

TEHNOLOGIJA IZVOĐENJA BRANA OD UVALJANOG BETONA

Sažetak

U ovom radu dat je kratak prikaz tehnologije uvaljanog betona (UB) kao novog koncepta spravljanja, transporta, ugradbe i zbijanja betona bez slijeganja. Zbog velike brzine ugradbe, mješalice trebaju osigurati dovoljan kapacitet proizvodnje uvaljanog betona ujednačene kvalitete. Transport uvaljanog betona od postrojenja za spravljanje do mjesta ugradbe trakastim transporterima, vozilima ili nekim drugim metodom zahtijeva detaljno planiranje i pažnju, ovisno od raspoložive opreme za razastiranje i zbijanje uvaljanog betona. Bitna karakteristika tehnologije uvaljanog betona je građenje u horizontalnim etažama, od jedne do druge obale od nizvodne ka uzvodnoj strani. U Japanu se radi sprječavanja segregacije, nakon razastiranja u 3 do 5 slojeva, uvaljani beton potpuno zbjija u etažu debljine 70 do 100 cm. S druge strane, najčešća debljina zbjijene etaže u SAD je 30 cm. Međutim, postoji tendencija primjene najdeblje moguće etaže prema opremi za razastiranje i zbijanje. Za zbijanje uvaljanog betona mogu se koristiti jednostruki i tandem vibro-valjci, kao i valjci na pneumaticima, nakon primjene vibro-valjaka. Nakon završetka zbijanja, uvaljani beton treba, kao i klasični beton, u prvim danima zaštititi od isušivanja, visokih i niskih temperatura.

Ključne riječi: uvaljani beton, građenje brana

THE TECHNOLOGY OF THE RCC DAMS CONSTRUCTION

Summary

In this paper a short review of the technology of the roller compacted concrete (RCC), as a new concept of mixing, transport, placing and compacting of a concrete with zero slump, is presented. Because of great speed of placing, batch plants have to ensure enough production capacity of RCC same quality. Transport of RCC by concrete delivery conveyor systems, dump trucks or by some other method requires detail planning and attention, according available equipment for spreading and compacting. Essential characteristics of this technology is constructing in horizontal layers, from one downstream to upstream side. In Japan because of segregation preventing, after spreading in 3 to 5 layers, RCC is thoroughly compacted into lift of 70 or 100 cm in height. On the other side, in USA the most frequent height is 30 cm. However, there is a trend of using of the biggest possible height according to equipment for spreading and compacting. For compacting of RCC are using single-drum and double-drum vibratory rollers, or pneumatic rollers after using of vibratory rollers. After finishing of compacting, in first days RCC have to be protected from water loosing, high and low temperatures, as well as conventional concrete.

Key words: RCC (Roller Compacted Concrete), Dam Construction

1. O UVALJANOM BETONU

U proteklih četvrt stoljeća, od nastanka ideje o građenju brana od uvaljanog betona i probnih građevina 1970-tih godina, preko prvih brana početkom 1980-tih i uspješno završenih velikih brana krajem 1980-tih godina, do razmatranja, a zatim i građenja brana visine od blizu 200 m sredinom 1990-tih godina, uvaljani beton (UB) je prešao put od ideje do opće prihvaćenog metoda građenja brana. Organizirane su brojne konferencije i simpoziji o uvaljanom betonu; pored toga, uvaljani beton je bio značajna tema na nekoliko posljednjih kongresa ICOLD-a (Međunarodnog komiteta za visoke brane).

Prema ACI (Američki institut za beton) Komitetu 207 (Komitet za masivni beton), "uvaljani beton predstavlja novi koncept transporta, ugradbe i zbijanja betona sa slijeganjem nula u svježem stanju korištenjem opreme za zemljane i kamene nasipe". To je suhi betonski materijal koji se konsolidira vanjskim vibriranjem, korištenjem vibro-valjaka. Od klasičnog betona se razlikuje po konzistenciji; za efikasno zbijanje uvaljani beton mora biti dovoljno suh da nosi težinu vibro-opreme, ali i dovoljno vlažan da dopusti odgovarajuću distribuciju veziva kroz masu u procesu miješanja i vibriranja. Od

granuliranog tla stabiliziranog cementom, uvaljani beton se prvenstveno razlikuje po tome što sadrži krupni agregat i razvija svojstva slična klasično ugrađenom betonu.

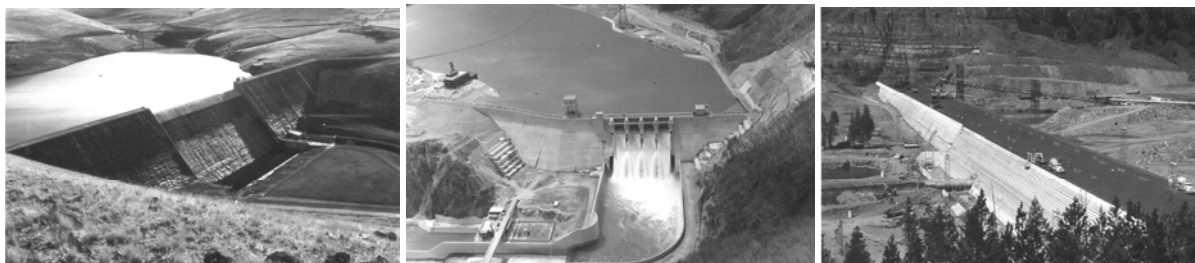
Materijali korišteni ili razmatrani za korištenje u branama od uvaljanog betona su različiti. Da bi se prednosti ili nedostaci različitih pristupa mogli procijeniti, vršene su različite klasifikacije, uz napomenu da postoje izvjesna preklapanja.

Na 16. ICOLD-ovom kongresu (1988) Dunstan je predložio 3 različita koncepta brana od uvaljanog betona:

* *Brane od mršavog uvaljanog betona*, sa sadržajem veziva od 60 do 120 kg/m³ (PC i pucolan), od čega može biti pucolana do 40% (obično leteći pepeo s niskim sadržajem vapna). Beton se ugrađuje u slojevima debljine 25 do 40 cm. Neke od ovih brana su sadržavale agregate s visokim udjelom sitnih čestica. Primjeri su brane *Willow Creek* i *Grindstone Canyon* (SAD). Brane od mršavog uvaljanog betona koriste uzvodnu vodonepropusnu membranu za zaštitu mršavog uvaljanog betona u unutrašnjosti. Ova membrana može biti pervibrirana betonska obloga (do 50 cm debela), ugrađena istovremeno kada i unutarnji beton i oblikovana klasičnom oplatom, ili prefabricirani betonski paneli, s ili bez PVC-membrane. Međuslojevi od betona s većim sadržajem veziva se ugrađuju između etaža, iza uzvodne membrane, radi poboljšanja njihove veze i smanjenja procjeđivanja između slojeva uvaljanog betona, jer nije problematična vodopropusnost samog uvaljanog betona, već njegovih spojnica;

