

SELVKOMPRIMERENDE BETONG: Revolusjoneres betongarbeidene?



Norsk Fabrikkbetongforening

Kronprinsens g 17, Pb. 2312 Solli, 0201 Oslo

Telefon: 22 94 76 48 – Fax: 22 94 75 02

www.fabeko.no

Revolusjoneres betongarbeidene?

Vibreringsfri betong og monteringsrammer for armering kan komme til å revolusjonere betongutførelsen de kommende år. Resultatene fra feltforsøk gjort av Statens vegvesen i 1999 for disse to produktene er oppløftende. Ser en produktene i sammenheng, kan en øyne konturene til en ny produksjonsteknikk som gir sikrere arbeidsmiljø og har kvalitetsmessige og økonomiske fordeler.

Hard konkurranse, høy risiko, press på framdrift og kostnader er rammebetingelser som er dypt innarbeidet i bygg- og anleggsbransjen. Dette presset har også vært hoveddrivkraften bak utviklingen av mer rasjonelle bygge- og arbeidsmetoder.

Alle sektorer innen byggebransjen har ikke blitt utviklet like raskt. Det er for eksempel ikke til å komme forbi at betongarbeid fortsatt er tungt og fysisk krevende. Til tross for bruk av kraner, betongpumper og andre hjelpemidler utføres fortsatt en god del av arbeidet håndverksmessig. Armeringsarbeid innen tyngre betongkonstruksjoner utføres fortsatt med omtrent samme arbeidsteknikk som for flere tiår siden. I første rekke er det forskalingsarbeidene hittil har lyktes med å rasjonalisere.

I de seinere år er bransjen

pålagt en rekke nye krav innen bl.a. miljø, energisparing, avfallshåndtering og gjenbruk. Dessuten skal bransjen dokumentere sin virksomhet, ikke minst kvalitet, på en langt bedre måte enn tidligere. Sist men ikke minst har bransjen heldigvis blitt pålagt å rette betydelig større oppmerksomhet mot arbeidsmiljø, helsemessige forhold og ulykkesrisiko. Byggebransjen må dessverre innrømme å være blant «verstingene» når det gjelder yrkesskader og arbeidsulykker, noe som ikke kan tillates å fortsette.

Mange bedrifter arbeider iherdig og seriøst for å bedre sykefraværs- og ulykkesstatistikken. I tillegg til dette arbeidet er og vil det være en utfordring i bransjen å finne fram til arbeidsmetoder og driftsopplegg som kan gjøre noe vesentlig med grunnlaget for slitasje- og ulykkeskadene.

Med hensyn til rekruttering til bransjen er det ikke minst viktig å få gjort noe med bransjens «tøffe» renommé.

Kan en gjøre arbeidet mer attraktivt og mindre risikobeton, vil det kunne bli enklere å beholde de som søker seg til bransjen.

Sverige har i motsetning til Norge i årevis vært opptatt av støyen fra betongvibratorene. En har også vært opptatt av slitasjeskader på betongarbeiderne som har håndtert vibratorene. En vesentlig årsak til dette kan være at svenskene tradisjonelt har benyttet betydelig stivere og mer arbeidskrevende betong enn oss.

Dette er bakgrunnen for at det svenske Vägverket Produktion har gjennomført utviklingsprosjektet «Vibreringsfri betong». Ideene til prosjektet er hentet fra Japan. Ved hjelp av nye polymerbaserte tilsetningsstoffer oppnås det så god selvkomprimeringsevne at vibrering kan sløyfes helt. Støpingen foregår ganske enkelt ved at betongen pumpes opp i forskalingen. Betongpumpa er den eneste støykilden.

Under arbeidet på Storebælt utviklet dansken Kurt Offersen sine ideer om armeringsmontasje til et kommersielt system, ARM-TEC-systemet. Systemet er brukt under produksjon av senketunnel-elementene til Øresund-forbindelsen, og er et vesentlig element i det meget effektive produksjonsopplegget.

