dizala za materijal mogu se koristiti kao vozna i tako brzo ostvarena konstrukcija na dvoosovinskim vozilima ili kao koncipirani uređaji na statičnoj skeli. Po vrsti konstrukcije dizala, razlikuju se dizala s jednom ili dvije šine, namješteni, priključni ili brzo građevinsko dizalo (kod vođenja na jednoj šini potrebno je njihanje poticajnog stroja za 180^0 stupnjeva). Dizala predviđena za ljude i za materijal podliježu u pogledu transporta ljudi vrlo strogim sigurnosnim pravilima, tako da je konstruktivno stvaranje mnogo napornije nego kod dizala za materijal.

2.1.3. Transport okretnom dizalicom i tornjem

Prema DIN 15 001 pod pojmom dizalica misli se na uređaj, „gdje teret visi na jednom nosivom uređaju, većinom na jednoj sajli, diže se i može se pokretati u jednom ili više smjerova“. Glavna grupa stroj dijeli se u dizalice na mostovima, portalne, kablovske i dizalice koje se okreću. Okretne dizalice s tornjem su danas najvažnije transportno sredstvo na gradilištima. Rrazlikuju se slijedeće varijante postupaka:

1. Okretne dizalice s tornjem bez portala sa polugom, na šinama, zračnim gumama ili gusjenicama,
2. Toranjska dizalica bez portala sa pokretnom rukom
3. Kamionske okretne dizalice sa tornjem sa portalom i podvozjem na šinama,
4. Stacionarni toranjska kao zgradna ili penjajuća dizalica sa pokretnom rukom i protutežnim podvozjem, polugom ili zglobnim izdanjem.



Slika 8. Primjer izvedbe transportnog sustava toranjskih dizalica

Stupovi dizalice kao stručne konstrukcije mogu se ugurati strogo ili teleskopno odnosno mogu

se sklopiti. Portalne dizalice, koje su komplicirane za postavljanje i demontiranje imaju portalni okvir vođen na šinama, na kojem je stavljen toranj dizalice; njena uporaba isplativa je samo za dulju uporabu na jednom mjestu. Vrtnje okretne dizalice sa tornjem moguća je na dva načina:

a) u podnožju okretnog stroja na motki, prilikom čega se cijeli stup okreće,
b) na stroju koji se nalazi vrhu motke za teške i visoke dizalice, prilikom čega je okretni

izlagač pričvršćen na statičnom stupu dizalice.

Što se tiče upravljanja strojara, tako se može na stupu dizalice pričvrstiti prostorija ili se pokreti dizalice mogu od odvojene točke upravljanja, pomoću daljinskog upravljača, sa strane vođe dizalice, upravljati. Sredstva za dizanje koji pripadaju uz dizalicu, sastoje se od različitih sajli, eventualnih kukasti lanaca i teretne kuke, kao i kranskog vitla sa kukom, betonske posude, korpe od kamena i druge.

2.1.4. Transport pumpama

Postupni princip je označen pokretačkom energijom pumpi, koja se mehanički prenosi na svježi beton; na taj način se stišće plastični materijal kroz čvrste(metal) ili fleksibilne (plastika iliarmirana guma) cijevi promjera 80 – 200 mm. Po načinu gradnje razlikuju se pumpe sa klipom i rotor pumpe.

Način rada pumpi s klipom odvija se na sljedeći način:

- Poticajni klip se pomoću hidrauličnog pritiska pokreće;
- Kod povratka (usisno dizanje) puni se iz posude za beton cilindar kroz otvoreni ulazni ventila, materijalom, dok klip nije zauzeo krajnju poziciju;
- Tada se zatvara ulazni poklopac, a otvara se izlazni, tako da se dizanjem klipa (pokretanje naprijed) plastična masa utiskuje u vod cijevi;
- Kod dizanja pritiskom, istovremeno se iz prostorije koja se nalazi iza poticajnog cilindra, puni voda u slobodni prostor cilindra kako bi saprala ostatke betona iz unutrašnjosti.

Rotirajuće pumpe rade po jednom sasvim suprotnom principu. Ovdje se na mjestu poticajnog

cilindra istiskuje najlonom pojačano crijevo sa rotirajućim valjcima ili rolama i tako se beton tiska u vod cijevi. Crijevo koje se nalazi u jednoj posudi sa laganim pod pritiskom, odmah nakon istiskivanja poprima isti promjer, tako da u slučaju djelovanja nakupljenja, uvijek novi beton teče.

Betonske pumpe pokreću se elektromotorima i dizel motorima, pokretanje klipova kod starijih

modela je mehanički, kod novijih verzija vodeni ili uljno hidraulički. Daljnje razlike su u vrsti

podvozja: sa jednom šinom za uporabu na gradilištima, pokretne na kamionskim okvirima, prikolice sa dvije šine ili samovozne. Vezano za broj cilindara, razlikuju se sprave s jednocilindričnim i dvocilindričnim pumpama. Lijevak za materijal može i ne mora biti opremljen miješalicom.

Kroz razvoj manjih betonskih pumpi, fleksibilnih i na taj način jednostavnijih cijevi za uporabu, višestruko pokretni cijevni stupci (stacionarni na vozilu, često u kombinaciji sa pumpom), pumpanje betona postalo je isplativo i za manja gradilišta. Uporaba tog postupka vezana je za neke pretpostavke, npr.:

- Sastavljanje betonskih sastojaka mora biti tako birana, da beton ne odbacuje vodu i da

  se usput ne rastave sastavni dijelovi smjese (začepljenje),
- Mora se predvidjeti dovoljno dugo vrijeme za miješanje,
- Cement mora dokazati dobro svojstvo držanja vode,
- Dodaci sa okruglim zrnom su prikladniji nego od drobljenog kamena, posebno značenje ima udio zrna do 0,25 mm, jer taj materijal sa vodom i cementom služi kao ribajući sloj na golim zidovima,
- pretjerano dodavanje sredstava koji stvaraju zračne pore treba se izbjegavati, jer istiskajući zračni sloj smanjuje poticajno ostvarenje
- plastični materijal (K2, količina širenja do 40 cm) je povoljno; konzistencija betona mora i dalje ostati ista, kako bi se izbjegla začepljenja.

Poticajni postupak sa poticanjem zračnog pritiska danas se samo u specijalnim slučajevima upotrebljava, na primjer u gradnji tunela. Transport betona ovdje se događa pomoću zraka, zbog čega ovdje pričamo o jednom pneumatskom poticajnom sistemu. Sastavni dijelovi su posuda koja daje zadatak takozvani tjerajući kotao, jedan kompresor i jedna posuda kao sabirnica za pritisak, kao i cjevovod sa sabirnim kotlom na kraju cijevi. Beton se puni u

tjerajući kotao i posuda se puni nakon zatvaranja ventila sa pritiskom (2,5 do 5,5 atm) iz sabirnice pritiska, tako da se poticajno dobro stišće kroz cijevi i tako se transportira; mogući je djelomični i stalni poticaj.

Prirodnoznanstvena i tehnička obilježja

Efekti prirodnih zakona postupka transporta su fizikalne naravi. Kod iskorištavanja sile teže

tobogani i cijevi služe za usmjeravanje smjera padanja i fiksiranja visine padanja.

Kod transporta sa okretnim dizalicama sa tornjem, dizalom ili trakom za transport, električna

energija potiče dizanje, njihanje i pokretanje.

