




PUMPING AV BETONG VEILEDNING

A photograph of a construction site. In the foreground, a worker in a white hard hat and an orange high-visibility vest stands with his back to the camera, looking towards a concrete slab. The slab is covered with a white grid of rebar and supported by numerous small, dark plastic chairs. In the background, another worker in a white shirt, orange pants, and a green and yellow hard hat is using a long-handled tool to work on a concrete wall. Behind him is a multi-story building with several windows. The sky is blue with some clouds.

FORMÅLET MED DENNE VEILEDNINGEN ER Å GI KUNNSKAPER TIL ALLE INVOLVERTE PARTER I EN PUMPEPROSESS, SLIK AT SAMARBEIDET KAN BLI BEST MULIG, OG SLIK AT ARBEIDET GÅR SOM PLANLAGT UTEN PLUNDER OG HEFT. VALG AV UTSTYR MÅ PLANLEGGES NØYE I FORHOLD TIL TYPE BETONG, PUMPELENGDE OG KAPASITET. KVALITETEN PÅ DET FERDIGE PRODUKT MÅ ALLTID BLI SOM BESKREVET.

DET FORUTSETTES AT ALLE SOM ER INVOLVERT I PUMPEARBEIDER HAR NØDVENDIG KOMPETANSE OG KAN FREMLEGGE DOKUMENTASJON PÅ DETTE.

DENNE REVIDERTE UTGAVEN HAR I STØRRE GRAD ENN DEN FORRIGE LAGT VEKT PÅ NYE BETONGTYPER OG HVA SOM KREVES AV PUMPEUTSTYR I DEN SAMMENHENG.

NB! MASKINENS INSTRUKSJONSBOK MÅ ALLTID FØLGES. DENNE VEILEDNINGEN ER KUN ET SUPPLEMENT TIL DENNE.





1

FORDELENE MED BETONGPUMPING

07

2

PUMPER OG UTSTYR

08 TYSER

09 UTSTYR

STÅLRØR ELLER SLANGER?

KOMBIPUMPE ELLER STORPUMPE?

RØR OG SLANGEUTLEGG

3

PRINSIPPENE FOR PUMPING

10

11 KRAV

EGENSKAPER

12 HVA ER EN GOD PUMPEBETONG?

16 BETONGTYPER MED SPESEILLE UTFORDRINGER

LETTBETONG

FIBERBETONG

17 UNDERVANNSBETONG

17 HVIT/FARGET BETONG

4

UTFØRELSE

18 SJEKKLISTE / PUMPEBESTILLING

19 BESTILLING AV PUMPE OG BETONG

TILRIGGING

20 PLANLEGGING OG ORGANISERING PÅ ARBEIDSPLASSEN

PUMPEPLASSERING

RØRUTLEGG OG SLANGEUTLEGG

RØRBEND OG PUMPELENGDE - SAMMENHENG MELLOM RØRBEND

OG EFFEKTIV PUMPELENGDE

21 GJENNOMFØRING AV ARBEIDET

UTSTØPINGSPUNKTET

OPPSTART/SMØRING

FYLING AV RØRLEDNINGEN

23 PROPPDANNELSE UNDER PUMPING

VANLIGE ÅRSAKER TIL PROPPDANNELSE

24 TILTAK FOR Å UNNGÅ PROPP

24 AVBRUDD I PUMPINGEN

25 LØPENDE KONTROLL

25 RENGJØRING AV RØRGATE

26 PROSEDYRE VED PROPPDANNELSE

27 PUMPING VED HØYE/LAVE TEMPERATURER

28 SJEKKLISTE / SIKKER JOBBANALYSE

29 HMS OG BETONGPUMPING

30 REFERANSER OG YTTERLIGERE INFORMASJON



**ET GODT RESULTAT KAN OPPNÅS GJENNOM GOD
PLANLEGGING OG GODT SAMARBEID.**

**DERFOR BØR ALLE INVOLVERTE I PLANLEGGINGEN
OG UTFØRELSE GJØRE SEG KJENT MED INNHOLDET
I DENNE VEILEDNINGEN.**

FORDELENE MED BETONGPUMPING

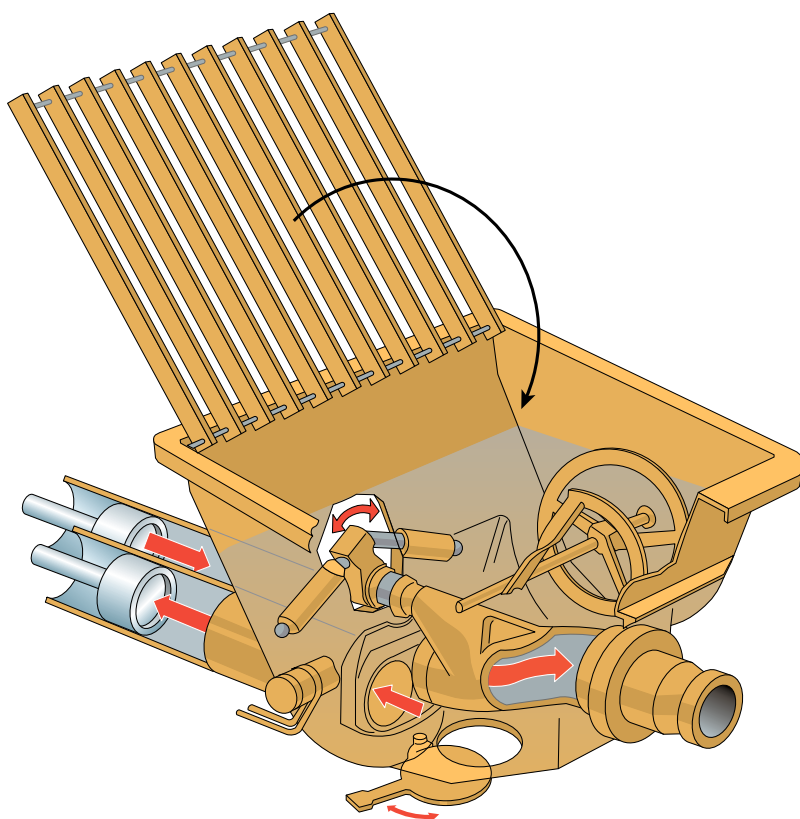
Pumping er en effektiv og fleksibel distribusjon som man kan benytte for de fleste betongtyper. Pumping av betong har mange fordeler. Men prosessen fordrer kunnskaper og god planlegging, både hos entreprenør, betongprodusent og pumpeoperatør.