Systemet går i korthet ut på å benytte stive stålrammer som avstandsholdere mellom armeringslagene, og stålrammeprofilene har utstansede slisser for hver enkelt armeringsstang. Dermed blir selve armeringsmontasjen meget

rask og enkel. Den kan med fordel gjøres utenfor forskalingen slik at store armeringskurver heises inn når forskalingen er ferdig.

Statens vegvesen, Produksjonsavdelingen og Vegteknisk avdeling fattet så stor interesse for både vibreringsfri betong og monteringsrammer for armering at en ønsket å høste egne erfaringer. Fullskala feltforsøk har derfor blitt utført:

- Vibreringsfri betong; Kvennabakkundergangen, Rv 651 i Volda.
- Monteringsrammer for armering; Island miljøtunnel, E18 ved Holmestrand.

I tillegg er vibreringsfri betong benyttet til spesielle støpearbeider av entreprenører på Vegvesenets anlegg.

Erfaringer med vibreringsfri betong

Et hovedspørsmål var: Er vibreringsfri betong ganske enkelt en superbløt betong som vi har sett tidligere, eller er det noe nytt? Svaret slik vi kunne lese det ut fra feltforsøket var at de nye polymerbaserte tilsetningsstoffene tilfører betongen nye selvkomprimeringsegenskaper, og at vibreringsfri betong er et nytt produkt i betongteknologenes repertoar.

Selv om vibreringsfri betong høres veldig enkelt ut med hensyn til utførelsen, byr produktet i høyeste grad på utfordringer. Den første utfordringen er å oppnå tilstrekkelig stabilitet, dvs. å unngå separasjon. Dette stiller krav både til delmaterialene og betongsammensetningen. Den neste utfordringen er selve støpemetoden. Feltforsøket i Volda illustrerte at også denne spesialbetongen stiller sine helt spesielle krav



Forskalingens bordmønster og trestruktur blir perfekt gjengitt i den vibreringsfrie betongens overflate



Ferdig bundet armeringskurv heises på plass i fundamentforskalingen.

til utstøpingen hvis en skal unngå støpesår og skjemmende streker i overflaten.

Denne betongen har en berettiget plass ved spesielt vanskelig utstøping og i høye vegger. I tillegg har betongen potensiale for bruk der det stilles meget strenge krav til overflatens utseende.

En viktig begrensning for bruk av vibreringsfri betong er at flyteevnen er så ekstrem at avretting med sterkt fall er umulig.

Erfaringer med monteringsrammer for armering

Som det første anlegget i Norge benyttet Island miljø-tunnel monteringsrammer etter ARM-TEC-systemet. Monteringsrammene ble brukt både for såler og hvelv for 31 av de 33 støpeavsnittene av den 400 m lange, firefelts-tunnelen. Cirka 1035 tonn armering er plassert med metoden. Opprinnelig var det forutsatt å benytte tradisjonell armeringsmontasje.

Nøyaktig kostnadsregistre-

ring har vist at en har tjent penger i forhold til opprinnelig kostnadskalkyle ved å bruke monteringsrammer. De to første støpeavsnittene ble utført med konvensjonelt lagt armering. Hvert støpeavsnitt krevde 14 dager selv om mannskapet hadde ferske erfaringer fra en tidligere og relativt maken miljø-tunnel. Ved overgang til monteringsrammer tok første støpeavsnitt 8 arbeidsdager, deretter har en greid hvert støpeavsnitt på 5 arbeidsdager. Overtidsbruken har vært liten etter at en begynte med de store armeringskurvene. Siste halvdel av anleggsperioden har bemanningen vært redusert fra 19 til 16 mann. Tidsforbruket for armeringsarbeidene er blitt redusert med ca. 35 % i forhold til kalkylen basert på konvensjonell utførelse.

For hvelvarmeringen har HMS-forbedringen vært betydelig. All armeringsbinding har kunnet foregå fra bakkenivå og i behagelig arbeidshøyde. En har unngått stillasbygging, og en har unngått å ha

folk arbeidende oppå en hvelvforskaling behandlet med forskalingsolje i all slags vær, rett over oppstikkende skjøtarmering. Selv om det var noe skepsis i starten, er arbeiderne nå vesentlig mer fornøyd med armeringsbinding på monteringsrammer enn med «gammeldags-metoden».