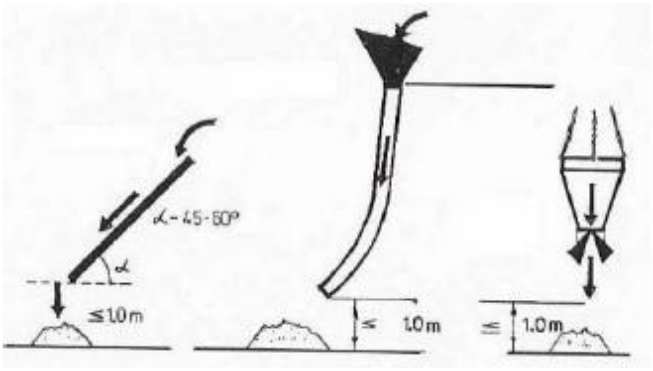
2.2. Ugradnja i zbijanja betona

2.2.1. Ugradnja betona

Sa strane konstrukcije gradnje dijele se na relativno jednostavne djelomične procese i teške postupke. Prvi slučaj je, kada se sveži beton može sve do mjesta ugradnje transportirati (na primjer kod trakastih temelja, podnih ploča, stropnih ploča). Teža situacija je kada se pražnjenje posude u manje ili više velikoj visini iznad uporabnog mjesta betona, mora dogoditi, ili kada se beton mora u uske, dodatno sa armaturnim dodacima oblikovane forme, unijeti. Kreće se od tri varijante postupanja:

1. Unos i podjela direktno transportnim sredstvom
2. Unos i podjela toboganom
3. Unos i podjela cijevima

Direktna ugradnja sa poticajnim sredstvima ovisi o uvjetima površine u radnom području. Tako je kod betoniranja ploča najpogodnija posuda dizalice, koja opet kod uskih zidova ili stupova zbog velike površine posude, stvara poteškoće. Posuda dizalice – nazvano i posuda silosa – posjeduje cilindar – ili kuglastu formu sa guračima viska, okruglim zatvaračima sa zaustavnim klapnama za istovar sa strane ili na dnu i zapreminom od 250 do 1500 l. Mjesno snažno fiksirano, kombinirajuće transportno – ugradivo sredstvo je poticajna traka, koje se ili zavrne sa podvozjem ostvareno ili mora biti opremljeno posebnim mjestima bacanja.



Slika 9. Kinematika ugradnje betona

Ako se ugrađuje pumpani beton, onda kraj voda služi kao ugradno sredstvo. Pri tome vod cijevi može biti kruto ili fleksibilno na kraju izrađeno, odnosno biti opremljeno sa podjelnom glavom. Kod uporabe poticanja komprimiranog zraka na krutom kraju cijevi, nanosi se prihvatna posuda i okrugli odjeljivač za povećanje radnog prostora. Pomoćna konstrukcija „tobogan“ u uporabi je kada se unošenje svježeg betona, događa iz jedne pozicije iznad betonirajućeg dijela, na primjer sa gornjeg ruba do podnožja strmine ili sa radne skele u niže nalazeći zidni okvir. Tobogani su načinjeni kao pravokutni ili trokutne rine od drveta ili lima odnosno limom obrađenog drveta; na gornjem kraju za bolje obavljanje zadatka, postavlja se lijevak. Potrebno je postići klizanje, koje osigurava pokretanje plastične građevinske tvari (veći 45 stupnjeva, manji 60 stupnjeva). Za unos betona u gotovo vertikalni smjer sa visokim mjestom punjenja, bolje pogoduje takozvana cijev u obliku hlača, koja je izrađena od lima sa lijevkom i iz jedinstvenih 1m dugih i cca. 30 cm debelim komadima cijevi. Oni se ubadaju jedan u drugoga, spojeni su ili ulančeni, tako da je rastvaranje sajli do ca. 30 stupnjeva moguće. Maksimalno unošenje materijala sa cijevima daleko je iznad one kod tobogana (do cca. 10 m).

2.2.2. Zbijanje betona

Potrebno zbijanje materijala prilikom ugradnje svježeg betona služi reduciranju rupičastog prostora kroz premještanje zrnaca ono je svedeno na minimum, ono mora paralelno sa djelomičnim procesima ugradnje teći i zbog toga ga preuzima osoblje zaduženo za betoniranja. Po postupku razlikuju se prema principu rada zbijanja:

1) nabijanje
2) ubadanje i kucanje
3) drmanje
4) vrtenje

5) stiskanje
6) šokiranje

gdje se zadnja 3 spomenuta postupka na gradilištima ne mogu primjenjivati. Kod relativno velikih mjerenja prosjeka ugradbenog dijela i slabog otpora čelika možemo kruti beton sa nabijačima nabiti. Kao varijante u pitanje dolaze: ručni-stlačeni ili električni vibrator.



Slika 10. Vibrator za beton sa vibro iglom

Zbog slabog djelovanja nabijanja, nasipani sloj treba maksimalno 20 cm iznositi. Mora se tako raditi, da ne nastanu naboji u betonu. Ubadanje i kuckanje su ručni zahvati, da bi se plastični odnosno tekući beton kod malih ugradbenih količina donekle pouzdano nabio. Bez sumnje najvažniji postupak nabijanja predstavlja tehnika drmanja, kod koje se mehanički valovi uvode u svježu mješavinu krute i plastične konzistencije, tako da se zbog vibracija, zrnasti dijelovi međusobno optimalno mijenjaju raspored. Vibriranje je tehnički bez greške, sposobno, odgovorno i ekonomski isplativo. Vibratori koji se nalaze na tržištu, razlikuju se po vrsti proizvedenih vibracija, smjera zamaha i uvoda energije u mješavinu (unutrašnji i vanjski

vibratori). Najčešće se koriste unutrašnji ili ronilački vibratori, koji njihovu energiju proizvedenu iz udaraca direktno predaju svježem betonu. U vanjske vibratore ubrajaju se površinski vibratori kao vibrirajuće oplate, stolni i ograničavajući vibratori.



Slika 11. Oplatni vibrator

Kod vodoravnih, slabo naklonjenih, većih površina, i po mogućnosti krutog betona, uporaba površinskih vibratora je korisna, jer istovremeno i nabijaju, kao i uglađivanju vidljivu betonsku površinu; ti relativno laki uređaji rukuju se ručno i guraju se sporo, sve dok površina ne postane malo mokra.

Opis postupka

Ubadanje i kuckanje-materijal se već kod usipanja mora s ubodnim letvama biti obrađivan, kako bi se postojeći zračni baloni iznijeli van. Kuckanje čekićem iz vana po oplati poboljšava

nabijanje. Unutrašnji ili ronilački vibratory - postupak je takav da se vibrator, lagano izvlači, a nastalo otvorenje se zatvara. Mjesta uranjanja moraju biti toliko blizu, da se radijus djelovanja presijeca, kako bi se dobilo opsežno nabijanje. Ako se moraju proizvest tanki betonski dijelovi, kao što su ploče, tanki zidovi itd., onda se postave izazivači titraja izvana na oplatu i pušta se proizvedena vibracija indirektno preko oplatnog elementa koji dijeluje na beton. Pošto se u tom slučaju napinju oplatni elementi, potrebno je pažljivo oplačivanje i posebno gusto postavljanje dasaka (uske fugne). Za proizvodnju gotovih betonskih dijelova, često se koristi takozvani vibrostol, koji se montira na stol i djeluje kao proizvođač vibracija. Na stol se stavlja kalup, u koji se puni beton, i nakon uključivanja vibratora prenosi vibracije.

3. STROJEVI ZA BETONSKE RADOVE

Za ekonimičan rad strojeva potrebno je prethodno dobro organizirati i isplanirati njihovo korištenje. Da bi se to moglo, treba poznavati njihov satni učinak u konkretnim, realnim radnim uvjetima i uzeti u obzir period njihovog djelovanja na gradilištu. Praktični, planski učinak dobiva se korekcijom teorijskog učinka s nizom ovdje opisanih, za svaki stroj specifičnih koeficjenata. Teoretski učinak izračunava se prema dva osnovna, vrlo jednostavna izraza, ovisno da li se radi o strojevima s cikličnim ili kontinuiranim djelovanjem. Strojevi se općenito mogu podijeliti na one koji imaju kontinuirano (neprekidno) djelovanje i one s periodičnim (prekidnim), tj. cikličnim radom, koji posao obavljaju u ciklusima. Upravo takva je većina strojeva koji se smatraju standardnom građevinskom mehanizacijom. Strojevi s cikličnim djelovanjem rad obavljaju uzastopnim ponavljanjem približno istih ciklusa koje sačinjavaju radnje i pokreti u nizu, uvijek istim redom. Jedan ciklus rada uvijek obuhvaća sve radne operacije u cilju izvršenja osnovnog zadatka (koristan rad) i vraćanje u početni položaj (prazan hod), tj. stanje koje prethodi započinjanju novog, istovjetnog radnog ciklusa.

