

# PUMPING AV LAVKARBONBETONG

HØRINGSUTKAST 5. september 2024

## Innhold

1	Forord .....	3
2	Tiltaksliste for pumping av lavkarbonbetong .....	4
3	Kort om ulike problemstillinger med pumping .....	5
3.1	Sikkerhetskompetanse .....	5
3.2	Betongsammensetning .....	6
3.3	Tilslag .....	6
3.4	Ordre og bestilling .....	7
3.5	Pumpeutstyr .....	7
3.5.1	Tårnpumper .....	7
3.5.2	Pumpemiksere .....	8
3.5.3	Slangeutstyr .....	9
3.6	Byggeplassforhold .....	9
4	Anbefalinger og eksempler på løsninger .....	11
4.1	Betongteknologi .....	11
4.1.1	Tilslag og proposjonering .....	12
4.1.2	Tilsetnings- og hjelpestoffer .....	16
4.1.3	Smørelass ved oppstart .....	17
4.2	Planlegging av pumpeoppdrag .....	17
4.2.1	Bestilling av betong .....	17
4.2.2	Forhåndsbehandling .....	17
4.2.3	Kompetanse .....	19
4.2.4	Sikker jobbanalyse .....	19
4.3	Valg av pumpeutstyr .....	20
4.3.1	Anbefalinger for maskinutstyr .....	20
4.3.2	Anbefaling for slangeutstyr .....	21
4.4	Gjennomføring av pumpeoppdraget på byggeplassen .....	23
4.4.1	Ankomst byggeplass og sikring av maskin, rør og slanger .....	23
4.4.2	Oppstart av pumping .....	24
4.4.3	Gjennomføring av pumping .....	24
4.4.4	Avslutning av pumping .....	25

5	Vedlegg .....	26
5.1	Betong Norges kontrollordning for mobilt pumpeutstyr, Betong Norge august 2024 .....	26
5.2	Kompetanse for sjåførere og pumpeoperatører, Betong Norge august 2024 .....	26
5.3	Sikker jobbanalyse for betongpumping, Betong Norge august 2024 .....	26
5.4	Sjekkliste for pumpebestilling, Betong Norge august 2024.....	26
6	Referanser .....	26
6.1	Veileder om pumping av betong, Fabeko 2015 (betong.no).....	26
6.2	Veiledning for bruk, vedlikehold og kontroll av betongpumpeslanger, Fabeko 2021 (betong.no).....	26
6.3	Sikkerhetsblad for betongpumping, Fabeko udatert (betong.no).....	26
6.4	Veileder for arbeidstid- kjøre- og hviletid for sjåførere og pumpeoperatører, Betong Norge 2024 (betong.no).....	26
6.5	Norsk Betongforening publikasjon nr 37, Lavkarbonbetong (betong.net).....	26
6.6	Norsk Betongforening publikasjon nr 5, Støping under vann (betong.net) .....	26
6.7	Norsk Betongforening publikasjon nr 18, Tilslag til betongformål (betong.net).....	26
6.8	Sikkerhetsvideoer betongpumping, Betong Norge (betong.no) <a href="https://youtu.be/VZ1J_TQIjIU?feature=shared">https://youtu.be/VZ1J_TQIjIU?feature=shared</a> og <a href="https://www.youtube.com/watch?v=HzsKtojW6r8">https://www.youtube.com/watch?v=HzsKtojW6r8</a> og .....	26
6.9	Betongopplæringsrådet (BOR), <a href="https://betongopplaering.no">https://betongopplaering.no</a> .....	26
6.10	Forskrift om utførelse av arbeid <a href="https://lovdata.no/dokument/S">https://lovdata.no/dokument/S</a> .....	26
6.11	Samarbeid for sikkerhet i bygg og anlegg, læringsark <a href="https://sfsba.no/laeringsark/">https://sfsba.no/laeringsark/</a> .....	26

## Forbehold om ansvar

Denne rapporten fra Betong Norge og Norsk Betongforening (NB) er utarbeidet av en arbeidsgruppe sammensatt av fagpersoner utnevnt av publikasjonskomiteen i foreningen. I prosessen med utarbeiding av rapporten er det lagt vekt på å sikre at innholdet er i samsvar med kjent viten og de standarder som var gjeldende da arbeidet ble avsluttet. Publikasjonen har vært på høring i fagmiljøet. Noen feil eller mangler kan likevel forekomme.

Betong Norge og NB forutsetter at rapporten brukes av personer med den nødvendige faglige kompetansen, og med forståelse for de begrensningene og forutsetningene som er lagt til grunn. Feil tolking og bruk av innholdet i rapporten er ikke Betong Norges eller NB sitt ansvar.

Betong Norge eller NB, eller medlemmer i prosjektgruppen og publikasjonskomiteen, har ikke ansvar for direkte eller indirekte følge av eventuelle feil eller mangler i publikasjonen, eller bruken av innholdet i publikasjonen.

# 1 Forord

Norsk Betongforening (NB) og Betong Norge har laget denne rapporten for bransjen for å bidra til at pumping av betong foregår på best mulig måte med høy sikkerhet for personell og utstyr. Nye miljøkrav har medført at såkalt lavkarbonbetong er blitt vanlig på mange byggeplasser. De siste årene har det blitt observert at flere pumpe-slanger har sprukket under høyt pumpetrykk og dette medfører stor fare for skader på personer og utstyr. Dette krever mer bevissthet på både betongens pumpeegenskaper og det utstyret som benyttes på byggeplassen. Lange pumpelengder og nye betongtyper må behandles på en annen måte enn tidligere da betongene var rike på sement og finstoffer og ofte lettere å pumpe.