* *Rolled Concrete Dam (RCD) metod*, razvijen u Japanu, se dosta razlikuje od ostalih. Beton se ugrađuje u 3-4 sloja i zbija u debelim etažama (70-100 cm). Zbog velike debljine etaža za zbijanje, postoji obično vremenski interval od najmanje tri dana do ugradbe nove horizontalne etaže. Zbog toga se bez obrade površina etaža ne može ostvariti njihova dobra veza, pa se prije ugradbe naredne etaže na horizontalnoj spojnici razastire sloj morta. Spojnice se režu od uzvodne ka nizvodnoj strani brane. Unutarnji uvaljani beton je zaštićen slojem klasičnog betona, debljine 2-3 m, uz opsežan sustav brtvi i drenaža na svakoj spojnici. Sadržaj veziva po m³ je od 120 do 130 kg, od čega je 20-35 % lebdećeg pepela. Tipični primjeri su brane *Shimajigawa* i *Tamagawa*. To je modifikacija metoda građenja brane *Alpe Gera* (Italija), izgrađene početkom 60-ih godina. Završena brana je vrlo slična gravitacijskoj brani od klasičnog betona s odvojenim blokovima, iako su ovi naknadno formirani rezanjem spojnica. Metod je nešto brži nego kod brane od klasičnog betona (cca. 10-15 %), uz veće učešće radne snage;

* *Brane od uvaljanog betona s visokim sadržajem paste* (preko 20 % volumena uvaljanog betona), odnosno s visokim sadržajem veziva (preko 150 kg/m³, od čega je udio pucolana 70-80 %). Karakterističan je vrlo nizak sadržaj zračnih šupljina i dobra veza između slojeva, bez obrade površine etaža. Središnji dio brane od uvaljanog betona se smatra vodonepropusnom barijerom, a vanjska obloga je otporan omotač koji zaštićuje i izolira unutarnji beton. Stoga uvaljani beton mora biti projektiran da veže sloj sa slojem i da ima *in situ* vodonepropusnost ekvivalentnu onoj kod gravitacijske brane od klasičnog betona. Beton se ugrađuje u tankim slojevima (obično 30 cm). Tipičan primjer ovakve brane je brana *Upper Stillwater* (SAD).



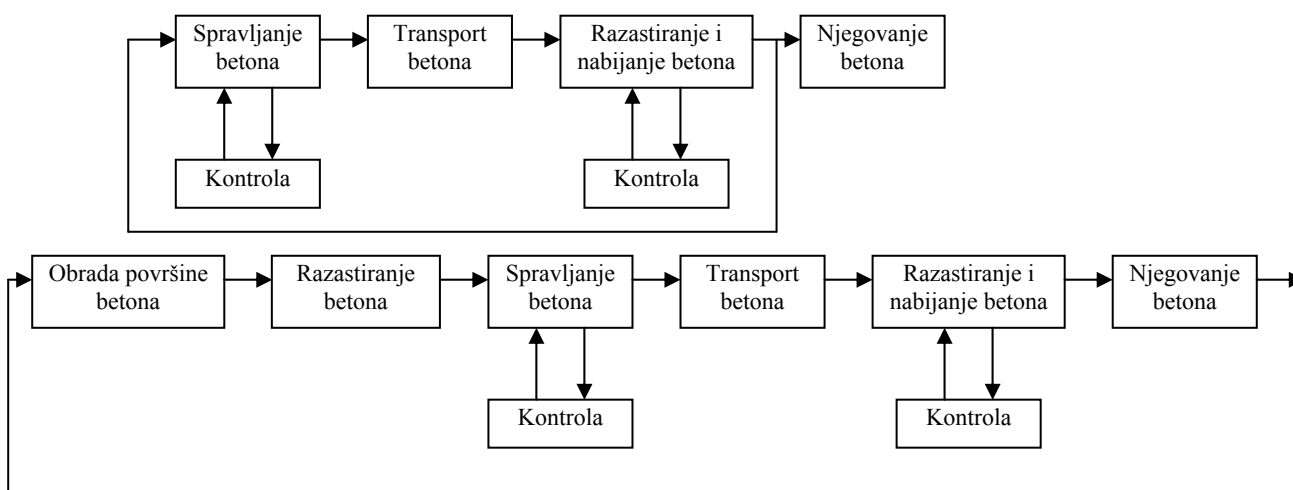
Slika 1. Predstavnici 3 koncepta UB brana:
lijevo - brana *Willow Creek*, SAD - prva brana izgrađena u potpunosti od UB (1982),
u sredini – RCD brana *Shimajigawa*, Japan – prva brana od UB (1980) i
desno - brana *Upper Stillwater*, SAD

Realizacija projekta brane od uvaljanog betona zahtijeva dobar plan koji će, osim aktivnosti izvođenja, precizno tretirati područje inženjeringa, opremu gradilišta postrojenjima i dopremu materijala. Organizacija radne snage, funkcioniranje mehaničke opreme i strojeva, kao i proizvodnja materijala na

gradilištu kritični su parametri ugradbe uvaljanog betona. Tijek ovih operacija je jako brz i sve mora biti na pravom mjestu u pravo vrijeme da bi se postigle pune prednosti tehnologije uvaljanog betona. Kod građenja betonskih konstrukcija postoji čitav lanac aktivnosti. Prekidom neke od njih kod konstrukcija od klasičnog betona obično postoji vrijeme da se stvari dovedu na pravo mjesto, ali u kontinuiranim operacijama kod konstrukcija od uvaljanog betona vremenska rezerva praktično ne postoji, pa pucanje jedne karike znači prekid građenja.

Određivanje lokacije za betonaru sa dovoljno mjesta za deponiju agregata i silose za cement i pucolan je od izuzetne važnosti. Dinamika ugradbe i raspoloživi prostor će odrediti potrebne veličine deponije i kapacitete silosa, ali u pravilu treba misliti na mogućnost proširenja ovih elemenata koji mogu proizaći iz stvarnih potreba građenja.

Na Sl. 2. vidljive su razlike u procesima izvođenja radova, sa i bez prekida ugradbe uvaljanog betona.



Slika 2. Kontinuirani (gore) i diskontinuirani (dolje) dijagram toka izvođenja radova u tehnologiji UB

2. MIJEŠANJE UVALJANOG BETONA

Zbog velike brzine ugradbe karakteristične za tehnologiju uvaljanog betona, mješalice trebaju osigurati dovoljan kapacitet proizvodnje uvaljanog betona, uz odgovarajuće miješanje komponenti radi dobivanja mješavine ujednačene kvalitete.

Prema Serafimu korištena su različita postrojenja za doziranje i miješanje: klasična od 2 ili 3 m³ (Kina), preturna (Italija), kontinuirana (Francuska) i mješalice sa sustavom lopatica (Španjolska), odnosno, općenito, nekontinuirane (ciklične) i kontinuirane (protočne) mješalice.