3.1. Strojevi za transport

Pojava tvornica betona i transportnog betona uvjetovala je i potrebu za strojevima za prijevoz svježeg betona kao i njegov prihvat na gradilištu. Svježi betoni do visine vodocementnog faktora 0,45 zemljovlažnog su sastava te se tresenjem na vozilu ne mogu segregirati, pa se mogu prevoziti teretnim kamionima kiperima, pri čemu treba beton pokriti vlažnim pokrivačem ako je udaljenost veća od 2-3 km. Ova vrsta svježeg betona može se transportirati i na udaljenosti do 20 km, ako je vrijeme prijevoza kratko (kvalitetna prometnica) ili ako je betonu dodan usporivač početka vezivanja betona, te ako je to ekonomski opravdano. Svježi beton, vodocementnog faktora iznad 0,45 plastične i žitke je konzistencije pa ga se tresenjem u vozilu može segregirati. Stoga se i prevozi posebnim vozilom za svježi beton - automješalicom. Prihvat svježeg betona na gradilištu ovisi o organizacijskim mogućnostima. Najbolje je ako se može istovariti vozilo izravno na mjesto ugradbe.

3.1.1. Auto-miješalica

Za prijvoz svježe mješavine betona vodocementnog faktora višeg od 0,45 rabi se automješalica kojom se zbog miješanja sprečava segregacija u mješavini te produljuje početak vezivanja betona. Ako je to isplativo, automješalicom se beton prevozi do 35 km, a može i dalje ako se u bubanj stavlja suha mješavina betona bez vode, s tim da se voda dodaje u točno određenoj količini tek na gradilištu.

Automješalica se sastoji od teretnog vozila - kamiona s 3-4 osovine na koji je smješten rotirajući bubanj s 3-15 okretaja u minuti, koji s unutarnje strane ima učvršćene čelične vrpce kojima se mješavina betona miješa i gura uzduž bubnja, tako da se pri suprotnom okretanju bubanj može isprazniti. Obujam bubnja može biti 3-11 m3 svježe mješavine betona. Na automješalici je smješten i spremnik s vodom, s mogućnošću doziranja vode, koji se smije koristiti samo iznimno, u točno propisanim slučajevima. Na stražnjem dijelu automješalice može biti ugrađena trodijelna transportna vrpca kojom se omogućuje dostava betona izravno od automješalice do mjesta ugradbe koje može biti udaljeno do 11 m i visoko do 6 m. Transportna vrpca se s pomoću hidrauličkog sustava i zglobova namjesti u položaj potreban za ugradbu svježeg betona, odnosno u položaj za transport nakon ugradbe. Budući da sve automješalice nemaju ugrađenu transportnu vrpcu, u tom slučaju automješalica s ugrađenom transportnom vrpcom opslužuje i onu koja je nema. Vrijeme potrebno za istovar traje svega 10-12 minuta. Na stražnjem dijelu automješalice može biti

smještena crpka za beton sa svrhom da se izravno iz bubnja svježa mješavina betona dostavi na mjesto ugradbe.

Pri uporabi crpke za beton konzistencija betona mora odgovarati recepturi za betone koji se transportiraju crpkama. Moguća udaljenost dostave betona s crpkom za beton ugrađenom na automješalicu je 13 m i na visinu 16 m.



3.1.2.Pumpe za beton

Pumpe za beton se rabe za prijenos svježeg betona od automješalice ili pretovarnoga rotirajućeg bubnja do mjesta ugradbe na objektu. U odnosu na njihovo temeljno djelovanje, one mogu biti stabilne koje se rabe za velike i koncentrirane betonske radove i pokretne (mobilne) koje se rabe za manje betonske radove, ali na više ugradbenih mjesta unutar ili izvan gradilišta. Cjevovod se relativno brzo postavlja. Vodoravna duljina mogućeg transporta je 450 m, a moguća visina 70 m. Prije početka rada cjevovod treba podmazati gustom mješavinom cementa i vode, a nakon završenog rada cjevovod je potrebno pročistiti čeličnom ili gumenom kuglom tlačenom vodom, a potom još i isprati vodom pod pritiskom. Kod visokih stambenih objekata uspravni dio cjevovoda može se postaviti u uske lift-prostore i koristiti isti sustav kao u uspinjućih toranjskih dizalica. Stabilne ctpke za beton sastoje se od postolja, pogonskog sklopa, lijevka za prihvat svježeg betona, sklopa za tlačenje svježeg betona i cjevovoda za transport svježeg betona, sastavljenog od pojedinačnih komada čeličnih cijevi profila 125-200 mm, duljine 3 m i odgovarajućih čeličnih koljena istih profila.

Mobilne crpke za beton vrlo su pokretljive. Sastoje se od teretnog vozila kamiona na koje je smješten lijevak za prihvat svježeg betona s rešetkom i poprečno vodoravnim ravnim

vratilom s lopaticama koje guraju svježi beton unutar lijevka do tlačnog sklopa, a potom na višedijelnu čeličnu "ruku" sa zglobovima duljine 30 m pokretanu hidraulički. Na ruku su pričvršćene čelične cijevi profila 125-200 mm, s posebnim zglobovima, a na kraju cijevi nalazi se produžetak duljine 6 m, obvezno od gumene cijevi. Pri premještanju pokretne crpke za beton s jedne ugradbe svježeg betona na drugu, više puta tijekom jednog dana, u lijevku za prihvat betona i u cjevovodu ostavi se odredena količina svježeg betona. Stavljanjem izlazne cijevi u lijevak za prihvat betona betonska mješavina cirkulira kroz sustav cijevi uključiv i crpku i sprečava stvrdnjavanje betona u cijevima. Na taj način se izbjegava podmazivanje gustim cementnim mlijekom i pranje tijekom radnog dana već se to čini na početku i na kraju bez obzira na broj premještanja crpke za beton.

S obzirom na to da tlačni sustavi određuju neke značajke kao što je kapacitet, duljina i visina transporta, razlikuju se:

- stapne (klipne) crpke za beton i
- gnječeće crpke za beton.

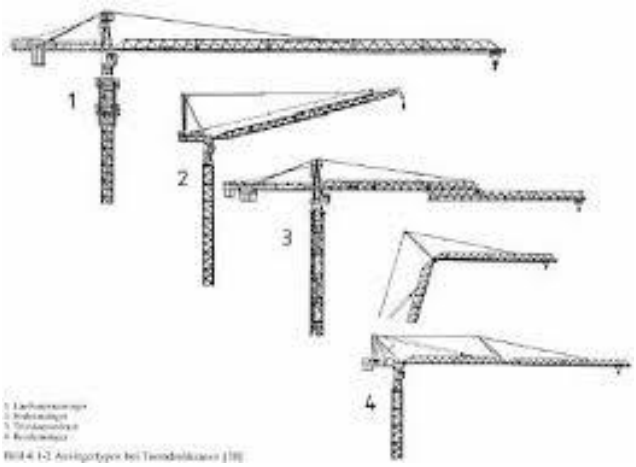


3.1.3.Dizalica s kiblom

Manja gradilišta koja iz nekog razloga nemaju postavljenu toranjsku (kran) dizalicu koriste konzolne ili dizalice sa postoljem. Konzolne dizalice se najčešće montiraju na skelske ili slične čelične konstrukcije pri čemu se sama dizalica učvrsti na konzolu koja omogućava

horizontalno zakretanje kako bi se manipulacija teretom olakšala. Nosivost takvih dizalica je od 100 do 300 kg.

Za teže terete koriste se dizalice nosivosti od 300 do 1800 kg. Montirane su na posebnom postolju u sklopu kojeg se nalazi klizna staza po kojoj se kreće dizalica pri istovaru tereta. Takva se postolja montiraju samostalno na etažu objekta uz propisano sidrenje.