En bieffekt ved bruken av monteringsrammer og montasje av store armeringskurver var at alle måtte tenke mer system og rekkefølge. Dette smittet over på de andre arbeidsartene, og arbeidstilsynet bemerket «uvanlig ryddig byggeplass» ved sitt besøk.

Den store presisjonen i armeringsplasseringen er en av fordelene med systemet. Det innebærer ikke bare bedre kvalitet, men at alt plunder som gjerne oppstår med prefabrikering av armering er eliminert. Behovet for produktions- og kvalitetskontroll er også sterkt redusert fordi systemet er selv-kontrollerende. Det er umulig å montere armeringen feil.

Startkostnaden for bruk av monteringsrammer vurderes å være så høy (ekstra planlegging, tilrigging og opplæring av mannskaper) at systemet først og fremst er lønnsomt for prosjekter med flere repetisjoner. På prosjekt nr. 2 vil terskelen selvfølgelig være lavere.

Betydning for framtidig betongbygging

Ved brubygging har det vært vanlig å arbeide seg møysommelig framover i ukevis med forskaling, deretter møysommelig i ukevis med armering, for så å gjennomføre støpingen som en kraftanstrengelse på én dag. Bruken av store, prefabrikerte armeringsenheter forandrer dette bildet.

Mesteparten av armeringsarbeidet kan trekkes ut av kritisk produksjonslinje. Arbeidet får sterkere karakter av industriell montasje og mindre karakter av møysommelig håndverksutførelse.

Om en i tillegg til prefabrikkert armering forenkler støpearbeidet med å bruke vibreringsfri betong, kan en ha lykkes med å fjerne to av de virkelige store stressmomentene innen betongbygging. Kanskje blir spenningen med betongbygging redusert på denne måten, men likevel, - det er liten tvil om at vi er nødt til å gå i den retningen dersom vi skal bedre forholdene for de folka som i dag sliter mer enn godt er.

Under støping med vibreringsfri betong i en entrepris sa støpebasen til meg: «Her ser du framtidens betong!» Jeg spurte han da: «Du er ikke engstelig for at det skal bli så lite arbeid med betong at du blir arbeidsledig?», «Jo, men jeg er engstelig for helsen mi også», var svaret.

Reidar Kompen,
Betongkontoret

Betongkonferanse med nyheter og forbedringskrav

Selvkomprimerende betong (SKB) er et spennende og fremtidsrettet produkt som det knytter seg store forventninger til. SKB blir nå tatt i bruk på blant andre Hotel Opera.

Av Ole R. Paulsen

Det knyttet seg stor interesse til V-Teknikks Tor Oskar Rydheims presentasjon av vibreringsfri eller selvkomprimerende betong (SKB), som det heter på fagspråket. Det er betong som fyller støpeformen og komprimeres med egen tyngdekraft, men likevel har en viss viskositet for å hindre separasjon. Tilslaget skal flyte rundt armeringen.

Betongen har visse egenskaper som må kontrolleres: Synkmål mellom 25 og 29 cm, utbredelsesmål mellom 65 og 70 cm. I tillegg må det utføres visuell kontroll av homogenitet og separasjon. Betongen produseres med mer finstoff og bruk av siste generasjon tilsetningsstoffer. Status i Norge etter to års forsøk er at det fremdeles foregår en del prøving og feiling. Veidekke har brukt SKB bl.a. på en bro i Sverige, sjakter på Sture, veggstøp og søyler i Gjøvik og søyler på Hotel Opera. Hittil har SKB vært brukt som C-45 eller høyere. Lavere kvaliteter er under utvikling.

– SKB gir bedre og jevnere kvalitet, reduserer timeverk og utstyrskostnader, letter det fysiske arbeidet, gir større fleksibilitet, og egner seg godt til spesielle konstruksjoner og vertikalstøp. SKB har mange muligheter, men også en del utfordringer, sa Tor Oskar Rydheim.