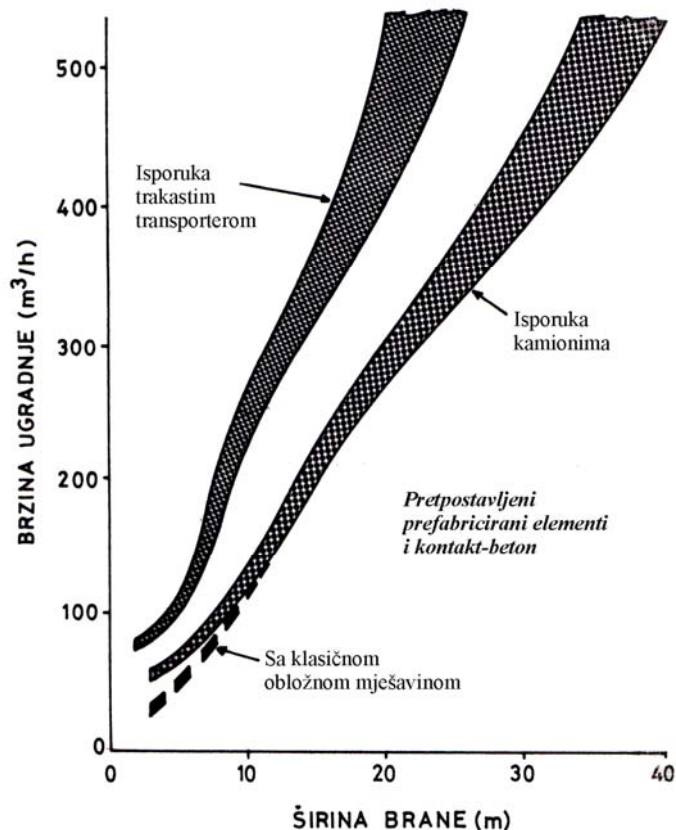
Ciklične mješalice trebaju biti većeg kapaciteta od mješalica za klasični beton, otpornije i pogodnije za održavanje. Vezivo i voda se doziraju ovisno o volumenu mješalice i količini agregata. Obično se počinje s vlažnijim mješavinama radi adekvatnije veze na spojnica, uz postupno smanjenje predviđene vlažnosti do postizanja željene konzistencije. Poteškoće sa zbijanjem vlažnijih mješavina mogu biti reducirane ili eliminirane razastiranjem u tanjem sloju, kada je to neophodno.

Kontinuirane mješalice imaju, zbog eliminiranja vremena doziranja, veći izlazni kapacitet u odnosu na ciklične. Količine veziva i vode su definirane na osnovu količine protoka agregata. Kapacitet od 200 do 500 m³/h zadovoljio bi rang brana srednje veličine. Postrojenja ovog tipa su opremljena s automatskim mjeracima vlažnosti agregata i automatskom korekcijom količine vode za spravljanje uvaljanog betona. Kontinuirane mješalice su pogodnije kod primjene sustava transportnih traka za dotur agregata i za transport uvaljanog betona do mjesta ugradbe.

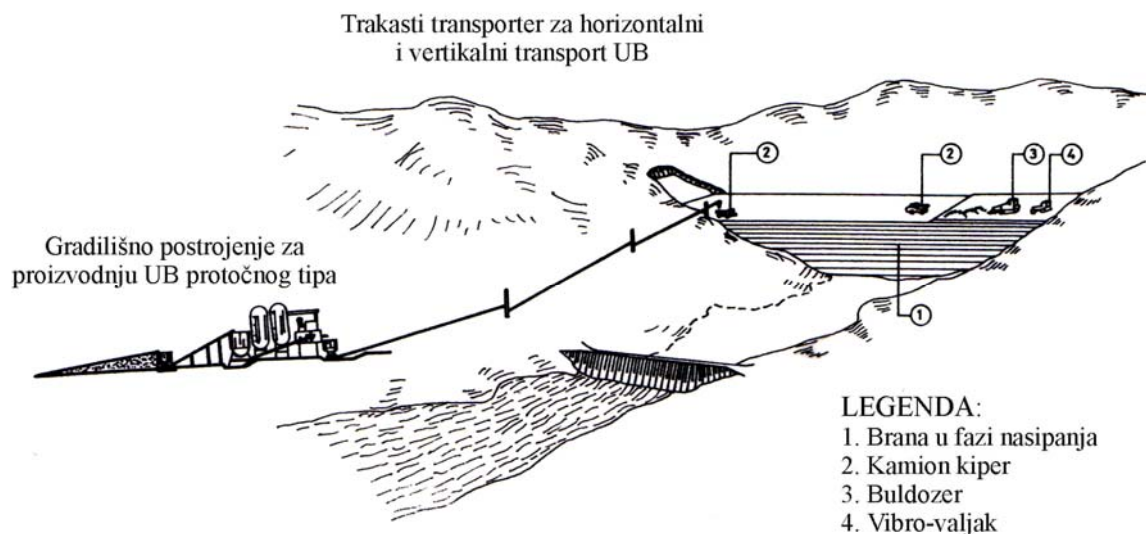
3. TRANSPORT UVALJANOG BETONA

Transport uvaljanog betona od postrojenja za spravljanje do mjesta ugradbe trakastim transporterima, vozilima ili nekim drugim metodom zahtijeva detaljno planiranje i pažnju. Metod i kapacitet transporta trebaju biti izbalansirani sa opremom za razastiranje i zbijanje uvaljanog betona.

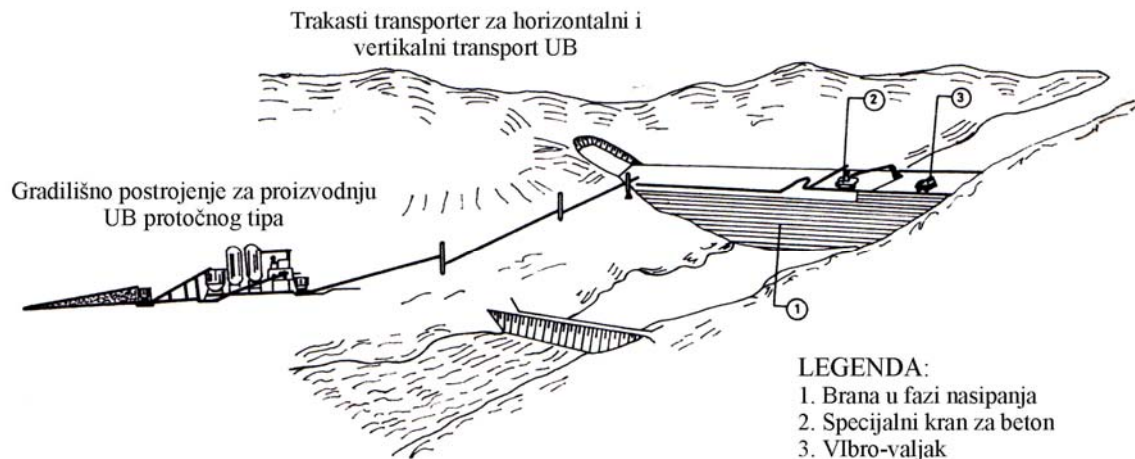
Najpovoljniji oblik transporta je *trakastim transporterom (transportnim trakama)* lociranim najčešće na uzvodnoj strani brane. Njime se mogu bitno povećati brzine ugradbe i reducirati druga potrebna oprema, uz smanjen utrošak radne snage. Na Sl. 3. dato je poređenje očekivane prosječne produktivnosti za smanjenje širine brane.



