

Proizvodnja betona na gradilištu

SAMOPOSLUŽUJUĆE AUTOBETONARE

Za udaljenija gradilišta s manjim zahtjevima za betonom samoposlužujuće autobetonare u praksi su dokazane kao dobra rješenja. Posebno su zanimljive manjim građevinskim poduzetnicima, a na tržištu postoji izbor većeg broja tipova.

napisao: mr.sc. Držislav Vidaković, d.i.g., viši predavač, Građevinski fakultet Osijek

Proizvodnja betona

U strukturi cijene osnovnih građevinskih radova visokogradnje spravljanje betona učestvuje prosječno s 17,3%, a njegov prijevoz i ugradba s dodatnih 4,3%. Kod građevina niskogradnje taj udio biva još znatno veći, pa im stoga, kako pri planiranju, tako i pri izvršenju, treba posvetiti punu pozornost.

Dvije su osnovne mogućnosti organizacije obzirom na mjesto proizvodnje betona, koje podrazumijevaju angažiranje različitih tehnologija. Proizvodnja u svojoj vlastitoj, odnosno kupovina u postojećim betonarama (tvornicama betona) uključuje osiguranje pravovremene dopreme svježih betonskih mješavina javnim putevima na gradilište, najčešće korištenjem automješalica.

Betonare (engl. *concrete-mixing plant*, njem. *betonmischanlage*) su cjeloviti sustavi - postrojenja za proizvodnju betona, koja uz mješalice kao ključni stroj sadrže i sve druge potrebne elemente (silose, deponiju, dozatore, transportere i dr.), te laboratorije koji osiguravaju proizvodnju betona visoke kvalitete (klase B.II). Takve tvornice betona smještaju se uz veća naselja i na velikim gradilištima. Njihovo instaliranje na gradilištu iziskuje opsežne pripremne radove, pa se tome pribjegava jedino kada se na njima tijekom dužeg vremenskog perioda očekuje potreba za betonom veća od 25 -30 m³/h (npr. u slučajevima izvedbe velikih hidrotehničkih građevina) ili se svježi beton ne može transportirati od centralne betonare do gradilišta u roku dok ne počne vezati. Najveće betonare (tvornice betone s učinkom i do 600 m³/h) bile su postavljene upravo na gradilišta velikih građevina (brane, hidroelektrane).

Većina betonara u građevinskim poduzećima proizvodi beton i za tržište. U svijetu sve više posluju kao specijalizirana, samostalna poduzeća, koja pružaju i usluge kompletnog transporta do mjesta ugradbe.

Gradilišna postrojenja

Za proizvodnju betona na gradilištu odlučuje se u slučaju:

- potrebe za betonima slabije kvalitete (B.I) –spravlja se običnim mješalicama ili
- kada nema postojeće betonare na udaljenosti koju automješalica može prijeći u dozvoljenom vremenu između pripreme i ugradbe ili
- kada je to ekonomski opravdano zbog nižih troškova transporta (postoje velike potrebe za betonom i fiksni troškovi prijevoza, montaže, demontaže i ispitivanja rada gradilišne betonare imaju manji udio u odnosu na proporcionalne i ukupne troškove ili su izvorišta materijala za spravljanje betona bliža gradilištu nego centralnoj betonari, pa je to financijski isplativije).

Svladiva distanca proračunava se prema preporučenom max. roku transporta (1,5 –2,0h, ovisno o vanjskoj temperaturi) i srednjoj brzini automješalica (cca.10-20 km/h, ovisno o uvjetima puta).

Za male potrebe betona nižih klasa betona na raspolaganju su različite prenosive mješalice s bubnjem zapremnine uobičajeno 75 –500 lt. Na gradilištu se s njima, bez prethodnog

ispitivanja, pripremaju betoni prve klase (B I) (-slabije čvrstoće), koji se smiju ugrađivati samo na gradilištu na kojem su i spravljeni.