- › **PUMPING GIR EN EFFEKTIV DISTRIBUTJON.** Normale pumpedistanser er inntil 50 meter vertikalt og inntil 200 meter horisontalt. Men større distanser kan oppnås når det tas høyde for dette ved valg av egnet utstyr og betongtype.
- › **PUMPING ØKER STØPEHASTIGHETEN.** Selv med en liten pumpe og god logistikk kan man oppnå en støpehastighet på 30-40 kubikkmeter i timen. For de største pumpene er kapasiteten opptil 200 kubikkmeter i timen.
- › **PUMPING GIR JEVN STØPEHASTIGHET.** Noe som igjen gjør at personellet kan utnyttes mer effektivt.
- › **PUMPING GIR ENKLERE UTSTØPING.** Hvis utstøpingspunktet er plassert på et vanskelig sted – under et overbygg, i en tunnel, nær høyspent osv. – gir pumping enklere utstøping (Husk sikkerhetstiltak ved strømførende ledninger!).

PUMPER OG UTSTYR TYPER

Det er flere typer av pumper: Stempelpumpe er mest brukt til betong. Men vi har også skrue-pumper og rotor-pumper (Romix). Disse blir som regel brukt til mørtel og er å betrakte som uegnet for betongpumping. I en stempelpumpe vil betongtrykket variere mellom et overtrykk på opp mot 100 bar (10 MPa) og undertrykk på nesten 10 bar (1 MPa).

Det er trykkforskjellen mellom pumpen og utløpet av slangen som setter betongen i bevegelse. Stempelpumper har normalt en pumpefrekvens på inntil 30 slag i minuttet.



UTSTYR STÅLRØR ELLER SLANGER?

- > **FORDELEN MED STÅLRØR ER HØY TRYKKAPASITET OG LITEN FRIKSJON.**
- > **ULEMPEN MED STÅLRØR ER MINDRE FLEKSIBILITET.**
- > **FORDELEN MED GUMMISLANGER ER STØRRE FLEKSIBILITET.**
- > **ULEMPEN MED SLANGER ER HØYERE FRIKSJON VED AT SLANGEN TØYER SEG NOE.**

Forskjellen i friksjon mellom gummislange og stålrør kan uttrykkes som følger:

1 meter gummislange tilsvarer 3 meter stålrør (forskjellen øker ved økende trykk).

Til en stempelpumpe med høy kapasitet bruker man ofte stålrør med en diameter på 100 til

150 mm. I stor grad brukes det biler med fleksible bommer og rørlengde opp mot 60 meter.

Nye betongtyper har medført at det i større grad velges rør der pumpelengde er over 30 meter.

KOMBIPUMPE ELLER STORPUMPE?

Kombipumpe er godt egnet til mindre jobber og med begrenset pumpetrykk og kapasitet.

Denne krever mindre plass for oppstilling. Den har begrensninger på hvor lenge den kan stå hvis trommel har vært fylt med betong. Dette er på grunn av rengjøring av trommel.

Ved større jobber og/eller krevende jobber med større pumpetrykk/ kapasitet bør det brukes en vanlig betongpumpe beregnet for dette. Her er det viktig å bruke rør/slangeutstyr med riktig dimensjon og som tåler pumpetrykket.

Krevende betonger som for eksempel lavvarmebetong, Lavkarbonbetong, M40, MF40 og konstruksjonsbetonger til Statens vegvesen og Jernbaneverket bør pumpes med pumpeutstyr beregnet for dette.

RØR OG SLANGEUTLEGG

En stor andel av betongen som pumpes i dag krever 3 toms slange. Dette må ofte til for å pumpe betong med spesielle krav. Dette bør derfor være tilgjengelig. En Pumpe vil normalt kunne ta med seg inntil 50 meter 3 toms slange Hengende utløpsslange har ofte en reduksjon til egnet slangediameter som også fungerer som brems bl.a. for å unngå at for store mengder strømmer ut og for å unngå for mye sprut. Dette kan være en konet slange, eller det kan være en innsnevring høyt oppe på slangen.

NB! DET SKAL IKKE BENYTTES STÅL I ENDEN PÅ SLANGEN (F.EKS. SVANEHALS) AV SIKKERHETSMESSIGE GRUNNER.

PRINSIPPENE FOR PUMPING

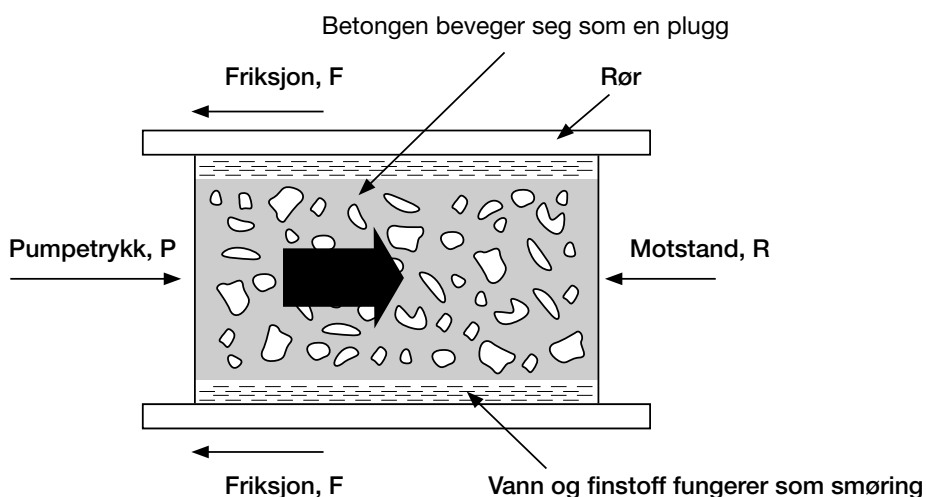
For at betongen skal bevege seg framover i røret, må pumpetrykket – P – være høyere enn summen av:

- › **FRIKSJONEN MELLOM BETONGEN OG RØRVEGGEN – F**
- › **MOTSTANDEN I MASSEN – R**
- › **STRØMNINGSTAPET I RØRGATENE**

Når det gjelder pumping i vinkler som heller oppover, må også vekten på betongen tas med i trykkberegningen.

Betongen er vanligvis inkompressibel, det vil si at den ikke lar seg komprimere eller presse sammen. I spesielle tilfeller vil betongen likevel kunne komprimeres noe av pumpetrykket, for eksempel betong med innblandet luft og betong med porøst lettilslag. Resultatet kan bli en stivere betong. For å motvirke dette kan det være nødvendig å øke matriksoverskuddet noe for slike betonger.