Slika 3. Utjecaj širine brane na brzinu ugradbe UB



Slika 4. Transport UB transporterom i kamionima, razastiranje buldozerom i zbijanje vibro-valjkom

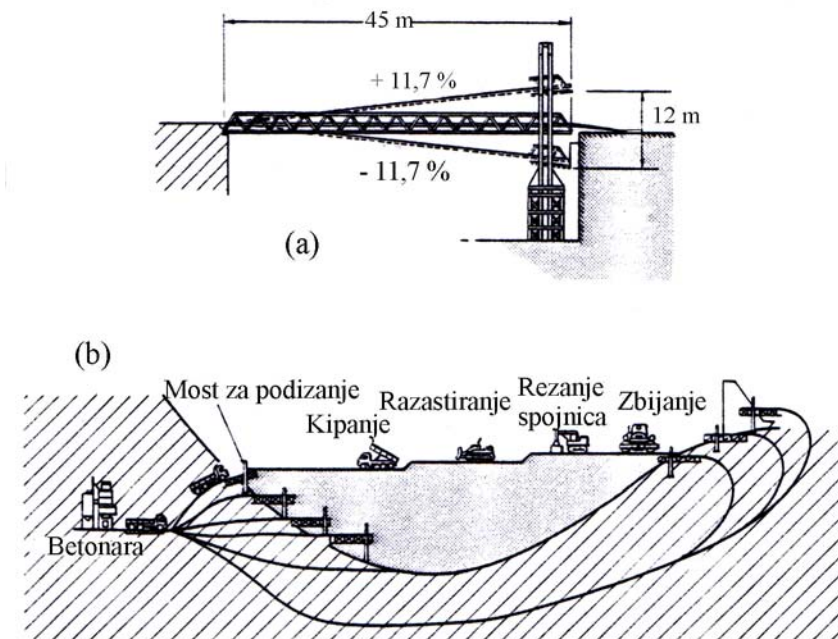


Slika 5. Transport UB trakastim transporterom i pokretnim kranom, uz zbijanje vibro-valjkom

Bez transportnih traka produktivnost se značajno smanjuje u uskim presjecima na vrhu brane. Poželjna je natkrivenost traka na duljim dijelovima ili na čitavoj duljini radi zaštite uvaljanog betona od kiše, ali i od isušivanja. Vrijeme izloženosti betona treba biti što kraće (5-10 minuta).

Primjenom traka eliminirano je građenje pristupnih putova i rampi, što je važno pogotovo za strme i nepristupačne pregradne profile. Problemi se javljaju pri čestom podizanju traka zbog vrlo velike brzine podizanja konstrukcije. Ako nije riječ o velikim duljinama traka, troškovi transporta mogu biti značajno smanjeni. Jedna od bitnih prednosti je, za razliku od primjene transportnih vozila, i eliminiranje onečišćenja površina etaža u fazi nasipanja. Transportne trake su korištene na branama *Middle Fork*, *Elk Creek* i *Upper Stillwater* (SAD).

Drugi vid transporta obavlja se vozilima. Ona zahtijevaju građenje asfaltiranih prometnica i pristupnih rampi do mjesta ugradbe, mogućnost korištenja građevnih materijala, lokaciju postrojenja, okolinske i druge uvjete. Dionica puta prije radne etaže treba biti pokrivena krupnim šljunkom radi čišćenja kotača vozila i sprječavanja onečišćenja površine etaže. U istu svrhu može se koristiti i ispiranje kotača mlazom vode. Problem onečišćenja je izraženiji ako su pristupne prometnice i rampe sa uzvodne strane.



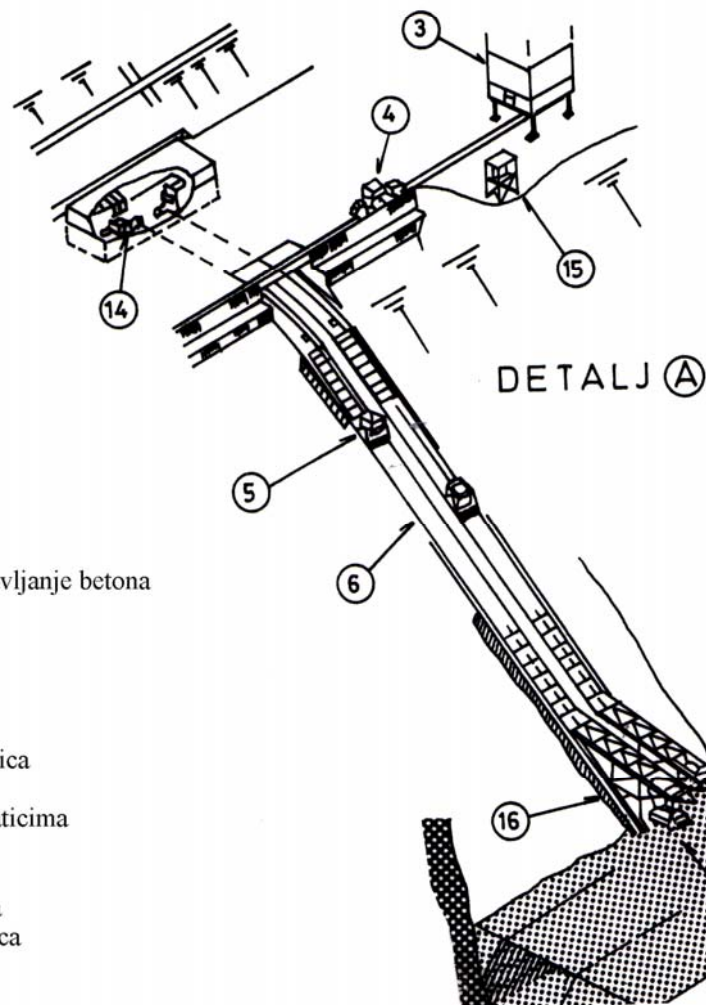
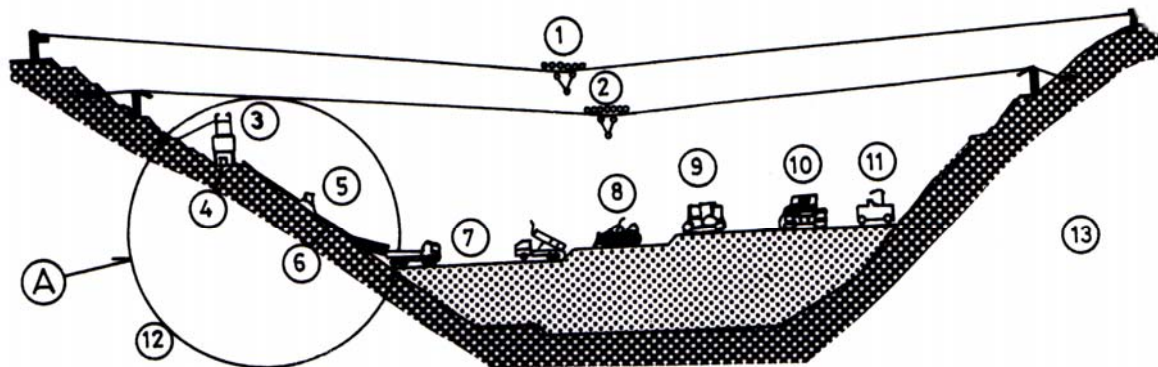
Slika 6. Transport UB damperima na brani *Ryumon*, Japan, volumena 844.000 m^3 , završena 1992.