Ako su betonski radovi količinski znatni, ali ograničeni na kraći vremenski period, za proizvodnju se mogu koristiti montažno-demontažne, polustacionarne betonare s učinkom 5 –30 m³/h. One se dopremaju odgovarajućim transportnim vozilima, i nakon dovršetka radova rastavljaju i uklanjaju.

Mobilne betonare

Mobilna postrojenja za spravljanje betona nekada su bila dosta rijetka. Posjedovali su ih samo veliki sustavi, kao što su željeznice, službe za održavanje prometnica i vojne inženjerijske postrojbe, za intervencije na teže pristupačnim terenima. Takva postrojenja bila su postavljena na nekoliko voznih postolja -kamionskih prikolica ili željezničkih vagona. Do danas su znatno unapređena i stalno se konstruiraju novi modeli, boljih performaci. **Za poslove specifičnih zahtjeva, kao što su manji zahvati na udaljenim lokalitetima (otoci!), a napose za male poduzetnike, mogu se u standardnoj ponudi više proizvođača građevinske mehanizacije, naći strojevi različitih tehničkih karakteristika.** Tako se autobetonare posljednjih 6-7 godina sve češće mogu vidjeti i na našim gradilištima.



Počeci -pokretne betonare iz ranih šezdesetih godina 20.st.

Kod suvremenih samoposlužujućih autobetonara (*Self-Loading Concrete Mixer –kod nas najrasprostranjenije tipa Carmix*) na kamionskom postolju smještena je mješalica s podiznom rukom za agregat i cement, te korpom za svježi beton. Za posebne potrebe mogu biti prilagođene kretanju po kolosijeku.

Grabilica za samoutovar ima vratašča s hidrauličkim otvaranjem (zaštićeni patent proizvođača *Carman*) i zahvaća 0,3 –0,5 m³, te omogućava volumetričko doziranje. Vozačko mjesto je potpuno naprijed, pokraj grabilice, a može biti otvoreno, s kabinom bez vrata ili potpuno zatvoreno. Šasija je projektirana i ispitana za najteže uvjete terena.

Kao dodatna oprema moguća je nabavka crpke s visokim pritiskom za pranje stroja.