Figuren viser hovedprinsippet for pumping av betong:



KRAV

Det er i dag et stort spekter av betongsammensetninger med forskjellig støpelighet og pumpbarhet. En pumpbar betong er en betong som ikke separerer selv under høyt pumpetrykk. Men de pumpbare betongene kan ha svært forskjellige egenskaper i forhold til pumping. Mange av de betongene som har kommet i senere tid kan ha stor pumpemotstand. Dette kan skape begrensning på hvor langt betongen kan pumpes.

Vi opplever i dag større etterspørsel etter «lavvarmebetonger» og «Miljøbetonger», krav til en viss steinmengde/steinstørrelse og en større andel av knuste materialer. Slike krav er ofte ufravikelige da de er satt for å kunne bruke tilgjengelig tilslag og delmaterialer eller for å tilfredsstille krav på kvaliteten på sluttproduktet, herunder miljøkrav. Dette har stor betydning på valg av pumpe og utstyr.

Frem til i dag stilles spørsmålet: «*Er denne betongen pumpbar?*» De aller fleste betonger er pumpbare, men spørsmålet bør utvides til «*hva slags utstyr kreves for å utføre pumpeoppdraget?*» For å kunne svare på dette, må man vite noe om egenskapene til betongen som skal pumpes.

EGENSKAPER

For at betongen skal kunne pumpes, må den være homogen og deformerbar. Ellers kan den ikke passere gjennom bend og innsnevring (reduksjoner) i røret. Betongen må bevege seg omtrent som en plugg (se figuren side 10). Jo lenger man skal pumpe og/eller jo flere bend og innsnevring jo mer kreves det av betongens støpelighet.

FINSTOFFET I BETONGEN ER DET SOM FUNGERER SOM SMØRING/ GLIDEMIDDEL AV RØRGATER/SLANGER

FINSTOFFET BESTÅR AV SEMENT, SILIKA, FLYGEASKE, SLAGG, VANN, FINSTOFF I TILSLAG OG EVENTUELT FILLER.

For at betongen skal bli ensartet, må finstoffet omslutte alle partiklene i betongen. I tillegg skaper finstoffet et glidesjikt mellom partiklene. Det er dette glidesjiktet som gjør betongen deformerbar.

Når vi skal pumpe betongen, og spesielt ved oppstart, må overskuddet av finstoff være enda større, fordi noe av finstoffet også skal fungere som glidemiddel i overgangen betong og rør/slange. Ved oppstart kan det ved lavt finstoffinnhold være behov for smøremasse.

Miljøbetonger og lavvarmebetonger kan bli vanskelig å pumpe pga. stor pumpemotstand. Problemet blir forsterket der det er lange slangeutlegg og/eller flere rørbend og reduksjoner. En stor andel av knuste materialer i finstoffandelen vil også øke pumpemotstanden.

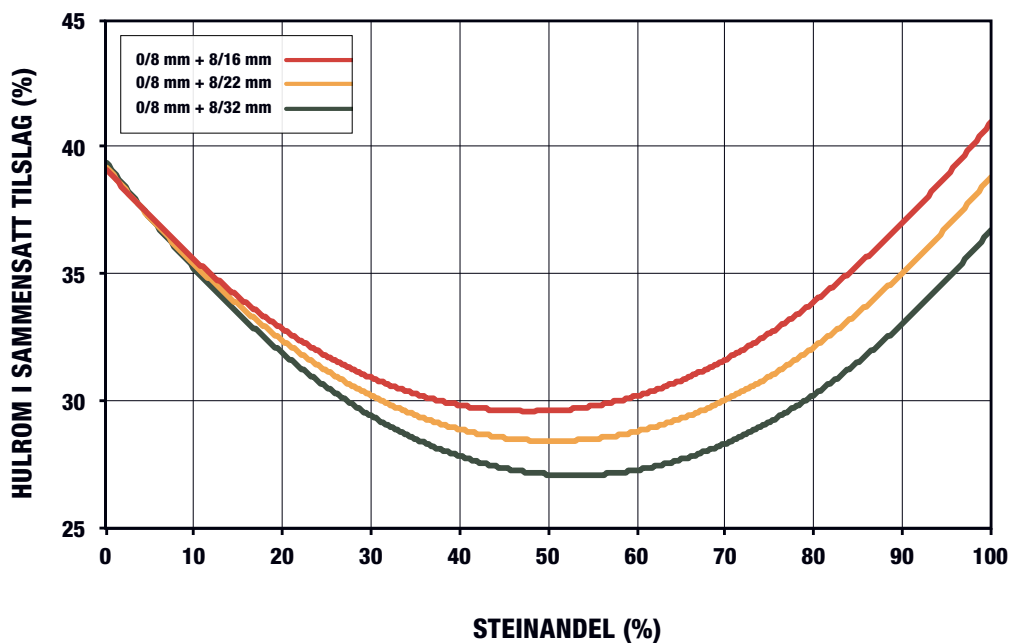
HVA ER EN GOD PUMPEBETONG?

En god pumpebetong har lav viskositet og samtidig høy motstand mot separasjon. Den må være proporsjonert med tilstrekkelig finstoff til at betongen er bevegelig, men samtidig ikke for bløt.

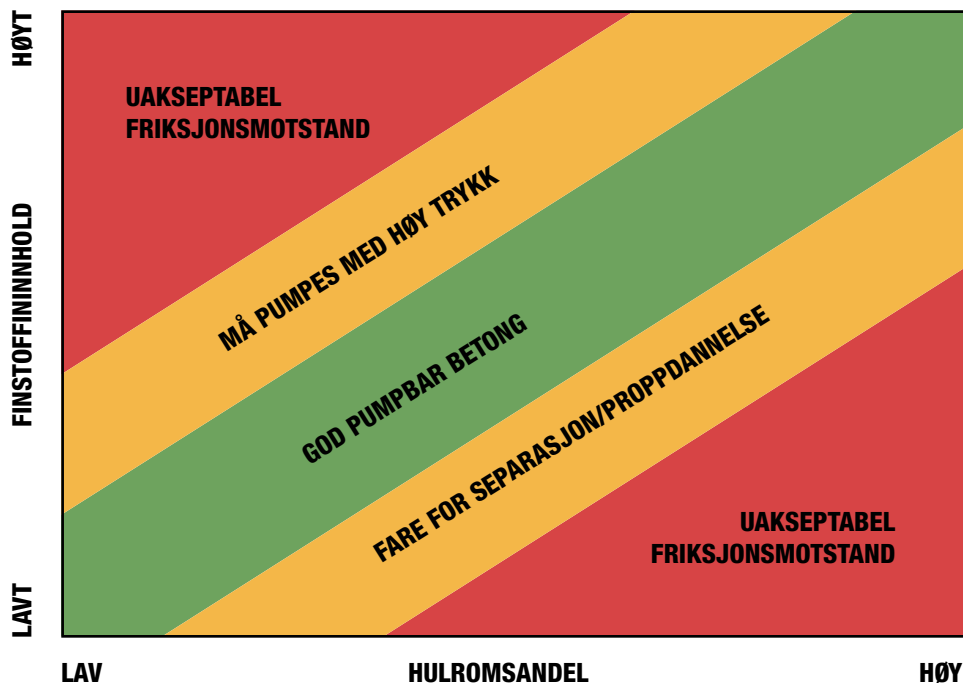
- > FOR LITE FINSTOFF I BETONG MED HØYT MASSEFORHOLD ØKER RISIKOEN FOR SEPARASJON.
- > FOR MYE FINSTOFF I BETONG MED LAVE MASSEFORHOLD KAN GI HØYE PUMPETRYKK.