3.1. Strojevi za ugradnju

Sa strane konstrukcije gradnje dijele se na relativno jednostavne djelomične procese i teške postupke. Prvi slučaj je, kada se sveži beton može sve do mjesta ugradnje transportirati (na primjer kod trakastih temelja, podnih ploča, stropnih ploča). Teža situacija je kada se pražnjenje posude u manje ili više velikoj visini iznad uporabnog mjesta betona, mora dogoditi, ili kada se beton mora u uske, dodatno sa armaturnim dodacima oblikovane forme, unijeti.

3.2.1. Oplatni i površinski vibratori

Djeluju posredno na mješavinu svježeg betona tako da se pričvrste na oplatu u kojoj se nalazi svježi beton, pa se vibriranjem oplate vibracije prenose na mješavinu svježeg betona posredno.Oplatni vibratori pri električnom pogonu nisu ništa drugo nego mali elektromotori snage 1-2 kW koji pokreću ekscentar za proizvodnju vibracije. Pogon ovog tipa vibratora može biti i tlačenim zrakom, što je konstruktivno rješivo kompresorom, šupljim gumenim cijevima i ekscentrom na pogon tlačenim zrakom.



Površinski vibratori i gladilice za zaglađivanje

Tanke slojeve svježeg betona moguće je nabijati samo površinski, pa se za takva nabijanja koriste površinski vibratori. Površinski vibratori djeluju na površini razastrtog sloja mješavine svježeg betona, prijenosom vibracija na svježi beton, zgušnjavaju ga i nabijaju. Sastoje se od čelične ploče ili letve na kojoj se nalazi elektromotor s ekscentrom s 3000-4000 okr./min koji proizvodi vibracije.



3.2.2. Previbrator

Pervibratori se sastoje od pogonskog dijela, gumenog crijeva i pervibratorske igle u kojoj je ekscentar koji se okreće brzinom 3000-16000 okr./min i stvara vibracije 50-260 Hz. Vibracijska igla se ručno uvlači u mješavinu svježeg betona i prenosi neposredno vibracije na mješavinu betona koja se pod djelovanjem vibracija zgušnjava i nabija. Duljina i debljina pervibratorske igle mogu biti različite, a ovise o debljini betonskog sloja koji se

nabija. Debljina je izmedu 40 i 80 mm, a za velike betonske radove (betonske brane) može biti i do 200 mm, no tada se skupina pervibratorskih igala montira na dozer koji ih vuče uronjene u beton.

Učinak pervibratora je 2-60 m3/h ugrađenog betona, što ovisi o debljini betonskog sloja koji se nabija i veličini igle te o radniku koji mora premještati iglu pri radu u pravilnim razmacima.



3.2.3. Vibrostolovi

Vibro stolovi, se koriste u konditorskoj proizvodnji kada je potrebno prosejati materiju prema potrebi procesa proizvodnje. Separatori mogu biti različitih nivoa prosejavanja i različitih promera sita prema potrebama kupca. U zavisnosti od materije koja se prosejava, separatori se izradjuju od različitih materijala.



3.2.4. Vibroploče

Vibro ploče su građevinski strojevi koje se koriste za zbijanje podloge od rastresitih, nekoherentnih materijala - pjeska, šljunka, zemlje i sl. Radna širina ovih strojeva kreće se od 60 do 90 cm, zavisno od modela, a radna brzina se kreće od 15 do 20 m/min. Mogu savladati uspone čak do 25 %, te se mogu kombinirati dvije i više

ploča u radu, a da njima upravlja jedan rukovalac. Koriste se za zbijanje slojeva od 40 do 80 cm, a najbolje djelovanje postižu u
donjem djelu sloja. Vibracije se prenose preko čelične ploče na nasipni materijal, a proizvode 600 do 2000 udaraca u minuti, uz udarnu silu od 3,5 do 20 kN. Ako se vibro ploče kreću samo u jednom smjeru, nazivamo ih neverzibilnim vibro pločama, a ako se kreću naprijed-natrag reverzibilnim pločama.



3.1. Strojevi za njegu

Curing je zaštita (njega) svježeg betona od isparavanja i ekstremnih temperatura koje bi mogle negativno utjecati na hidrataciju cementa. Ako je cilj betona dobiti potencijalnu čvrstoću i trajnost, mora imati dovoljno vode za hidrataciju cementa, a temperatura mora biti pogodna za održavanje takve kemijske reakcije po bržoj, kontinuiranoj stopi.

Kako bi se osigurali ti uvjeti, beton mora biti zaštićen od štetnih utjecaja vjetra, sunca i promjenjivog vremena. S obzirom da se od 23°C smatra idealnom temperaturom za hidrataciju, poželjno je održavati beton na ili otprilike toj temperaturi.

Postoje dvije skupine tehnika zaštite (njege) betona tzv. curinga – one koje su dizajnirane da spriječe gubitak vode, kao što je primjena geotekstila ili najlona; i one koje opskrbljuju beton vlagom tijekom rane faze tog procesa, kao što je polijevanje ili primjena mokrog pijeska u procesu proizvodnje.

Odabir tehnike njege betona općenito je pitanje ekonomije, ali treba uzeti u obzir da bi tehnika koja se koristi trebala uzrokovati minimalne štete drugim operacijama.

3.3.1. Pumpa za vodu

Zaštitu betona na izloženim površinama betona (bez oplate) treba primijeniti čim počne evaporacija vode iz betona, odnosno odmah nakon skidanja oplate, ako je zaštita betona potrebna. Štititi treba cijeli konstrukcijski element ili sklop elemenata homogenog i istovjetno na jedan od slijedećih načina:

- prskanjem, polijevanjem ili potapanjem kojom se na površini betona kontinuirano formira i održava zaštitni sloj vode
- vodonepropusnim opnama kemijskih sredstava, koja se špricaju direktno na beton, ali ne mogu biti kemijski komponirana tako da se nakon određenog vremena razgrađuje i nestaju s površine betona
- vodonepropusnim folijama koje iznad površine betona zatvaraju vlagom zasićeni sloj zraka vrlo pogodan za njegovanje betona
- propusnim prekrivačima koji se tijekom vremena potrebe zaštite povremeno vlaže
- različitim drugim vlažnim postupcima (slojem vlažnog pijeska ili nekog drugo sipkog i hidrofobnog materijala

Ako je srednja temperaturu okoline iznad +5 C, onda se u praksi njegovanje betona uglavnom svodi na održavanje vlažnosti betona. To znači, da kapilare trebaju biti stalno zasićene,a to se lako prepoznaje po promjeni boje betona. Beton koj se počinje sušiti, izrazito mijenja boju, postaje svijetliji.



4.ANALIZA USKLAĐENOG RADA STROJEVA ZA BETONSKE RADOVE

Kako je fokus ovog završnog rada analiza usklađenog rada za dvije vrste strojeva za betonske radove i to auto-miješalica i pumpa za beton tako će se u nastavku ovog poglavlja izvršiti spomenuta analiza. Analiza obuhvaća izačun vremena trajanja betonskih radova i učinak auto-miješalica i pumpe za beton te njihovo usklađivanje. Pod usklađivanjem se podrazumijeva izračun potrebnog broja auto-miješalica za usklađeni rad s pumpom za beton, s tim da se u početku vrši analiza najpovoljnije pumpe za beton na načelu da se izračuna broj potrebnih auto-miješalica za rad s pumpom za beton, kao i njihove razne karakteristike (Up, Tu,uk),a potom se vrši analiza 5 vrsta i tipova pumpa za beton.Ova druga analiza podrazumijeva usklađivanje rada jedne izabrane automiješalice i više tipova pumpi za beton.U obje analize razni pokazatelji iskazuju se grafički te se predlaže najbolja auto-miješalica odnosno najbolja pumpa za beton.Kako bi se mogla izvršiti usporedba za sve korišteni su isti podaci o:količini brtonskih radova (m^3), udaljenosti betonare (km).