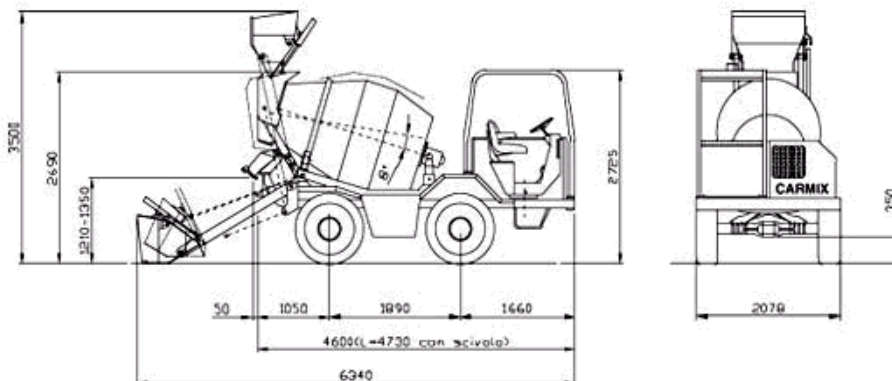
Suvremene pokretne betonare

Tehničke karakteristike modela u ponudi

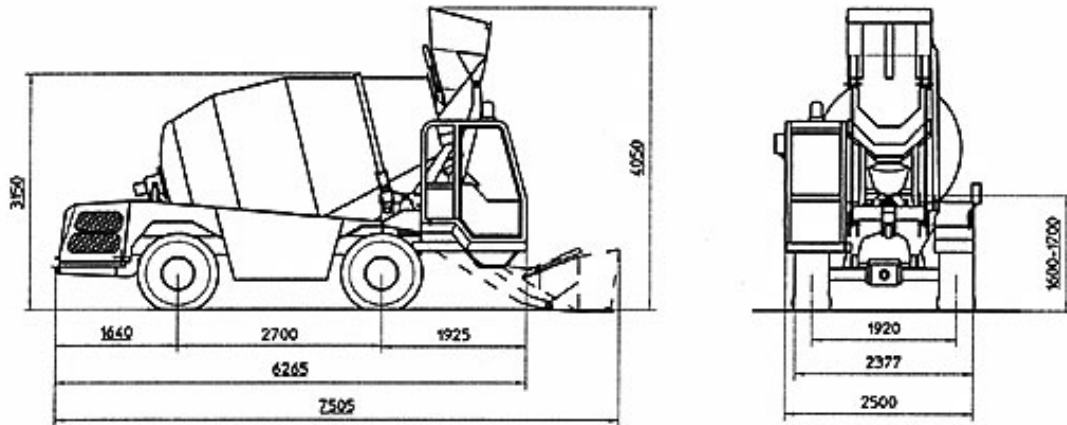
Bubanj u unutrašnjosti ima dvostruku spiralu za mješanje betonske smjese. Tipovi betonara primarno se razlikuju prema veličini bubnja, pa se tako proizvode u veličinama od: 1.100 lt (efektivno 0,8 m³), 1.400 lt (1,0 m³), 2.800 lt (2,0 m³), 3.500 lt (2,5 m³), 4.750 lt (3,5 m³) i 7.600 lt (5,5 m³).



Najmanji tip – s bubnjem efektivne zapremnine 800l



Betonara Carmix s bubnjem efektivne zapremnine 2,0m³



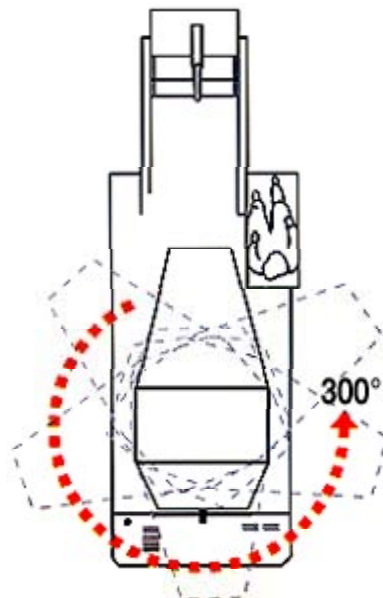
Prikazi dimenzija stroja s dijelovima u različitim položajima -Carmix 5,5m³

Stroj pokreće dizel ili turbo dizel motor, ovisno o tipu betonare, snage do 155 KS. Prema tome varira i njihova težina od 2,5 t do 5,2 t. Gabariti najvećeg stroja (*Carmix 5,5 XL*) su 7.505 cm (d)/ 2.500+1100 cm (b)/ 4.050 cm (h).

Instalacija vode je autonomna. Na stroju je crpka pogonjena hidrauličkim motorom, brojač litara i dva spremnika obujma od 150 -600 lt.

Iskrcaj gotovog betona se obavlja promjenom smjera okretanja i nagibom bubnja. Pri istovaru se koristi korito s hidrauličnim podizanjem i manjim pomicanjem. Istovar se obavlja na visini do 2,0 m, na sve četiri strane, uz pomoć bubnja koji se okreće za 300°.

Brzina kretanja pri radu je do 10 km/h, a na cesti do 32 km/h. Na putu, pod punim opterećenjem može svaladavati uspone čak 35 –40%.



Mogućnosti zaokretanja bubnja pri radu

U pravilu obavljaju 4 -5 tura miješanja na sat, pa im se u odnosu na efektivnu zapreminu bubnja može predvidjeti praktični satni učinak cca. 3 -13 m³/h. No, učinak u znatnoj mjeri ovisi i o spretnosti i uvježbanosti strojara. U svakom slučaju, pokazalo se za ubrzanje proizvodnje povoljnijim ako se agregat do pokretne betonare dopremi već smješan u traženom omjeru frakcija.