Sammensetningen av tilslaget må gi lavt hulromsvolum. Erfaringsmessig vil betong med 40-50 % steinandel gi et godt grunnlag for en pumpbar betong.

Eksempel på hulromsvolum som funksjon av steinandel er vist i figuren nedenfor:



Figuren under viser prinsippene for hvordan vi på en enkelt måte kan illustrere betongens pumpeegenskaper ut fra tilslagetes beskaffenhet. Denne viser pumpbarheten som en funksjon av finstoffinnhold og hulromsandel. Med høy hulromsandel er det større risiko for separasjon, ved at vann eller stein presses ut av massen. Resultatet kan i verste fall bli proppdannelse.



Hulromsandelen bestemmes av tilslaget. Se figur side 12. Tilslagets siktekurve viser om tilslaget har en god sammensetning (lite vannbehov). Et tilslaget med høyt vannbehov har også en høy hulromsandel (mye mellomrom mellom kornene som må fylles med finstoff). Flisig og lite kubisk tilslag vil også ha en høy hulromsandel (mye mellomrom som må fylles). Vi ser av figuren at betonger med en høy hulromsandel krever mer finstoff for å unngå separasjon.



Stort sett vil betong (inkludert selvkomprimerende betong, SKB) med god støpelighet være pumpbar ved normale pumpeleNGder og pumpehøyder. Det er to faktorer som er spesielt viktige i denne sammenheng:

- › **FLYT:** Finstoffmengden må være stor nok til å skape flyt. Finstoffets egenskaper har også stor betydning.
- › **STABILITET:** Forholdet mellom vann og pulver (vann/pulverforholdet) må være så lavt at det gir stabilitet mot vannseparasjon eller tilslagsseparasjon.

Stabiliteten kan være for dårlig ved lavere fasthetsklasser (B20 og lavere) og SKB med lav stabilitetsklasse (T0 eller T1, ifølge Norsk Betongforenings publikasjon nr. 29) kombinert med høy konsistensklasse (K2 og K3, ifølge Norsk Betongforenings publikasjon nr. 29). For å bedre stabiliteten kan det være aktuelt å øke finstoffinnholdet ved å gjøre ett eller flere av følgende tiltak:

- › **ØKE SEMENTINNHALDET**
- › **ØKE INNHOLDET AV MINERALSKE TILSETNINGER (POZZOLANER, FILLERE OSV.)**
- › **ØKE INNHOLDET AV FINSAND**
- › **TILFØRE ET STOFF SOM GJØR BETONGEN MINDRE SEIGTFLYTENDE (VISKOSFORBEDRENDE TILSETNINGSSTOFF)**

En stor finstoffandel er som regel en fordel med tanke på pumping. Men nå ser vi eksempler på betong med mye finstoff i forhold til vannmengde (sement, flygeaske, slagg, etc.) som gjør at betongen får en større pumpemotstand. Vi snakker om lavkarbonbetong/lavvarmebetong. Dette har gjort det aktuelt med mer bruk av rør i stedet for slange. Alternativt må pumpeleNGden begrenses.

Kornform har også stor innvirkning på pumpbarheten. Runde og kubiske korn er positivt med tanke på pumpbarheten, mens flisige og stenglige korn vil både øke pumpemotstanden og øke faren for separasjon.

Maks steinstørrelse (D_{max}) har mindre betydning for pumpbarheten enn det mange tror, men slange/rørdiameteren må da være tilstrekkelig dimensjonert. En praktisk og konkret regel er at diameteren på røret eller slangen bør være minst 3 ganger D_{max} (maksimal partikkelstørrelse).

TILSETNINGSSTOFF

- › Plastiserende tilsetningsstoff (TSS) vil som regel virke positivt med tanke på pumpbarhet. Men overdosering kan i visse fall føre til separasjon og dermed propp.
- › Pumpeforbedrende TSS vil alltid virke positivt.
- › Retarderende TSS vil alltid virke positivt ved at støpeligheten opprettholdes lenger.
- › Akselererende TSS må benyttes med stor forsiktighet! Dersom dette tilsettes på blanderiet, må nødvendige nødtiltak planlegges slik at ikke størkning kan skje i betongmikseren eller i pumpen.

BETONGTYPER MED SPESIELLE UTFORDRINGER

LETTBETONG

Letttilslag basert på ekspandert, brent leire (Leca og Liapor) har en åpen porestruktur med porer av forskjellig størrelse. Ved påført trykk vil vann og luft fra betongen bli presset inn i porene. Erfaring har vist at denne typen letttilslag derfor kan føre til tap av konsistens og dermed skape risiko for proppdannelse. Slike letttilslag kan også gi dårligere kvalitet på betongen i konstruksjonen. Det finnes letttilslag som kan være bedre egnet for pumping. Spesielt gjelder dette Stalite, som er basert på ekspandert skifer. Stalite har en mer lukket porestruktur, noe som gjør at den trekker til seg mye mindre vann og at vesentlig mindre vann blir presset inn under pumping.

For nærmere informasjon om lettbetong: Se Norsk Betongforenings publikasjon nr. 22: «Lettbetong. Spesifikasjoner og produksjonsveiledning» (2003).

FIBERBETONG

POLYPROPYLENFIBER:

Betong tilsatt polypropylenfiber skaper vanligvis ingen problemer. Snarere tvert imot: Slike fibre øker betongens motstand mot separasjon, og dermed blir pumpbarheten bedre.

STÅLFIBER:

KORTE STÅLFIBRE (< 50 mm) i moderate mengder gir erfaringsmessig få problemer under pumping.