4.1. ANALIZA IZABRANIH TIPOVA AUTO-MIJEŠALICA

U ovom slučaju uzima se jedan tip pumpe za beton i više tipova auto-miješalica.

Ulazni podatci važni za analisu su:

-udaljenost betonare od gradilišta: 9 km
-volumen betonskog materijala za temelje kojeg trebamo ugraditi: 100m^3

1) **PUMPA ZA BETON** + 5 automiješalica (a,b,c...)

RENAULT 26.320 BETONPUMPA CIFA

Teorijski učinak : Ut=41 (m^3 /h)
Kv = 0,8 – koeficijent korištenja radnog vremena
Up = Ut* Kv = 41*0,80 = 32,8 (m^3 /h)



a)

karakteristike auto-miješalice Iveco:
-Qauto-mijesalice = 9 m^3
Vtransporta pune auto-mijesalice = 32 km/h
Vtransporta prazne auto-mijesalice = 58 km/h
Tmanevra na betonari = 1.7 min
Tmanevra na gradilištu = 1.7 min
Tzastoja = 4 min
ΔTrezervno vrijeme = 6 min



Ukupno vrijeme ciklusa vožnje automiješalice je:
Tc = Tutovara + Tmb + Tt. pun + Tmg +Tistovara + Δ T

Tutovara = **Q**auto-mijesalice / **U**betonare = 9 / 25 = 0,36 h = 1296 s
Tmanvera na betonari = 1.7 min
Tt. pun = **L**transporta / **v**transporta pune auto-mijesalice = 9 / 32 = 0,28 h = 1008 s
Tmanvera na gradilištu = 1.7 min
Tistovara= Qauto-mijesalice / Ucrpke = 9 / 32,8 = 0,27 h = 972 s
Δ T = 6 min = 360 s

Tc = 1296 + 102 + 1008 + 102 + 972 +360 = 3 840 s

Ukupan broj tura auto-miješalice je:
N = V / Qauto-mijesalice = 100 / 9 = 11.1 = 12 tura
Potreban broj auto-miješalica za sinhronizirani rad s betonskom crpkom je:
Ndan = Tc / (Tistovara +Δ T) = 3 840/1 332 = 2,88 = 3 auto-miješalice
Vrijeme betoniranja:
V / Ucrpke = 100 / 32.8 = 3,05 h = 183 min

b)

karakteristike auto-miješalice Hyundai:
-Qauto-mijesalice =5 m^3
Vtransporta pune auto-mijesalice = 30 km/h
Vtransporta prazne auto-mijesalice = 54 km/h
Tmanevra na betonari = 1.5 min
Tmanevra na gradilištu = 1.5 min
Tzastoja = 4 min
ΔTrezervno vrijeme = 6 min



Ukupno vrijeme ciklusa vožnje automiješalice je:
Tc = Tutovara + Tmb + Tt. pun + Tmg +Tistovara + Δ T
Tutovara = **Q**auto-mijesalice / **U**betonare = 5 / 25 = 0,2 h = 720 s
Tmanvera na betonari = 1.5 min
Tt. pun = **L**transporta / **v**transporta pune auto-mijesalice = 9 / 30 = 0,3h = 1080 s
Tmanvera na gradilištu = 1.5 min
Tistovara= Qauto-mijesalice / Ucrpke = 5 / 32,8 = 0,15 h = 540 s
Δ T = 6 min = 360 s

Tc = 720 + 90 + 1080 + 90 + 540 +360 = 2 880 s

Ukupan broj tura auto-miješalice je:
N = V / Qauto-mijesalice = 100 / 5 = 20 tura
Potreban broj auto-miješalica za sinhronizirani rad s betonskom crpkom je:
Ndan = Tc / (Tistovara +Δ T) = 2 880/900 = 3,2 = 4 auto-miješalice
Vrijeme betoniranja:
V / Ucrpke = 100 / 32.8 = 3,05 h = 183 min

c)

karakteristike auto-miješalice Mercedes-Benz actors 3540:
-Qauto-mijesalice =6 m^3
Vtransporta pune auto-mijesalice = 33 km/h
Vtransporta prazne auto-mijesalice = 58 km/h
Tmanevra na betonari = 1.6 min
Tmanevra na gradilištu = 1.6 min
Tzastoja = 4 min
ΔTrezervno vrijeme = 6 min



Ukupno vrijeme ciklusa vožnje automiješalice je:

Tc = Tutovara + Tmb + Tt. pun + Tmg +Tistovara + Δ T
Tutovara = **Q**auto-mijesalice / **U**betonare = 6 / 25 = 0,24 h = 864 s
Tmanvera na betonari = 1.6 min
Tt. pun = **L**transporta / **v**transporta pune auto-mijesalice = 9 / 33 = 0,27h = 972 s
Tmanvera na gradilištu = 1.6 min
Tistovara= Qauto-mijesalice / Ucrpke = 6 / 32,8 = 0,18 h = 648 s
Δ T = 6 min = 360 s

Tc = 864 + 96 + 972 + 96 + 648 +360 = 3 036 s

Ukupan broj tura auto-miješalice je:
N = V / Qauto-mijesalice = 100 / 6 = 16.67 = 17 tura
Potreban broj auto-miješalica za sinhronizirani rad s betonskom crpkom je:
Ndan = Tc / (Tistovara +Δ T) = 3 036/1008 = 3 auto-miješalice
Vrijeme betoniranja:
V / Ucrpke = 100 / 32.8 = 3,05 h = 183 min

d)

karakteristike auto-miješalice Man-Tga/41440:
-Qauto-mijesalice =7 m^3
Vtransporta pune auto-mijesalice = 39 km/h
Vtransporta prazne auto-mijesalice = 64 km/h
Tmanevra na betonari = 1.7 min
Tmanevra na gradilištu = 1.7 min
Tzastoja = 4 min
ΔTrezervno vrijeme = 6 min



Ukupno vrijeme ciklusa vožnje automiješalice je:
Tc = Tutovara + Tmb + Tt. pun + Tmg +Tistovara + Δ T
Tutovara = **Q**auto-mijesalice / **U**betonare = 7 / 25 = 0,28 h = 1008 s
Tmanvera na betonari = 1.7 min
Tt. pun = **L**transporta / **v**transporta pune auto-mijesalice = 7 / 39 = 0,18h = 648 s
Tmanvera na gradilištu = 1.7 min
Tistovara= Qauto-mijesalice / Ucrpke = 7 / 32,8 = 0,21 h = 756 s
Δ T = 6 min = 360 s

Tc = 1008 + 102 + 648 + 102 + 756 +360 = 2 976 s

Ukupan broj tura auto-miješalice je:
N = V / Qauto-mijesalice = 100 / 7 = 14,3 = 15 tura
Potreban broj auto-miješalica za sinhronizirani rad s betonskom crpkom je:
Ndan = Tc / (Tistovara +Δ T) = 2 976/1 116 =2,67 = 3 auto-miješalice
Vrijeme betoniranja:
V / Ucrpke = 100 / 32.8 = 3,05 h = 183 min

e)