– Leverandørene må heve kompetansen og kontrollen, prisen må ned – det kommer med økt bruk – Veidekke må ha bedre kompetanse for å kunne stille krav til leverandørene. Ansvarsforholdet mellom leverandør og entreprenør må avklares. Nå får vi et ferdig produkt. Ventetiden på bilene kan ikke være lenger enn mellom en halv og én time, og ikke minst viktig, formen må være tilnærmet vanntett, påpeker Rydheim. ■

SELVKOMPRIMERT i Maridalskrysset

Det er en betongjobb utenom det vanlige Selmer er i ferd med å avslutte i Maridalskrysset i Oslo. En 335 meter lang kulvert med plass til 4–6 kjørefelt blir dels bygd på bakken, dels på pæler mellom spuntvegger, og dels i utsprengt byggegrop mer enn 10 meter under grunnvannstanden. 22.000 kbm betong vil gå med. Jobben utføres mens 41.000 biler passerer gjennom anleggsområdet i døgnet.



Av Anders Haakonsen

Maridalskrysset ligger i østre ende av Tåsentunnelen på Ring 3. To avramper og en pårampe som møter Ring 3 under bakkenivå, er en viktig grunn til at kulverten er blitt så lang. For at stigningene i rampene ikke skulle bli for stor, måtte vegen gå like under bakkenivå. Da er fjelltunnel uaktuelt.

Dimensjonene på kulverten er grove. Lengst inn mot Tåsentunnelen ligger topplaten nesten 10 meter under opprinnelig bakkenivå. For å tåle vekten av massen når den etterfylles, er topplaten 1,5 meter tykk. Betongen skal dessuten tåle store påkjenninger som følge av salting og forurensing fra de 41.000 bilene.

Ring 3 har to gjennomgående felt i hver retning i Maridalskrysset. I tillegg kommer utvidelser i forbindelse med rampene. Kjørebanelene ble støpt hver for seg i seksjoner på 12,5 meter. Hver støp var en omfattende affære. To store betongpumper gikk kontinuerlig. Operasjonen tok minst 12 timer og krevde 500–600 kbm betong.

Å vibrere betongen i veggene var en spesiell utfordring. Veggene mellom kjørebanelene er 50–60 cm tykke og ca. 6 meter høye. Ytterveggene er 90 cm tykke. Med en slik høyde og tykkelse var det håpløst å styre vibra-

toren fra toppen av veggene. Selmers folk valgte å skjære ut biter av armeringen øverst slik at en mann kunne ta seg gjennom åpningen og gå ned i veggene. Der nede kunne han vibrere betongen skikkelig. Åpningen i armeringen ble tettet før støp.

Selvkomprimerende betong

En del av kulverten går under en midlertidig bru for Maridalsveien. Her fikk man et ekstra problem å slite med da betongen skulle vibreres:

Klaringen under brua er så liten at arbeidsforholdene er svært vanskelige, på det minste er det 70 cm! Her valgte Selmers folk en ekstra kreativ løsning: Man vibrerte ikke i det hele tatt. Vibratoren ble erstattet med selvkomprimerende betong.

Betongen som ble brukt, er så flytende at den fyller alle hulrom mellom armeringen uten hjelp fra mennesker. En mann til å styre pumpen er alt som trengs. Den høye flytbarheten har man oppnådd ved å benytte nye tilsetningsstoffer og et annet forhold mellom vann, sement og de forskjellige tilslagsmaterialene enn det som er vanlig. Prøver har vist at den selvkomprimerende betongen er sterkere enn vanlig betong. Dette har trolig sammenheng med at man oppnår en bedre blandeeffekt når betongen har høy flytbarhet.

En takplate og en veggseksjon under Maridalsveien er støpt med den nye betongen. Den er også brukt i en veggseksjon et annet sted i kulverten.

Maridalskrysset og Tåsentunnelen inngår i et 2,4 km langt vegprosjekt som er kostnadsberegnet til 569 millioner 1999-kroner. Hele prosjektet skal være fullført neste vår. ■