LENGRE STÅLFIBRE (50-60 mm) krever spesiell oppmerksomhet, spesielt ved doseringer > 25 kg/kubikkmeter. Slike fibre blir for det meste bruk i golvstøp. I slike tilfeller bør sammensetningen av betongen og fiberinnholdet diskuteres mellom betongleverandør og entreprenør. Fiberleverandørene kan gi anbefalinger om maksimal fiberdosering i forhold til tilslagsstørrelse og fibertype. En generell regel er at sand/stein forholdet i betongen bør økes. Dermed får betongen høyere innhold av finere materialer, noe som bidrar til en bedre fordeling av stålfibrene i betongen.

UNDERVANNSBETONG

På samme måte som ved vanlig, dykket rørstøp føres betongen ned til støpededet gjennom et støperør som er en forlengelse av pumpeledningen. Støperøret holdes dykket ned i den ferske betongen. Selve støpingen kan starte på to ulike måter:

- **MAN KAN BRUKE MUNNINGSVENTIL SOM ÅPNER OG LUKKER VED ENDEN AV STØPERØRET. PÅ DENNE MÅTEN BLIR STØPERØRET FYLT MED BETONG MENS DET HENGER I LUFTA. VENTILEN STENGES. DERETTER SENKES STØPERØRET NED TIL STØPESTEDET. VENTILEN ÅPNES OG STØPEN STARTER.**
- **MAN KAN FYLLE STØPERØRET MED BETONG VED NEDSENKING AV VENTIL (SOM VED KONVENSJONELL DYKKET STØP), DERETTER KOBLES PUMPELEDNINGEN FYLT MED BETONG TIL STØPERØRET. PUMPINGEN STARTER OG STØPERØRET HEISES FORSIKTIG OPP ETTER HVERT SOM BETONGEN STIGER I FORMEN.**

For nærmere informasjon om undervannsbetong: Se Norsk Betongforenings publikasjon nr. 5: «Prosjektering og utførelse av betongkonstruksjoner i vann» (2003).

HVIT/FARGET BETONG

Betong med hvit sement har ofte et underskudd på finstoff. Den hvite sementen er grovmalt i forhold til andre sementer. Dette gjør at faren for vannutskillelse/separasjon er stor.

Brukes figuren på side 13 ser man at for å få denne betongen som har en lav finstoffandel pumpbar, må man ha en lav hulromsandel (lavt masseforhold) dersom det ikke tilsettes annet finstoff.

SJEKKLISTE / PUMPEBESTILLING

MOTTATT AV:

Bestillingsdato: Klokkeslett:

KUNDE

Org.nr / fødsels.nr:

Fakturaadresse:

Kontaktperson:

Tlf: Faks: E-post:

Prosj./ anleggsnr.:

Leveringsadresse:

Evt. hindringer:

El.-kabler/ledninger:

Varsling (høyspent):

Dato: Bestilt av: Tlf.:

Ankomsttid byggeplass: Ferdig rigget:

Eventuell arbeidsvarsling:

Betongleverandør: Telefon:

Oppstart/gjennomkjøring: Smørelass Slurry

Betongbetegnelse

Betongtype:

Normal Lavvarme Lavkarbon (A B C SKB Annet

Rør/slangeutlegg-lengde: Dimensjon :

Bestilt mengde betong (m3): Ønsket m3/time:

Pumpetype: Antatt varighet (timer):

Rengjøring av pumpe: Vaskeclass Vask i sekk

Avbestilling/utsettelse:

Anm./div.:

BEKREFTELSE:

OK:

Kommentar:

UTFØRELSE

BESTILLING AV PUMPE OG BETONG

Ved bestilling av betongpumpe må man informere om alt som har betydning for et vellykket resultat, slik at betongkvaliteten blir som beskrevet og at jobben går som planlagt uten nødvendige tilpasninger. Særlig er det viktig å informere om vesentlige ting som betongtype, betongens konsistens, D_{max} (største nominelle kornstørrelse i tilslaget), pumpeleNGde og pumpehøyde, forventet (planlagt) hastighet (kubikkmeter per time). Se skjema for pumpebestilling!

God kommunikasjon mellom entreprenør, betongprodusent og betongpumpeoperatør er viktig for å begrense risiko for feil. Erfaring fra pumpearbeider er dessverre at betongens tekniske egenskaper i herdnet tilstand, som skal leveres i henhold til kontrakt, blir tilsidesatt for å oppnå en lettest mulig pumpbar betong. En lett pumpbar betong har ofte høye sementmengder som gir stort potensial for svinn og høye herdetemperaturer som er negativt for betongen i herdnet tilstand. Det er IKKE tillat å endre betongens egenskaper uten at byggeleder kontaktes!

TILRIGGING

Spesielle faktorer som kan få innvirkning på arbeidet må kartlegges. Spesielt gjelder det oppstillingsplassen der grunnforhold, plassbehov, hindringer, strømførende ledninger etc. må sjekkes.

Det er viktig at oppstillingsplass planlegges slik at leveranse kan skje med ønsket kapasitet. Tilriggingsplassen må ha tilstrekkelig plass og må kunne tåle trykkbelastningene fra støttebeina. Er det spesielle krav til tilrigging eller usikkerhet rundt pumpeplassering/ plassbehov og tilgjengelighet bør pumpeoperatør kontaktes på forhånd for å sikre at dette oppnås. Ved store leveranser kan det ofte være behov for levering fra to betongbiler samtidig. Da er selvsagt pumpeplasseringen viktig.

PLANLEGGING OG ORGANISERING PÅ ARBEIDSPLASSEN

GODE FORBEREDELSE ER NØKKELEN TIL ET GODT RESULTAT. SÆRLIG ER DET VIKTIG Å VÆRE NØYE MED FØLGENDE:

PUMPEPLASSERING

Man bør plassere pumpen slik at det er kortest og rettest mulig transportveg til utstøpingspunktet. Pumpen bør også plasseres slik at det blir minst mulig behov for omrigging i løpet av arbeidet. Det må være nok plass for støttebein på pumpene, ankomst for betongbil for levering til pumpe slik at betongleveransen kan gå fortløpende og uten forstyrrelser. Tilførselsveger til pumpen må være av god kvalitet. Vanntilførsel og strøm ved pumpen er en fordel, selv om de fleste pumpene har egen tilførsel av rengjøringsvann. Entreprenøren bør etablere et eget område utenfor selve pumpestedet for vasking/rengjøring av biler og utstyr. Dette krever miljømessige vurderinger av utslippene.