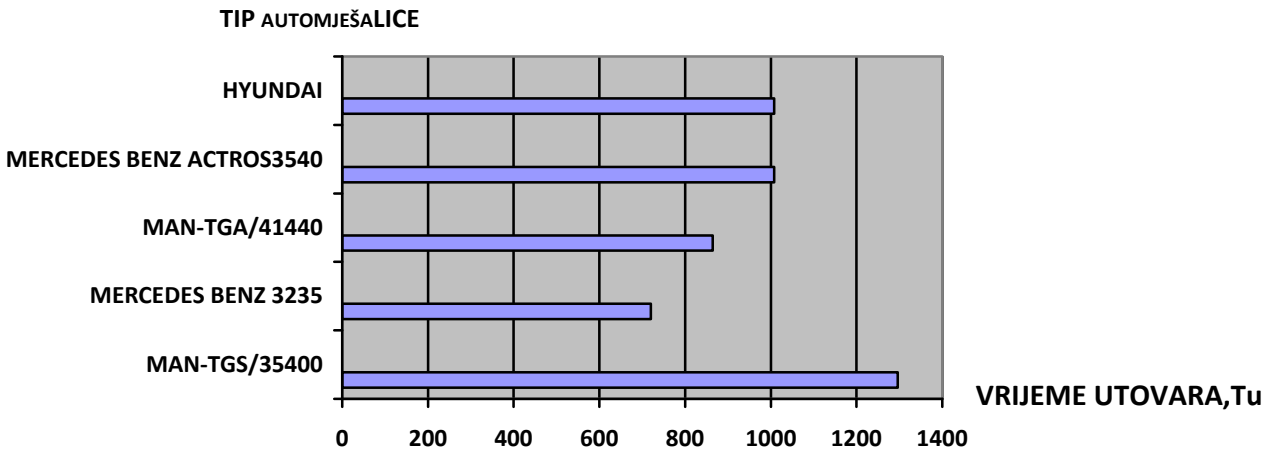
karakteristike auto-miješalice Mercedes-Benz 3235:
-Qauto-mijesalice =7 m^3
Vtransporta pune auto-mijesalice = 43 km/h
Vtransporta prazne auto-mijesalice = 71 km/h
Tmanevra na betonari = 1.5 min
Tmanevra na gradilištu = 1.5 min
Tzastoja = 4 min
ΔTrezervno vrijeme = 6 min



Ukupno vrijeme ciklusa vožnje automiješalice je:
Tc = Tutovara + Tmb + Tt. pun + Tmg +Tistovara + Δ T
Tutovara = **Q**auto-mijesalice / **U**betonare = 7 / 25 = 0,28 h = 1008 s
Tmanvera na betonari = 1.5 min
Tt. pun = **L**transporta / **v**transporta pune auto-mijesalice = 7 / 43 = 0,16h = 576 s
Tmanvera na gradilištu = 1.5 min
Tistovara= Qauto-mijesalice / Ucrpke = 7 / 32,8 = 0,21 h = 756 s
Δ T = 6 min = 360 s

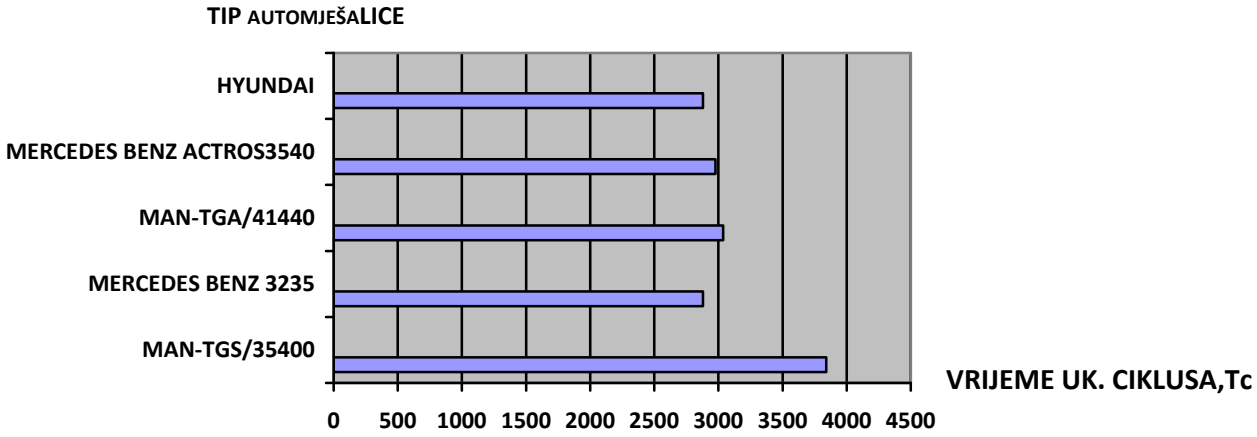
Tc = 1008 + 90 + 576 + 90 + 756 +360 = 2 880 s

Ukupan broj tura auto-miješalice je:
N = V / Qauto-mijesalice = 100 / 7 = 14,3 = 15 tura
Potreban broj auto-miješalica za sinhronizirani rad s betonskom crpkom je:
Ndan = Tc / (Tistovara +Δ T) = 2 880/1 116 =2,48 = 3 auto-miješalice
Vrijeme betoniranja:
V / Ucrpke = 100 / 32.8 = 3,05 h = 183 min



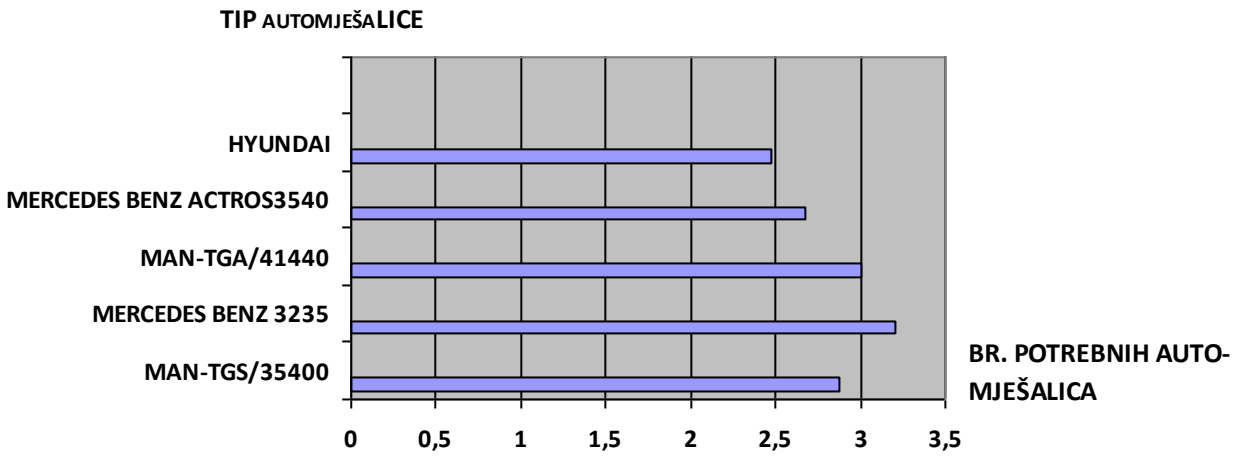
Graf 1.:-odnos vremena utovara za 5 tipova auto-mješalica

Najveće vrijeme utovara ima auto-mješalica MAN-TGS/35400.Najmanje vrijeme utovara ima auto-mješalica Mercedes Benz 3235 .



Graf 2.:-odnos vremena ukupnog ciklusa 5 tipova auto-mješalica

Najveće vrijeme ukupnog ciklusa auto-mješalica MAN-TGS/35400.Najmanje vrijeme ukupnog ciklusa ima auto-mješalica Hyundai .



Graf 3.:-odnos broja potrebnih auto-miješalica, 5 tipova auto-mješalica

Najveći broj potrebnih ima auto-mješalica Mercedes Benz 3235.Najmanji v broj potrebnih ima auto-mješalica ima auto-mješalica Hyundai .

4.2.ANALIZA IZABRANIH TIPOVA PUMPI ZA BETON

2) **AUTO-MIJEŠALICA** + 5 PUMPA ZA BETON (a,b,c...)