- (a) jedan od dva pristupna mosta – vidi se promjena visine koja je moguća
(b) shematski prikaz korištenje mostova za RCD ugradbu UB

Transport kabl-kranovima je korišten na građenju brana od uvaljanog betona u Japanu: *Shimajigawa*, *Ohkawa* i *Tamagawa*.

Na Sl. 4. prikazan je transport uvaljanog betona trakama do mjesta utovara u dampere, koji ga istovaraju u gomile, koje se razastiru buldozerima i vibriraju vibro-valjcima.

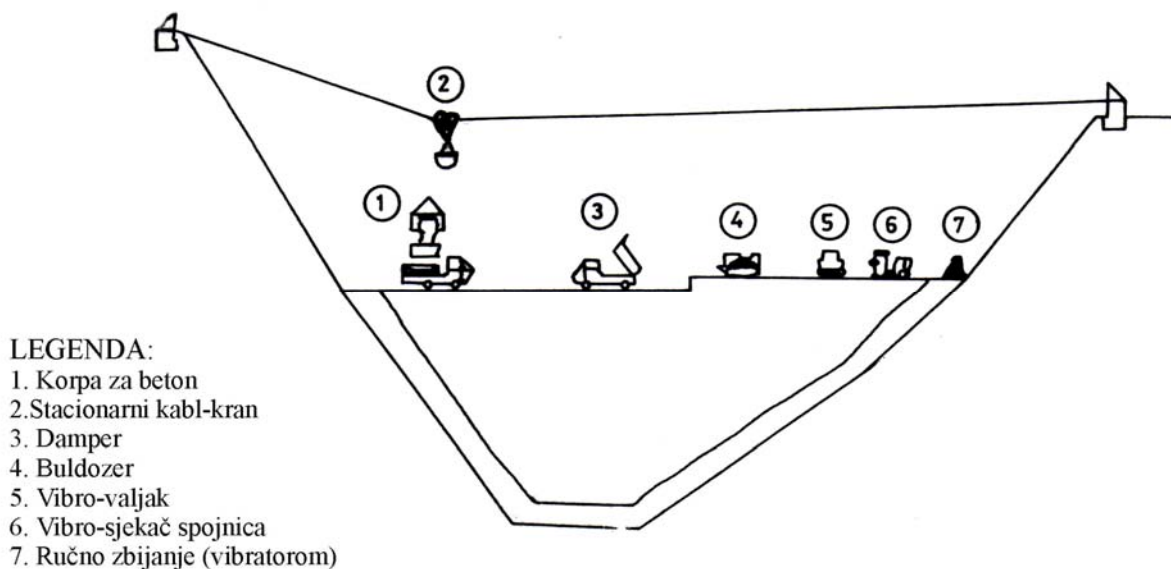
Na Sl. 5. uvaljani beton se specijalnim pokretnim kranom isporučuje *in situ* u slojeve, tj. metod ne zahtijeva buldozere za razastiranje. Uvaljani beton ugrađen na ovaj način zbija se također vibro-valjcima.



LEGENDA:

1. Kabl-kran 9,5 t
2. Kabl-kran 29 t
3. Postrojenje za spravljanje betona
4. Vagonet
5. Vagonet
6. Koso dizalo
7. Damper
8. Buldozer
9. Vibro-sjekač spojnica
10. Vibro-valjak
11. Valjak na pneumaticima
12. **Desna obala**
13. **Lijeva obala**
14. Postrojenje dizala
15. Operatorova kućica
16. Pretovarni koš

Slika 7. Shema transporta UB kabl-kranovima i kosim dizalom (žičarom) na brani *Tamagawa*, Japan