RØRUTLEGG OG SLANGEUTLEGG

Gummislanger har større friksjon. Dette skaper et høyere pumpetrykk. Gummislanger er heller ikke så sterke som stålrør. Dermed øker faren for brudd, som kan medføre personskafer. Disse faremomentene gjør at bruken av fleksible slanger som oftest er begrenset til utstøpingspunktet – spesielt ved lange pumpeledder. Vær spesielt oppmerksom på at fleksible slanger kan «slå», det vil si gjøre kraftige utslag fra side til side. For å redusere farene forbundet med dette, bør ikke den fritt hengende utløpslangen ha større lengde enn 4 meter.

Før forskaling og armering av høye vegger og andre steder der det kan være en utfordring å få plassert betongen i støpeforma, må man ta hensyn til dette i planleggingen. Før forskaling og armering av høye vegger og andre steder der det kan være en utfordring å få plassert betongen i støpeforma, må man ta hensyn til dette i planleggingen. Hengende slange eller rør i vegg må planlegges med utgangspunkt i forskaling og armering. Det kan være behov for å forankre rørledningen der det ikke støpes direkte fra hengende slange i fordelermast.

RØRBEND OG PUMPELENGDE – SAMMENHENG MELLOM RØRBEND OG EFFEKTIV PUMPELENGDE

Når betongen passerer rørbend, vil motstanden øke. Resultatet blir reduksjon i effektiv pumpeledder. Tabellen viser eksempler på hva ulike rørvinkler kan tilsvare av henholdsvis horisontale og vertikale pumpeledder.

Sammenheng mellom rørbend og ekvivalente pumpeledder:

Vinkel på rørbend	Ekvivalent horisontal distanse, m	Ekvivalent vertikal distanse, m
90°	12	2
45°	6	1
30°	4	0,7
22,5°	3	0,5

GJENNOMFØRING AV ARBEIDET

UTSTØPINGSPUNKTET

Utlekking av betongen starter i punktet lengst unna pumpen, slik at fylling skjer i retning mot pumpen og med gradvis reduksjon i rørlengden. Man må utvise forsiktighet når rørledningen dras over ferdig lagt armering slik at det ikke oppstår forskyvninger av armeringen.

Hvis man ikke benytter en fleksibel slange i utstøpingspunktet, må det velges en høyde på rørenden som gjør at man slipper å forkorte rørledningen underveis i arbeidet.

OPPSTART/SMØRING

Ved oppstart/gjennomkjøring skal det benyttes smørelass/slurry, som består av vann og sement, eller eventuelt mørtel gjennom rørledningen, for å etablere et glidesjikt inn mot rørveggen. Dette skal forhindre at finstoffet i betongen tapes som følge av adhesjon til rørveggen (se figur side 10). Noen ganger benyttes vaskeball i fronten av smøremassen for å sikre at smøremassen kommer i kontakt med hele tverrsnittet. I enkelte tilfeller kan man smøre rørledningen ved at første betonglass bestilles med redusert steintilslag. Der en slik oppstartsprosedyre er nødvendig, må dette avtales på forhånd slik at nødvendige forberedelser blir gjort og at avklaring rundt kostnader er foretatt.

Smøremassen er som nevnt en blanding av vann og sement. Vann/sement forholdet i smøremassen bør være det samme som for den aktuelle betongen som skal pumpes. En tommelfingerregel er et forbruk på én 25 kilos sementsekk per 10 meter rørledning. Når det gjelder SKB, har erfaring vist at sirkulering mellom pumpe og bil kan smøre opp rør og slanger. Det er pumpeoperatøren som er ansvarlig for å skaffe smøremasse. Smøremassen må kun plasseres i konstruksjonen dersom dette er klarert med byggeleder.

Urene rør og dårlige skjøter kan medføre at effekten av smøremassen avtar og gi risiko for propp. Ved pumping i nedoverbakke er det fare for dannelse av luftlommer og separasjon. For å unngå slike problemer, kan man bruke noe som bremser betongen og som løser seg opp f. eksempel vått avis-papir formet som en ball foran betongen.

FYLLING AV RØRLEDNINGEN

Betongen fylles i trauet/rørledningen etter smøremassen. Dette er en svært viktig fase i pumpeprosessen. Propping under fylling oppstår når grovere tilslagskorn skyves framover i smøremassen og gjør at steinen stuves i front. Hvert pumpe-slag medfører transport av tilslag, og propp oppstår dersom det grove tilslaget trykkes frem i en lavviskøs matriks slik at de grove tilslagskornene står mot hverandre over hele rørtverrsnittet. Propping under fylling oppstår vanligvis i innsnevringer, rørbend og koblinger. Betong med tendens til vannseparasjon er mest utsatt for propp under fylling.

Gjennomkjøringen av tårn og rør/ slanger bør skje med lavt trykk og lav hastighet, slik at betongen smører opp rør/ slanger.



PROPPDANNELSE UNDER PUMPING

I PUMPEFASEN LEVERES BETONGEN GJENNOM RØRLEDNINGEN MED KONSTANT HASTIGHET, DET VIL SI I EN STASJONÆR STRØM. PROPP OPPSTÅR SVÆRT SJELDEN I DENNE FASEN, OG NÅR DET SKJER ER DET SOM REGEL KNYTTET TIL FORSTYRRELSER I PUMPEPROSESSEN.

VANLIGE ÅRSAKER TIL PROPPDANNELSE

Materialsammensetningen (tilslagstype, sementmengde, finstoffinnhold m.m.) er avgjørende for betongens pumpbarhet, men risikoen for propp under pumping er også avhengig av pumpeutstyr og pumpeprosedyrer. Proppdannelse kan forårsake store forsinkelser og i verste fall ødeleggelse av utstyr/rør og er en viktig risiko som det må tas hensyn til ved pumping av betong. Det kan være flere årsaker til propp:

- En vanlig årsak er for høy tidlig bleeding (vannutskillelse) som forsterkes av trykkforholdene i slangen slik at finstoffer presses ut og det grove tilslaget konsentreres og danner et solid «steinskjelett» som står mot rørveggen.
- Dersom matriksen har for lav plastisk viskositet vil stempelpumpens slag gi de tyngre, grove tilslagspartiklene større massefart (impuls) enn matriksen slik at en steinseparasjon oppstår og blokkerer slangen.
- Overskridelser av D_{max}
- Variasjon i pumpehastighet – start/stopp
- Separasjon av betongen
- Transport av luft inn i rørledningen ved dårlig etterfylling av tra
- Fremmedlegemer i betongen, for eksempel en stor stein eller betongrester

Dersom betongen har for høy indre flytmotstand (plastisk viskositet) i forhold til strømningshastighet og rørdiameter vil trykket øke så mye at blokkering oppstår idet friksjonen, som er en funksjon av trykket i røret, blir for høy i forhold til pumpens kapasitet.