AUTO-MJEŠALICA

karakteristike auto-miješalice Mercedes-Benz Arocs 3251B:

-$Q_{auto\text{-}mijesalice}$ =6 m^3

$V_{transporta\ pune\ auto\text{-}mijesalice}$ = 28 km/h

$V_{transporta\ prazne\ auto\text{-}mijesalice}$ = 54 km/h

$T_{manevra\ na\ betonari}$ = 1.8 min

$T_{manevra\ na\ gradilištu}$ = 1.8 min

$T_{zastoja}$ = 3.9 min

$T_{rezervno\ vrijeme}$ = 7 min



a)Pumpa za beton SCANIA 93M

Teorijski učinak : U_t= 28 (m^3 /h)

Kv = 0,8 – koeficijent korištenja radnog vremena



Up = Ut* Kv = 28*0,80 = 22.4 (m^3 /h)

Ukupno vrijeme ciklusa vožnje automiješalice je:
$T_c = T_{utovara} + T_{mb} + T_{t.\ pun} + T_{mg} + T_{istovara} + T$
$T_{utovara} = \mathbf{Q}_{auto\text{-}mijesalice} / \mathbf{U}_{betonare} = 6 / 23 = 0,26$ h = 936 s
$\mathbf{T}_{manvera\ na\ betonari} = 1.8$ min
$T_{t.\ pun} = \mathbf{L}_{transporta} / \mathbf{V}_{transporta\ pune\ auto\text{-}mijesalice} = 7 / 28 = 0,25$ h = 900 s
$\mathbf{T}_{manvera\ na\ gradilištu} = 1.8$ min
$T_{istovara} = Q_{auto\text{-}mijesalice} / U_{crpke} = 6 / 22,4 = 0,27$ h = 972 s
T = 7 min = 420 s
$T_c = 936 + 108 + 900 + 108 + 972 + 420 = 3\ 444$ s
Ukupan broj tura auto-miješalice je:
$N = V / Q_{auto\text{-}mijesalice} = 100 / 6 = 16,67 = 17$ ture
Potreban broj auto-miješalica za sinhronizirani rad s betonskom crpkom je:
$N_{dan} = T_c / (T_{istovara} + T) = 3\ 444 / 1\ 392 = 2,47 = 3$ auto-miješalice
Vrijeme betoniranja:
$V / U_{crpke} = 100 / 22,4 = 4,46$ h = 267,9 min

b) Pumpa za beton Mercedes-Benz actros 3336



Teorijski učinak : Ut= 31 (m^3 /h)
Kv = 0,85 – koeficijent korištenja radnog vremena
Up = Ut* Kv =31 *0,85 = 26.4 (m^3 /h)

Ukupno vrijeme ciklusa vožnje automiješalice je:
$Tc = T_{utovara} + T_{mb} + T_{t.\ pun} + T_{mg} + T_{istovara} + T$
$T_{utovara} = \mathbf{Q}_{auto\text{-}mijesalice} / \mathbf{U}_{betonare} = 6 / 23 = 0,26$ h = 936 s
$\mathbf{T}_{manvera\ na\ betonari} = 1.8$ min
$T_{t.\ pun} = \mathbf{L}_{transporta} / \mathbf{V}_{transporta\ pune\ auto\text{-}mijesalice} = 7 / 28 = 0,25$ h = 900 s
$\mathbf{T}_{manvera\ na\ gradilištu} = 1.8$ min
$T_{istovara} = Q_{auto\text{-}mijesalice} / U_{crpke} = 6 / 26,4 = 0,23$ h = 819 s
T = 7 min = 420 s
$T_c = 936 + 108 + 900 + 108 + 819 + 420 = 3\ 291$ s
Ukupan broj tura auto-miješalice je:
$N = V / Q_{auto\text{-}mijesalice} = 100 / 6 = 16,67 = 17$ ture
Potreban broj auto-miješalica za sinhronizirani rad s betonskom crpkom je:
$N_{dan} = T_c / (T_{istovara} + T) = 3\ 291 / 1\ 239 = 2,66 = 3$ auto-miješalice
Vrijeme betoniranja:
$V / U_{crpke} = 100 / 26,4 = 3,79$ h = 227,4 min

c) Pumpa za beton - MERCEDES-BENZ 3541 B

Teorijski učinak : U_t= 45 (m3 /h)
Kv = 0,90 – koeficijent korištenja radnog vremena
Up = Ut* Kv = 45*0,90 = 40,5 (m3 /h)



Ukupno vrijeme ciklusa vožnje automiješalice je:
$T_c = T_{utovara} + T_{mb} + T_{t.\ pun} + T_{mg} + T_{istovara} + T$
$T_{utovara} = \mathbf{Q}_{auto\text{-}mijesalice} / \mathbf{U}_{betonare} = 6 / 23 = 0,26$ h = 936 s
$\mathbf{T}_{manvera\ na\ betonari}$ = 1.8 min
$T_{t.\ pun} = \mathbf{L}_{transporta} / V_{transporta\ pune\ auto\text{-}mijesalice} = 7 / 28 = 0,25$ h = 900 s
$\mathbf{T}_{manvera\ na\ gradilištu}$ = 1.8 min
$T_{istovara} = Q_{auto\text{-}mijesalice} / U_{crpke} = 6 / 40,5 = 0,15$ h = 534 s
T = 7 min = 420 s
T_c = 936 + 108 + 900 + 108 + 534 +420 = 3 006 s
Ukupan broj tura auto-miješalice je:
$N = V / Q_{auto\text{-}mijesalice} = 100 / 6 = 16,67 = 17$ ture
Potreban broj auto-miješalica za sinhronizirani rad s betonskom crpkom je:
$N_{dan} = T_c / (T_{istovara} + T) = 3\ 006 / 954 = 3,15 = 4$ auto-miješalice
Vrijeme betoniranja:
$V / U_{crpke} = 100 / 40,5 = 2,47$ h = 148,2 min

d) Pumpa za beton –Scania 72M



Teorijski učinak : Ut= 50 (m3 /h)
Kv = 0,90 – koeficijent korištenja radnog vremena
Up = Ut* Kv = 50*0,90 = 45 (m3 /h)

Ukupno vrijeme ciklusa vožnje automiješalice je:
Tc = Tutovara + Tmb + Tt. pun + Tmg +Tistovara + Δ T
Tutovara = **Q**auto-mijesalice / **U**betonare = 6 / 23 = 0,26 h = 936 s

Tmanvera na betonari = 1.8 min
Tt. pun = **L**transporta / **v**transporta pune auto-mijesalice = 7 / 28 = 0,25 h = 900 s
Tmanvera na gradilištu = 1.8 min
Tistovara= Qauto-mijesalice / Ucrpke = 6 / 45 = 0,13 h = 468 s
T = 7 min = 420 s
Tc = 936 + 108 + 900 + 108 + 468 +420 = 2 940 s
Ukupan broj tura auto-miješalice je:
N = V / Qauto-mijesalice = 100 / 6 = 16,67 = 17 ture
Potreban broj auto-miješalica za sinhronizirani rad s betonskom crpkom je:
Ndan = Tc / (Tistovara +Δ T) = 2 940 / 888 = 3,31 = 4 auto-miješalice
Vrijeme betoniranja:
V / Ucrpke = 100 / 45 = 2,22 h = 133,3 min

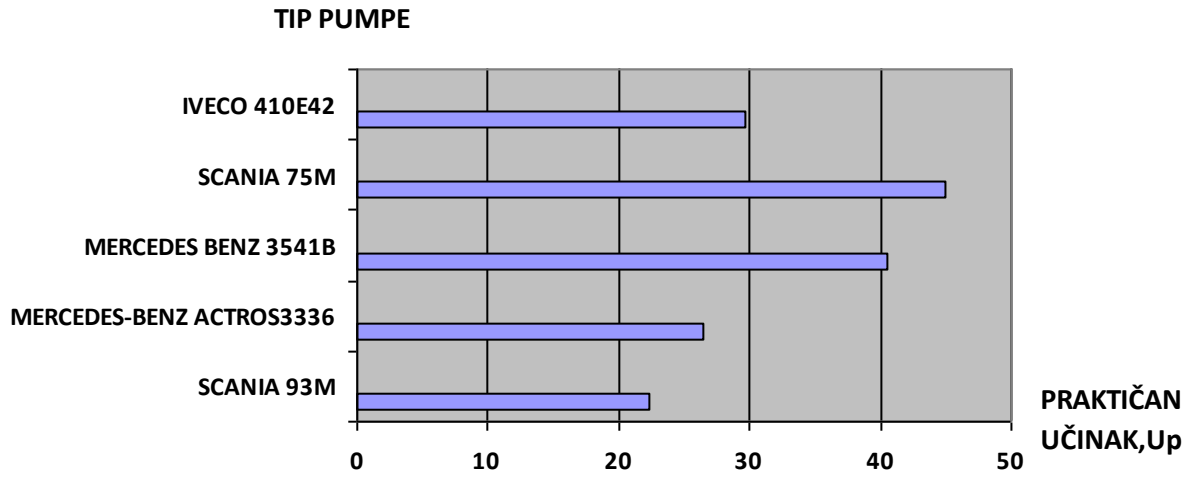
e)Pumpa za beton – Iveco 410E42



Teorijski učinak : Ut= 37 (m3 /h)
Kv = 0,80 – koeficijent korištenja radnog vremena
Up = Ut* Kv = 37*0,80 = 29,6 (m3 /h)