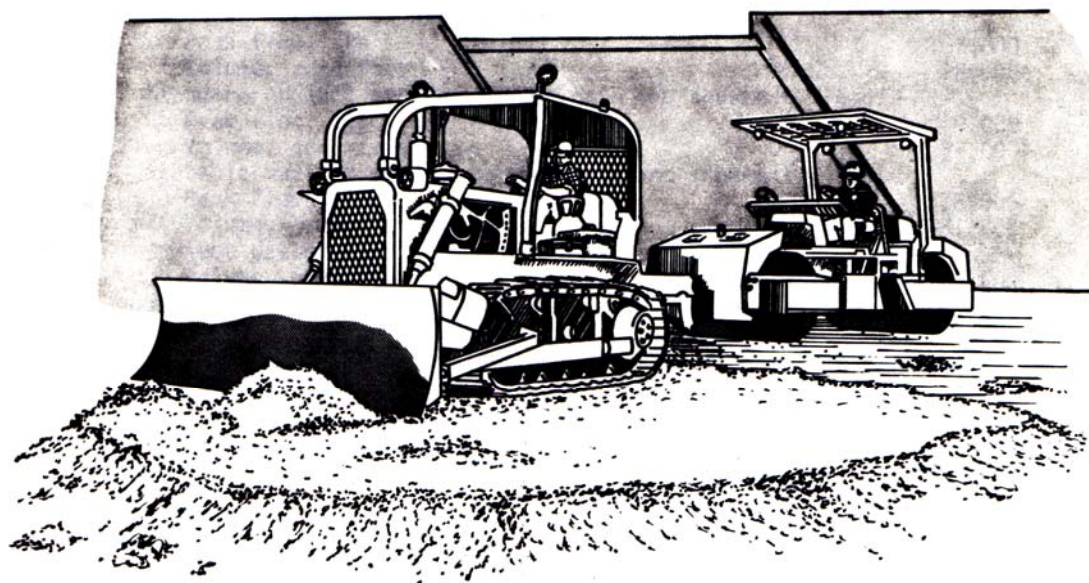


Slika 8. Shema transporta UB kabl-kranom na brani *Shimajigawa*, Japan

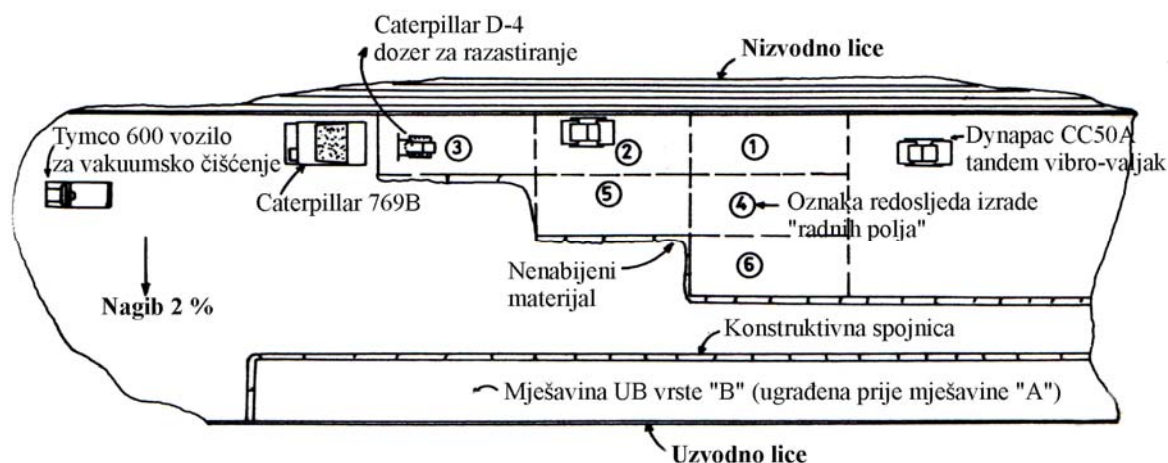
4. UGRADBA UVALJANOG BETONA

Bitna karakteristika tehnologije uvaljanog betona je građenje u horizontalnim etažama, od jedne do druge obale od nizvodne ka uzvodnoj strani. U Japanu se radi sprječavanja segregacije uvaljani beton razastire u 3 do 5 slojeva, tako da debljina etaže za zbijanje iznosi 50 do 75 cm, a zadnju dekadu i do 100 cm. S druge strane, najčešća debljina zbijene etaže u SAD je 30 cm (1' ili 12"). Međutim, postoji tendencija primjene najdeblje moguće etaže prema opremi za razastiranje i zbijanje pošto deblje etaže znače i manji broj horizontalnih spojnica, odnosno manje potencijalnih putova procjeđivanja.

Razvoženje izmiješanog uvaljanog betona po radnoj površini može se organizirati *damperima*, kapaciteta od 10 do 16 m³. Ako je riječ o velikoj duljini radne površine, potrebno je izgraditi više istresališta na krajevima transportnih traka, tako da se razvoženje betona vrši od tih točaka do mjesta gdje se vrši *razastiranje*. Ono se obično vrši buldozerima, a kao pogodna oprema za brzo i dovoljno točno razastiranje nenabijenog uvaljanog betona pokazao se *dozer* (npr. Caterpillar D-4). S druge strane, za razastiranje u uskoj zoni do vanjskog ruba neoblikovanog nizvodnog lica koristi se *grejder*.