TILTAK FOR Å UNNGÅ PROPP:

- Unngå høy vannutskillelse og for høy plastisk viskositet. Smøremassens konsistens og mengde har betydning. Jo tettere smøremasse desto større motstand for tilslagspartiklene. Jo større mengde smøremasse desto større avstand før tilslagspartiklene når fronten av smøremassen. For pumping over lange distanser kan det også benyttes en mellomsmørelse mellom smøremasse og betong.
- Fyll betongen ved så lav, men jevn hastighet som mulig.
- Problemer oppstår sjelden ved pumping oppover.
- Stempelpumper med få pumpeslag er gunstig når det gjelder å unngå utpressing av tilslag.
- Betong med høyt matriks- eller sandinnhold forårsaker færre problemer ved at den inneholder færre grove partikler som kan gi blokkering.

Det er ofte slik at det ligger en stor andel av stein bakerst i trommelen på betongbilen. Betongen skal derfor mikses godt før denne slippes ned i pumpen. Det bør videre fylles betong på den siden av S-røret som ikke har åpning mot stempelet slik at større mengder stein ikke er det første som går i rørgaten i smørefasen. Dersom det er store mengder stein bakerst på bilen bør de første literne dumpes slik at dette ikke går i pumpen.

AVBRUDD I PUMPINGEN

Vi må regne med avbrudd i pumpeprosessen, for eksempel i forbindelse med flytting av bom, forsinkelser i betongleveransen osv. Det er viktig at betongstasjonen gir beskjed om forsinkelser til byggeplassen, slik at pumpeoperatøren ganske raskt kan iverksette tiltak slik at betongen ikke størkner i Pumpe og rørgate.

Ved midlertidige stopp i pumpingen må man unngå at betongen størkner. Hvis betongen begynner å størkne, vil det være svært vanskelig å starte pumpingen på nytt.

Ved planlagt stopp i pumpingen der det pumpes i slanger, bør pumpeoperatøren bli varslet på forhånd slik at han kan sørge for at det er nok betong i trauret for at pumpen kan kjøre et pumpeslag for eksempel hvert 5. minutt for å redusere faren for propp.

Betongens konsistens må kontrolleres etter stoppen før den går i forma. Dette er spesielt viktig når det gjelder SKB.

Ved lengre avbrudd bør betongen kjøres i retur til trauret, dersom det er muligheter for dette. Skulle det bli unormalt lang stopp, bør man vurdere rengjøring av Pumpe og utstyr. Problemer med propp i forbindelse med stopp/restart kan oppstå når betongen er ustabil med hensyn til separasjon. Ved separasjon øker kontaktarealet mellom tilslag og rørvegg, i tillegg til at tilslaget i bunnsjiktet i økende grad kan bli kompakt. Propper som oppstår på denne måten, er ekstremt vanskelig å løsne og kan medføre at vi må demontere og rengjøre hele- eller deler av rørdningen. Ved pumping nedover bør man ved stopp i pumping foreta en midlertidig blokkering av endeslange for å unngå inntrengning av luft da betongen siver ut.

LØPENDE KONTROLL

Mens pumping pågår er det flere forhold man bør kontrollere løpende. Dette gjelder blant annet:

- Skjøter og ventiler i rørledningen. Disse må fortløpende kontrolleres for lekkasjer. Dersom betongen i røret har tendens til bleeding kan vannet – som i så fall blir liggende øverst i røret – bli presset ut i lekkasjepunkter. Dette fører til at betongen blir for tørr, noe som igjen kan forårsake propp.
- Fyllingstrauet. Man må hele tiden etterfylle fyllingstrauet slik at det ikke går tomt
- Pumpetrykket. Man må kontrollere at trykket er jevnt på riktig nivå. Dersom trykket øker må det undersøkes hva dette skyldes før propp oppstår.
- Leveransehastigheten må eventuelt bli justert.

RENGJØRING AV RØRGATE

Rengjøring av rørgaten er siste fase i pumpeprosessen. Hvis rørgatene er korte, kan mye av betongen dras tilbake til fyllingstrauet ved å reversere pumpen. Dette gjør rengjøringsprosessen enklere. Alternativt må man koble fra rørdelene og gjøre tømningen manuelt. Etter at betongen er fjernet, vasker man rørene med vanlige vannslanger. Man kan også benytte komprimert luft eller vann under høyt trykk. Dette foregår ved at en rengjøringsball blir ført gjennom røret under trykk. Det må monteres et fangnett over rørenden for å unngå at restbetong og ball blir slynget ut, noe som kan forårsake skade på omkringliggende personell og materiell.

Av sikkerhetsmessige årsaker bør vi unngå å bruke rengjøring med luft. Årsaken er at frigjøring av komprimert luft ofte gir kraftig sleng på slangen. Dette kan forårsake personskade.

Rengjøring med høytrykkspyling betyr økt risiko for propp hvis vann slipper gjennom rengjøringsballen og forårsaker utvasking av finstoffet i betongen. En propp som følge av dette er svært vanskelig å løsne, fordi videre rengjøring fører til at tilslaget blir enda mer kompakt. Kvaliteten på rengjøringsballen er derfor av største betydning for å unngå propp under rengjøring.

PROSEDYRE VED PROPPDANNELSE

HVIS MAN FØLGER RETNINGSLINJENE NEVNT OVENFOR, ER RISIKOEN FOR PROPPDANNELSE MINIMERT. DERSOM PROPP LIKEVEL SKULLE OPPSTÅ, MÅ MAN GJØRE FØLGENDE:

- STANS PUMPEN UMIDDELBART
- REVERSER PUMPEN OG RESTART FRAMOVER IGJEN FOR Å SE OM PROPPEN LØSNER.
- HVIS PROPPEN IKKE LØSNER:
 - Pumpen må alltid kjøres i revers før noe annet gjøres
 - Ved rørutlegg: Slå forsiktig på røret for å lokalisere eventuell propp.
 - Ved slangeutlegg: Slå på slange for å lokalisere propp og åpne nærmeste klemme for å banke ut steinseparasjonen.
 - Rørdeler demonteres og rengjøres – etter at trykket er avlastet ved reversering av pumpen. Koblinger må åpnes med forsiktighet slik at man er sikker på at de ikke er under trykkbelastning.
 - Betongen må fjernes før den har størknet. Hvor lang tid man har på seg avhenger av temperatur og betongsammensetning. Hvis man mislykkes med dette, må hele ledningen demonteres, rengjøres, monteres og arbeidet startes på nytt, inkludert smøring.
 - Bruk av komprimert luft for fjerning av propp og /eller rengjøring av rørledningen må utføres av kompetent personell og i samsvar med gjeldende HMS-krav.
 - Bruk ikke vann for å løse proppen da dette vil medføre separasjon som forverrer problemet.