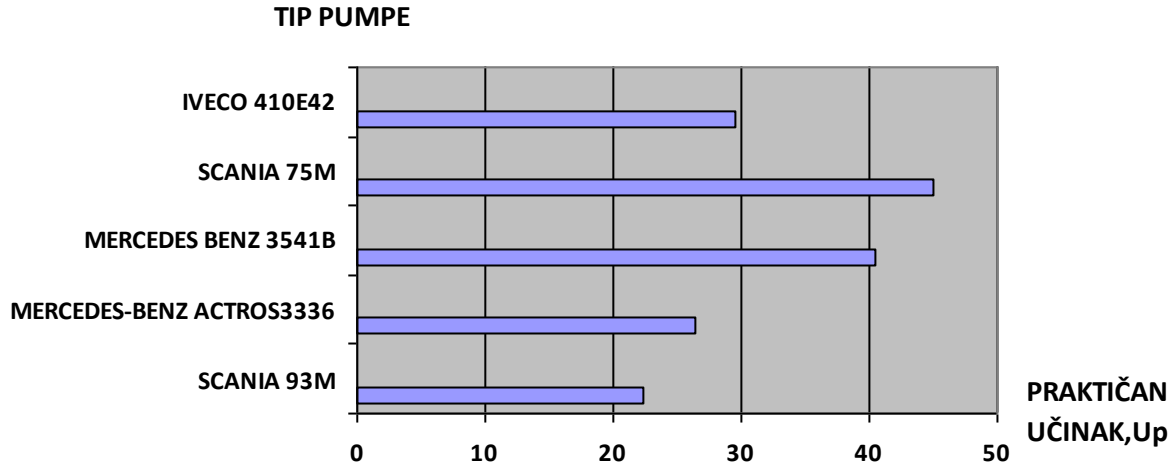
Ukupno vrijeme ciklusa vožnje automiješalice je:
Tc = Tutovara + Tmb + Tt. pun + Tmg +Tistovara + Δ T
Tutovara = **Q**auto-mijesalice / **U**betonare = 6 / 23 = 0,26 h = 936 s

Tmanvera na betonari = 1.8 min
Tt. pun = **L**transporta / **v**transporta pune auto-mijesalice = 7 / 28 = 0,25 h = 900 s
Tmanvera na gradilištu = 1.8 min
Tistovara= Qauto-mijesalice / Ucrpke = 6 / 29,6 = 0,20 h = 720 s
T = 7 min = 420 s
Tc = 936 + 108 + 900 + 108 + 720 +420 = 3 192 s
Ukupan broj tura auto-miješalice je:
N = V / Qauto-mijesalice = 100 / 6 = 16,67 = 17 ture
Potreban broj auto-miješalica za sinhronizirani rad s betonskom crpkom je:
Ndan = Tc / (Tistovara +Δ T) = 3 192 / 1140 = 2,8 = 3 auto-miješalice
Vrijeme betoniranja:
V / Ucrpke = 100 / 29,65 = 3,38 h = 202,8 min



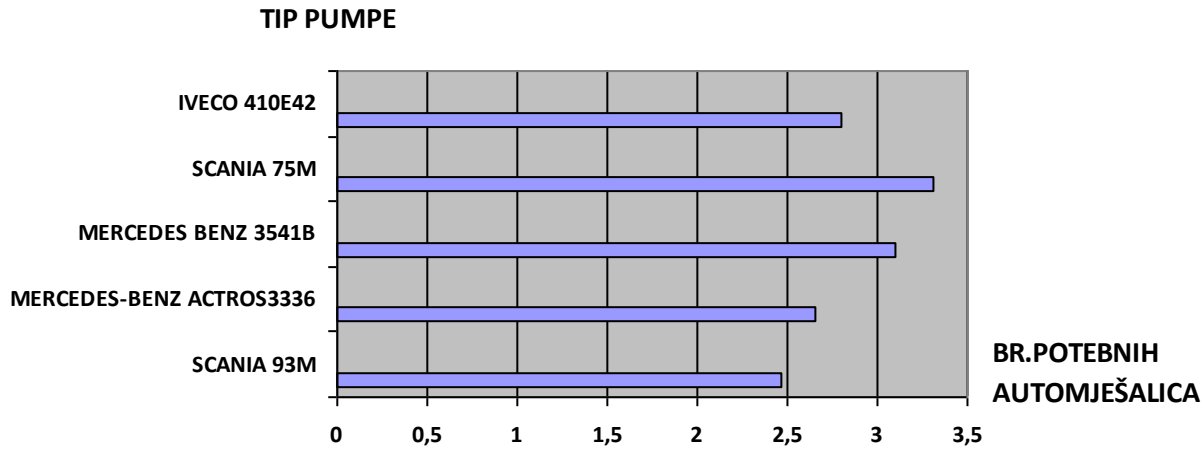
Graf 1.:-odnos praktičnog učinka za 5 tipova pumpi za beton

Najveći praktični učinak ima Scania 75M.Najmanji praktični učinak ima Scania 73M.



Graf 2.:-odnos praktičnog učinka za 5 tipova pumpi za beton

Najveći praktični učinak ima Scania 75M.Najmanji praktični učinak ima Scania 73M.



Graf 3.:-odnos broja potrebnih auto-miješalica, 5 tipova auto-mješalica

Najveći broj potrebnih ima auto-mješalica Scania 75M.Najmanji broj potrebnih ima auto-mješalica ima auto-mješalica Scania 93M.

5. ZAKLJUČAK

Beton je najsloženiji umjetni materijal, najzastupljeniji u konstrukcijskom građevinarstvu u kojem pokriva više od 70% potreba. Betonski radovi obuhvaćaju složene tehnološke i logističke procese organizirane pri izvedbi građevina i konstrukcija od betona.

U svim fazama proizvodnje osnovna je težnja da se dobije dobro izmiješana i homogena smjesa planiranog sastava i zadanih svojstava očvrslog betona. Današnja proizvodnja betona došla je do te faze da traži visoku tehnologiju i znanost te dobro poznavanje i strogu kontrolu svojstava komponenata i svih faza proizvodnje i primjene betona, posebno njegove kompatibilnosti s uvjetima eksploatacije i njegove trajnosti. Beton se s pravom može nazvati materijalom sadašnjice, jer bez njega ne bi bio moguć današnji stupanj kvalitete života koji uvelike ovisi o raznolikoj visokokvalitetnoj i razvijenoj infrastrukturi.

U svim fazama proizvodnje osnovna je težnja da se dobije dobro izmiješana i homogena smjesa planiranog sastava i zadanih svojstava očvrslog betona. Sastojke betona tijekom dopreme treba zaštiti od onečišćenja da ne bi došlo do štetnog djelovanja na proces vezivanja i očvršćivanja cementa. Ovisno o vrsti i mjestu izgradnje betonske konstrukcije postoje različiti oblici proizvodnje i transporta svježeg betona u tehnološko-logističkom smislu te načini ugradnje betona što je dovelo do toga da u današnje vrijeme ne postoji ni jedan složena građevina na kojoj nije moguće izvršiti ugradnju svježe betonske smjese.

6.LITERATURA

[1] https://www.grad.unizg.hr/_download/repository/04_-_Strojno-tehnoloski_sustavi_pri_betonskim_radovima.pdf
[2] https://zir.nsk.hr/islandora/object/gfos%3A124/datastream/PDF/view

[3] http://masine-za-beton.hfs-serbia.com/