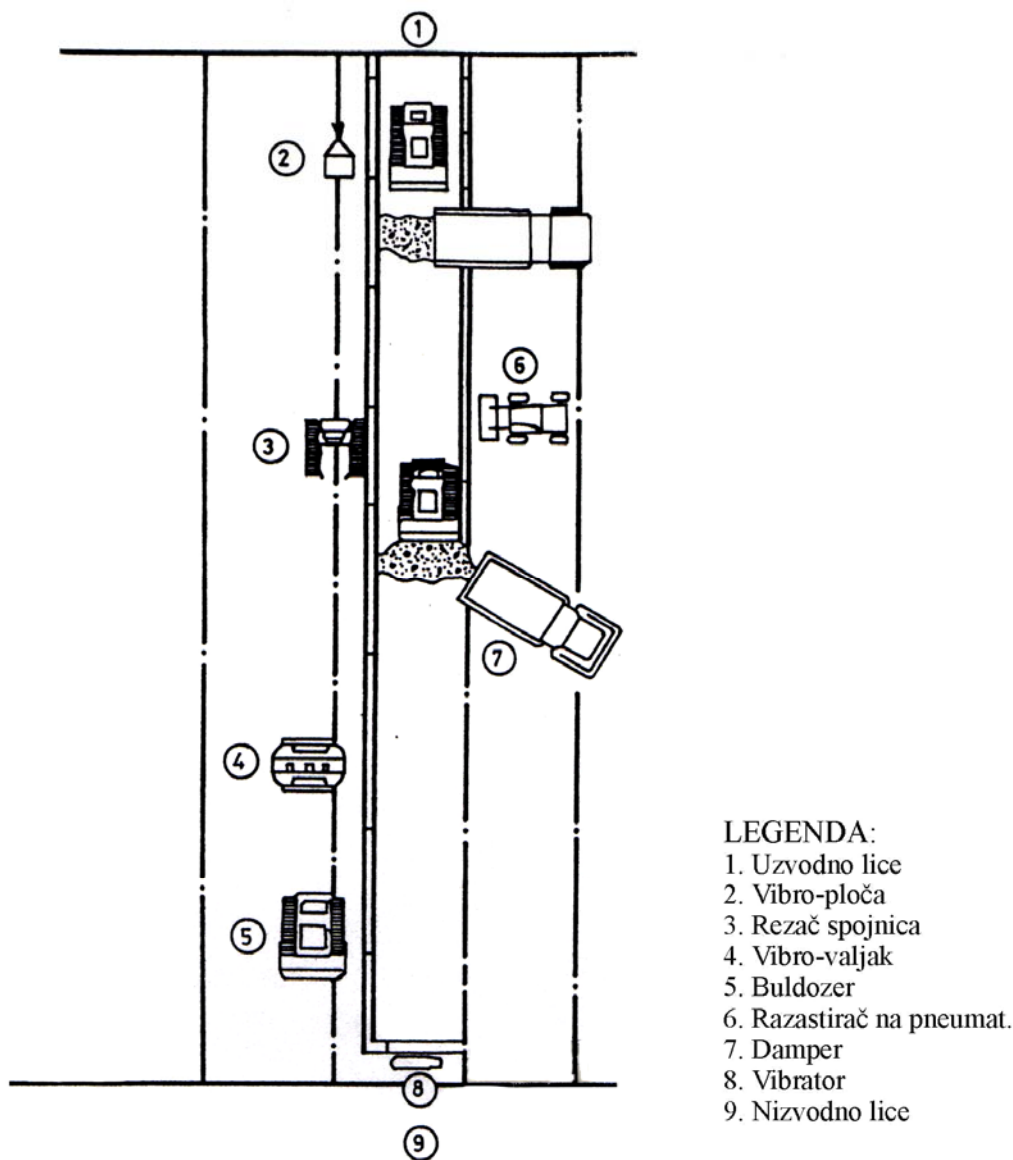
Slika 9. Razastiranje i zbijanje UB



Slika 10. i 11. Ugradba UB na brani *Upper Stillwater*, SAD

Za zbijanje uvaljanog betona mogu se koristiti *jednostruki i tandem vibro-valjci* od 10 do 30 tona, kao i valjci na pneumaticima, nakon primjene vibro-valjaka (brana Tamagawa, Japan). Općenito, bilo kakav vibro-valjak koji se uspješno koristi za zbijanje kamene ispune zbit će i uvaljani beton. Osnovni parametri pri izboru valjka su sposobnost manevriranja, sila kompaktiranja, veličina valjka, frekvencija i amplituda vibriranja, brzina valjka i zahtijevano održavanje.

Minimalni broj prijelaza za postizanje zahtijevane zbijenosti uvaljanog betona, za određeni vibro-valjak, ovisi o mješavini uvaljanog betona i debljini etaže. Nove tendencije idu k povećanju debljine etaža, uz korištenje većih vibro-valjaka, koji su efikasniji. Međutim, posebnu pažnju u praksi treba posvetiti činjenici da je beton u prethodnoj etaži već počeo vezanje i da treba izbjeći bilo kakav nepovoljan utjecaj. Stoga se često zahtijeva početni prijelaz bez vibracija. U Japanu se zbijanje vrši u sloju debljine od 50 do 100 cm, sa 6 do 15 prijelaza. Npr. na brani Tamagawa zbijanje etaže od 75 cm je vršeno sa 12 prijelaza valjkom Bomag BW-200 od 7 tona (2600 c/min), uz završno zbijanje sa 6 prijelaza valjka na pneumaticima od 26 tona. Prema rezultatima istraživanja efekat zbijanja vibro-valjka je evidentan do dubine 50 do 70 cm ispod površine zbijanja.



Slika 12. Faze ugradbe UB na brani *Ohkawa*, Japan

Pri razastiranju buldozerom gustoća uvaljanog betona se povećava sa 2000 na 2350 kg/m³. Iako je povećanje gustoće veliko, čvrstoća je još uvijek mala. Pri vibriranju vibro-valjkom volumna masa se povećava sa 2350 na 2450 kg/m³. Dakle, povećanje gustoće je malo. Međutim, tlačna čvrstoća se znatno povećava pri djelovanju vibro-valjka. Stoga se u okviru kontrole treba ispitati gustoća uvaljanog betona poslije razastiranja i poslije zbijanja, debljina sloja i slijeganje površine tijekom zbijanja.

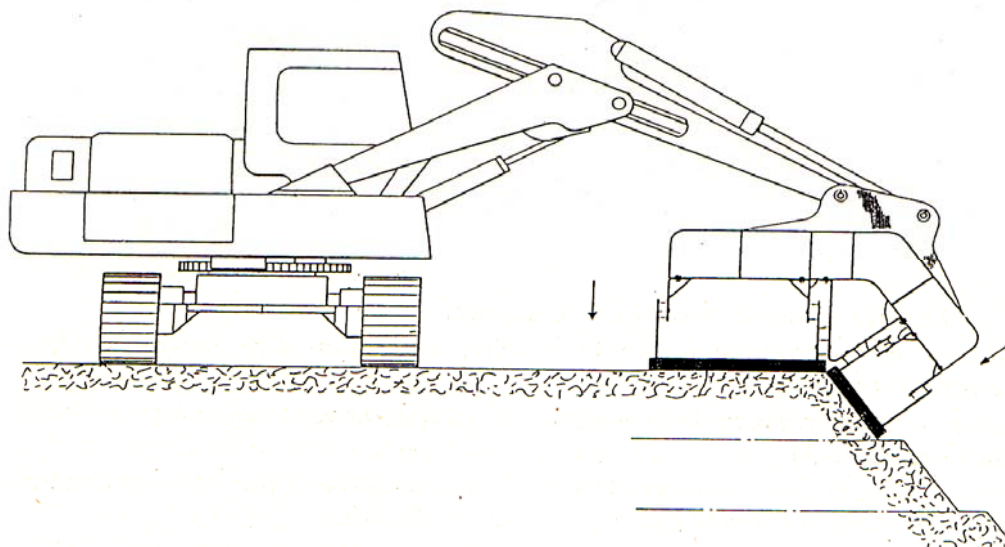
Etaže razastrte najčešće u jednom sloju konstantne debljine (obično od 25 do 30 cm), ili, ponekad u dva sloja debljine 50 do 60 cm, zbijaju se sa 3 do 6 prijelaza tandem vibro-valjkom. Broj prijelaza mora biti dovoljan za ispunjenje šupljina u agregatu, odnosno za pojavu morta na površini etaže.

Zbijanje uvaljanog betona treba obaviti što prije nakon razastiranja, pogotovo ljeti. Zbijanje treba izvršiti najkasnije 10 minuta poslije razastiranja, odnosno 40 minuta nakon početka miješanja. Ova vremena se mogu povećati dodatkom retardera.

U primjeni valjka na pneumaticima dobivene gustoće betona su slične kao sa vibro-valjkom, ali je problematična veza na kontaktu slojeva.

Valjci teži od 4 do 5 tona obično ne mogu raditi uz vertikalnu oplatu ili prepreku na udaljenosti manjoj od cca. 20 cm, pa se koristi manja *ručna vibro-oprema* ili tanje etaže. Za nizvodne obloge brane nagiba 1:0,75 (potrebnog za stabilnost) koristi se mehanički zbijlač nagiba (Sl. 13) koji omogućava dobivanje

neznatno hrapave, ali ravne površine, bez oplata, koja se razlikuje samo za nekoliko centimetara od teorijske površine. Zbijanje se vrši sloj po sloj. Stroj ima 2 neovisne vibro-ploče, od kojih jedna ostaje na gornjoj površini, a druga se podešava prema nagibu lica. Frekvencija vibracija svake ploče se može odabrati da odgovara materijalu koji se zbija. Cijena izrade obloge kompaktorom je, prema Bouygeu, oko 80% manja nego pri korištenju klasične oplata.