PUMPING VED HØYE/LAVE TEMPERATURER

HER KAN DET VÆRE NØDVENDIG MED SPEIELLE TILTAK, FOR EKSEMPEL:

- › RØRLEDNINGEN TILDEKKES FOR Å HOLDE DEN KJØLIG/VARM
- › AVBRUDD I PUMPINGEN BØR VÆRE UNDER 10 MINUTTER
- › RØRLEDNINGEN MÅ IKKE GÅ TOM – DETTE VIL FORÅRSAKE AT SMØRESJIKTET STØRKNER/FRYSER OG GIR STOR FRIKSJONSMOTSTAND
- › DET BØR IKKE PUMPES GJENNOM FORDELEMAST VED TEMPERATURER UNDER MINUS 15 GRADER

SIKKER JOBBANALYSE FOR BETONGPUMPE

OPPDRAG:

Sjekkpunkter (kryss av)

	JA	NEI	Ansvarlig	Frist
Har arbeidslaget erfaring med denne type arbeid?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Er grunnforholdene undersøkt for plassering av støttebein?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Er treputer nødvendig?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Er stålplater nødvendig?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Er underlaget sklisikkert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kreves ekstraordinært verneutstyr?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Er det elektriske ledninger i nærheten som kan påvirke oppdraget?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Er det høyspentledninger i nærheten?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Hvis ja, er netteier kontaktet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Er arbeidslaget kjent med forskrifter om arbeider i nærheten av ledninger?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Er det vurdert egen vakt for arbeidet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Er alle inneforstått med hjelmpåbud i maskinens arbeidsområde?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Er det foretatt visuell kontroll av slanger, rør og bend?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Er det behov for sikring av slanger?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Er årlig sikkerhetskontroll av betongpumpen utført?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Er standard befaringskjema gjennomgått og utfylt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Er kollisjonsfaren med andre maskiner/tårnkraner vurdert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Kommentar:

.....

.....

.....

.....

Sted: Dato: Sign.:

HMS OG BETONGPUMPING

FØLGENDE FORHOLD MÅ VIES SPESIELL OPPMERKSOMHET VED PUMPING AV BETONG:

- Pumpeoperatør skal sørge for at arbeidet med betongpumping skjer på en sikker måte for alle som deltar i arbeidet og som er i nærheten av pumpen.
- Kommunikasjon på byggeplass må skje på et språk som alle forstår. Normalt er det norsk som gjelder på norske byggeplasser.
- Pumpeoperatør skal kun levere betongen på støpestedet og ikke delta direkte i støpearbeidet.
- Alt utstyr skal være sjekket på forhånd slik at havari unngås.
- Fleksible slanger må ikke få anledning til å flokes da dette kan forårsake oppbygging av høye trykk som igjen kan medføre svakheter/brudd. Se FABEKOs veiledning for bruk, vedlikehold og kontroll av betongpumpeslanger.



- Merk at endeslanger kan slå kraftig fra side til side. Det bør derfor sikres mot dette. Fritt hengende slange skal ikke ha større lengde enn 4 m.
- Skjøter må være i god stand og korrekt sammenkoblet. Disse må inspiseres av kompetent personell.
- Rør må ikke kobles fra med pumpetrykket på.
- Fylletrau må ha sikkerhetsgitter for å hindre fremmedlegemer fra å falle oppi.
- VIKTIG: Trauet må etterfylles jevnlig for å unngå at det dras inn luft.
- Stillaser må dimensjoneres for tilleggslaste fra rørledningene.
- Støttebein må plasseres på et sikkert underlag. Underlagets bærekapasitet kan bli vesentlig redusert ved dynamisk last (dette oppstår når det er bevegelser i pumpe under pumping).
- Ved bruk av rengjøringsball og luft må rør/slanger festes i enden for å unngå ukontrollerte bevegelser i enden av slangen. Operatøren bør holde god avstand. Lufttilførsel må stenges i god tid før vaskeball når endeslangen.
- Komprimert luft under rengjøring må kun brukes av kompetent personell.
- Hvis du er alene igjen på byggeplass, sørg for å ha en avtale om ca. tidspunkt for avsluttet arbeid.
- Gi beskjed når du er ferdig til å forlate området! Om mulig avtal med formann eller anleggsledelsen at du skal gi beskjed om at du forlater stedet innen et tidspunkt.
- Sørg for å ha mobiltelefon i lommen så du kan få gitt beskjed om noe skulle skje.

REFERANSER OG YTTERLIGERE INFORMASJON:

Tor Arne Hammer, Eva Rodum og Stefan Jacobsen: «Veiledning for pumping av betong», SINTEF Byggforsk (2008)
Norsk Betongforenings publikasjon nr. 5: Prosjektering og utførelse av betongkonstruksjoner i vann (2011)
Norsk Betongforenings publikasjon nr. 7: Sprøytebetong til bergsikring (2011)
Norsk Betongforenings publikasjon nr. 22: «Lettbetong. Spesifikasjoner og produksjonsveiledning» (2003)
Norsk Betongforenings publikasjon nr. 29: «Veiledning for produksjon og bruk av selvkomprimerende betong» (2007)
Viktige forholdsregler!/ Veiledning ved bruk av betongpumpe (plastikkark)
FABEKOs veiledning for bruk, vedlikehold og kontroll av betongpumpeslanger
Sikker bruk av pumper og transportbånd for betongleveranse (modul 18)
Sikkerhetshåndbok SHB-VDMA-rev. 12 NO

DENNE VEILDNINGEN ER REVIDERT 1. APRIL 2015 AV EN PROSJEKTGRUPPE SOM HAR BESTÅTT AV:

Lise Bathen, Statens vegvesen
Bernt Kristiansen, AF-Gruppen
Bjørn Håkon Dokk, Veidekke
Glenn Trandum, T.O.Bull Betongpumping AS
Arne Petter Holmen, T.O.Bull Betongpumping AS
Øyvind Sæter, Unicon
Frode Skåttun, NorBetong
Tommy Cielicki, FABEKO





FABEKO NORSK FABRIKKBETONGFORENING

Besøksadresse: Dronning Mauds gate 15

Postadresse: Postboks 2312 Solli, 0201 Oslo

Tlf: 22 94 76 48 / 49

www.fabeko.no