Pokretna betonara u radu

Pravila za izbor stroja

Za dimenzioniranje i izbor betonare mjerodavna je planirana satna potreba za gotovim betonom na gradilištu, kao i sama prostorna mogućnost gradilišta. Naravno, mora se uzeti u obzir i mogućnosti opskrbe agregatom, vodom i cementom, te pogonskom energijom. Neravnomjernost satne potrošnje tijekom dana izražena je odnosom koji bude i 1 : 10, pa se za ovaj proračun prosječna potreba uvećava 1,2 –1,5 puta. To zavisi od lokalnih uvjeta i važnosti objekta-projekta, a sve da bi se izbjegla pojava uskih grla. Kako bi se osigurala mogućnost kontinuiranog rada izabranom tipu betonare mora biti prilagođena skladištena količina komponenti za betonsku mješavinu, u koju se također uključuju određene rezerve.



- DIECI L-4700 4x4**
- diesel motor 4 cyl. 115KS, 2 brzine getriba, hidrostati
 - brzina 22-27 km/h
 - bubanj kapaciteta 4700 l, efektivna zapremina 3500 l
 - rezervoar za vodu zapremnine 750 l s pumpom
 - utovarna lopata zapremnine 600 l
 - pri istovaru betona moguća rotacija za 180°
 - ergonomska kanina
 - težina bez tereta 6450 kg

*Primjer jedne talijanske samoutovarne automješalice
(tvorničke cijene preko 50.000 €) s osnovnim tehničkim podacima*

Mogućnosti samoutovarnih autobetonara

Za postizanje betona veće kvalitete (klase) potrebno je uspostaviti odgovarajuću kontrolu na samom mjestu proizvodnje i vezu s laboratorijem.

Suvremene samotransportne i samoutovarne betonare, s jednostavnim i brzim upravljanjem, uz usklađenu organizaciju rada i dobro obučene radnike, predstavljaju racionalno rješenje za proizvodnju i distribuciju betona na gradilištu. U praksi su se pokazale dobre i za najzahtjevnije zadatke, kao npr. betoniranje pri radu s kliznom oplatom.

Betonare rade ciklično, pa se teorijski satni učinak izračunava kao umnožak broja ciklusa na sat ($N_C = 60 / \text{trajanje ciklusa u minutama}$) i efektivne zapremnine bubnja (q):

$$U_t \text{ (m}^3\text{/sat)} = N_C \text{ (ciklusa/sat)} \times q \text{ (m}^3\text{)},$$

a planski učinak se određuje korekcijom veličine teorijskoga s koeficijentima iskorištenja radnog vremena (k_{rv}), koeficijentom organizacije rada strojeva (k_{og}), koeficijentom dotrajalosti stroja (k_{ds}), koeficijentom punjenja bubnja (k_{pu}) i koeficijentom rastresitosti (k_r) smjese materijala od koje se mješa beton: $U_p \text{ (m}^3\text{/sat)} = U_t \times k_{rv} \times k_{og} \times k_{ds} \times k_{pu} \times k_r$.

Primjerice za srednje veliku, očuvanu (s 2000 -4000 sati eksploatacije), samoposlužujuću autobetonaru s ciklusom rada od 6 min (doziranje, utovar, mješanje i istovar) tako se može odrediti učinak:

$$\begin{aligned} U_p &= N_C \text{ (ciklusa/sat)} \times q \text{ (m}^3\text{)} \times k_{rv} \times k_{og} \times k_{ds} \times k_{pu} \times k_r \\ &= 60/6 \text{ (ciklusa/sat)} \times 2,50 \text{ (m}^3\text{)} \times 0,80 \times 0,85 \times 0,91 \times 0,90 \times 0,78 \\ &= 10,86 \text{ (m}^3\text{/sat)} \end{aligned}$$