Slika 13. Kompaktor za izradu nizvodnog nagiba, s detaljom (brana *Les Olivetes*, Francuska)

5. NJEGA UVALJANOG BETONA

Nakon završetka zbijanja, uvaljani beton treba, kao i klasični beton, u prvim danima zaštititi od isušivanja, visokih i niskih temperatura. Tijekom ugradbe može se tolerirati kratka, lagana kišica ili sumaglica. Ugradba se prekida kada oprema počinje razgazivati blato po uvaljanom betonu, kada se zbijeni uvaljani beton oštećuje usljed pojave vlage na površini, ili kada se materijal počne hvatati na dobošu valjka. Kada se za transport koriste transportne trake, sa malo ili bez transporta vozilima, ugradba se može nastaviti i po nešto vlažnijem vremenu, uz nezatno smanjenje sadržaja vode u mješavini. Zbijeni uvaljani beton je vodonepropusan i neće biti oštećen, izuzev po jakom pljusku, ako nema prometa vozila. Nakon što se površina prirodno isuši do površinski suhog vodozasićenog stanja, građenje se može nastaviti. Tijekom građenja, zbijene etaže uvaljanog betona trebaju biti održavane u vlažnom stanju, ali bez lokvi vode. Gdje je promet mali ili ga nema, površina može biti prekrivena plastikom radi sprječavanja gubitka vlažnosti. Na prometnijim lokalitetima zahtijevane su cisterne s vodom (u trajanju 7 dana) opremljene rasprašivačima vlage, koji ne ispiraju, niti erodiraju površinu betona, kao i crijevima za dostizanje mjesta nepristupačnih za cisterne.

6. LITERATURA

1. *Roller Compacted Concrete*, Reported by ACI Committee 207, ACI Materials Journal, Detroit, Vol. 78, No. 4, VII-VIII. 1980.
2. *Roller Compacted Mass Concrete*, Reported by ACI Committee 207, ACI Materials Journal, Detroit, Vol. 85, No. 5, IX-X. 1988.
3. Dunstan, M.R.H.: *Whither Roller Compacted Concrete for Dam Construction*, Proceedings of the ASCE Conference on RCC, San Diego, II-III 1988., published by the ASCE, New York, 1988.
4. Dunstan, M.R.H.: *Design And Construction Considerations for Roller-Compacted Concrete Dams*, Transactions of the 16th ICOLD Congress, San Francisco, VI 1988, published by the ICOLD, Paris, Vol. 3, Q. 62-R. 25, 1988.
5. Serafim, J.L.: *New Developments in the Construction of Concrete Dams (General Report Q. 62)*, Transactions of the 16th ICOLD Congress, San Francisco, VI 1988, published by the ICOLD, Paris, Vol. 3, GR. Q. 62, 1988.

6. Caccialanza,L., Morelli,S., Babbini,M., Marcello,A.: *Economic Assessments and new Plant Developments in Construction Methods of Concrete Gravity Dams*, Transactions of the 16th ICOLD Congress, San Francisco, VI 1988, published by the ICOLD, Paris, Vol.3, Q.62 R. 16,1988.
7. Yamauchi,T., Harada,J., Okada,T., Shimada,S.: *Construction of Tamagawa Dam by R.C.D Method*, Transactions of the 15th ICOLD Congress, Laussane, VI 1985, published by the ICOLD, Paris, Vol. 2, Q. 57-R. 6, 1985.
8. Hirose,T.: *Experience in the Use of Rolled Concrete*, International Water Power & Dam Construction, London, Vol. 35, No. 3, III. 1983.
9. McTavish,R.F.:*Construction of Upper Stillwater Dam*, Proceedings of the ASCE Conference on RCC, San Diego, II-III. 1988., published by the ASCE, New York, 1988.
10. Bouyge,B.: *An economical Process for Constructing Roller Compacted Concrete Embankments (Contribution to Q. 62)*, Transactions of the 16th ICOLD Congress, San Francisco, VI. 1988, published by the ICOLD, Paris, Vol. 5, Q. 62-17, 1988.
11. Šaravanja,K., Dasović,D. i dr.: *Studija o uvaljanom betonu, literaturni pregled, Knjiga 1*, RO Hidroelektrane na Neretvi, Jablanica, OOUR Institut za studijsko-razvojne poslove, Mostar, V. 1989.
12. Rogić,V., Matković,B., Dimic,D., Selimović,M., Šaravanja,K., Dasović,D. i Zebić,S.: *Svojstva hidrauličnih veziva od elektrofilterskih pepela TE Gacko i razmatranje moguće upotrebe u uvaljanom betonu*, Saopćenja s 14. kongresa JDVB, Struga, X.. 1989, Knjiga 1, 1989.
13. Selimović,M., Šaravanja,K., Rogić,V., Dasović,D. i Zebić,S.: *Pristup istraživanju i primjeni uvaljanog betona za brane*, Saopćenja s 14. kongresa JDVB, Struga, X. 1989, Knjiga 1, 1989.
14. Rogić,V., Matković,B., Dimic,D., Selimović,M., Šaravanja,K., Dasović,D. i Zebić,S.: *Svojstva hidrauličnih veziva od elektrofilterskog pepela TE Gacko i razmatranje moguće upotrebe u uvaljanom betonu*, I. Kongres Društva građevinskih konstruktera BiH, Sarajevo, XI. 1989.
15. Šaravanja,K. i Dasović,D.: *Tehnologija uvaljanog betona za izgradnju brana i kolovoza s osvrtom na branu HE Glavatičevo na r. Neretvi*, Zbornik radova znanstveno-stručnog skupa «Pravci razvoja HZ H-B», Sveučilište u Mostaru, Neum, IV. 1993. (reprint: Građevni godišnjak '96 DGITHB)
16. Šaravanja,K.: *Primjena uvaljanog betona za građenje kolnika*, Zbornik radova 1. Hrvatskog kongresa o cestama Opatija, Knjiga 2, Hrvatsko društvo za ceste "Via - Vita", Zagreb, X. 1995. (reprint: Građevni godišnjak '96 DGITHB)
17. Šaravanja,K.: *"Uvaljani beton s posebnim osvrtom na mogućnosti korištenja elektrofilterskih pepela"* (magistarski rad), Sveučilište u Zagrebu, 1995.
18. Šaravanja,K.: *Uvaljani beton za građenje brana*, Časopis Hrvatskog društva građevinskih inženjera «Građevinar» Zagreb, Vol. 48, No. 2, II. 1996.

7. KRATICE

- ACI – American Concrete Institute, Detroit, USA
- ASCE – American Society for Civil Engineers, New York, USA
- DGITHB – Društvo građevinskih inženjera i tehničara Herceg-Bosne, Mostar
- ICOLD – International Commission on Large Dams, Paris, France
- JDVB – (ex)Jugoslavensko društvo za visoke brane
- RCC – Roller Compacted Concrete
- RCD – Rolled Concrete Dam
- SAD – Sjedinjene američke države
- UB – uvaljani beton
- USA – United States of America
- USACE – U.S. Army Corps of Engineers, Walla Walla, USA