Denne rapporten har som mål å bli benyttet som veileder og et daglig hjelpemiddel som gir en beskrivelse av beste praksis for alle ledd i betongbransjen samt inngå som del av kurs under Betongopplæringsrådet.

Rapporten har innledningsvis en tiltaksliste som gir gode råd og bør følges for alle som planlegger og gjennomfører pumping av lavkarbonbetong. Deretter beskriver rapporten ulike problemstillinger og eksempler på gode løsninger. Vi håper rapporten kan være til nytte ved å legge til rette for økt bruk av lavkarbonbetong med høy sikkerhet under utførelsen av betongpumping. For nærmere beskrivelse av disse betongtypene, vises til NBs publikasjon nr 37 Lavkarbonbetong /6.5/. For pumping av betong for støping under vann vises det til NB publikasjon nr 5 Utførelse av betongarbeider i vann /6.6/.

Løsningene kombinerer forbedring av betongens pumpeegenskaper, valg av tilpasset pumpeutstyr og etablering av gode rutiner for kommunikasjon i verdikjeden mellom betongprodusent, pumpeoperatør og bestiller/entreprenør.

**Flere av de anbefalingene som gis i rapporten gjelder for pumping av alle betongtyper men er spesielt viktige for pumping av lavkarbonbetong da disse betongtypene kan påføre utstyr høye belastninger og krever spesielt høyt fokus på noen av sikkerhetstiltakene. Rapporten bør derfor benyttes for planlegging- og gjennomføring av alle pumpearbeider.**

I rapporten vises det til flere veiledere og sjekklister utarbeidet av Betong Norge. Disse dokumentene ble utviklet av Fabeko som fra 1. januar 2024 er fusjonert inn i Betong Norge. Noen veiledere bærer derfor fremdeles Fabekos logo.

Arbeidet med innholdet i rapporten er gjennomført av en ressursgruppe med følgende personer:

Sverre Smeplass – Skanska Entreprenør AS

Thomas Beck – Mapei AS

Usman Razzaq – Skedsmo Betong AS

Bård Pedersen – Statens Vegvesen

Børge Iversen – Gjerde Betongpumping AS

Tor Magnus Zachariassen – Heidelberg Materials Norge AS

Knut Arne Tho – Bull Betongpumping AS

Arnbjørn Gulbrandstad – Øst Byggentreprenør AS

Øystein Mortensvik – Ribe Betong AS

Sten Kristiansen – Karlsrud Betongpumping AS

Espen Kurås (leder) - Betong Norge

Avsluttende sekretærfunksjon er utført av Jan E Hjelle – Hjelle Råd og Takst

## 2 Tiltaksliste for pumping av lavkarbonbetong

Denne tiltakslisten kan benyttes av alle som er en del av planlegging, gjennomføring og kontroll av betongpumping. Listen viser til kapitler i denne rapporten der både problemstillinger og forslag til løsninger er nærmere beskrevet. Enkelte av tiltakene gjelder for alle mens andre er mest viktig for hhv betongprodusent, pumpeoperatør eller entreprenør.

1. Benytt en fastsatt mal for bestillinger av betong der pumping inngår. Et forslag til sjekkliste er omtalt i [kapittel 4.2.1 og vedlegg 5.4](#)
2. Entreprenører etablerer prosedyrer for bruk av mobilt betongpumpeutstyr som en obligatorisk mal for alle prosjekter der ansvarsområder for betongprodusent, pumpeelskap og egen byggeplassledelse inngår
3. Avklar både tekniske forhold og HMS for gjennomføring av betongpumping i oppstartsmøter
4. Foreta forhåndsbefaring av byggeplass med gjennomgang av riggplan, om nødvendig med hjelp av video på mobiltelefon der fysisk befaring ikke er mulig. Registrer areal og tilkomstveg til riggplass samt at pumpa kan stå med mindre enn 3 grader helling. Utfør sikker jobbanalyse- se mer i [kapittel 4.2 og vedlegg 5.3](#)
5. Betongprodusenten etablerer resepttekniske prosedyrer for produksjon og kontroll av lavkarbonbetong som skal pumpes. Ta spesielt hensyn til tilslag og valg av tilpassede hjelpestoffer.
6. Sørg for å avklare betongens pumpeegenskaper, hvilket slangeutstyr eller rør som skal benyttes og om det er behov for ekstra mannskaper for utlegging og flytting av slanger og rør. Ved behov for større slangeutstyr enn standard 3", må hjelpemanskaper innkalles for utlegging og flytting av slanger
7. Kontroller alt pumpeutstyr før avreise til byggeplassen- se [kapittel 4.3](#)
8. Sørg for at alle ansatte eller innleide har dokumentert kompetanse gjennom Betongopplæringsrådet for de arbeidsoppdrag de skal utføre. Dette gjelder både hos entreprenør og betongleverandør. For betongsjåfører gjelder kompetansebevis klasse BT og for pumpeoperatør klasse BT + PO. Sørg for at sjåfører og pumpeoperatører har nødvendig opplæring på det utstyret som skal benyttes. Se [kapittel 4.2.3 og vedlegg 5.2](#)
9. Velg mobilt pumpeutstyr som er kontrollert og godkjent i Betong Norges Kontrollordning. Oblater fra Maskinregisteret med QR-kode er synlig for skanning utvendig på maskin, Se [vedlegg 5.1](#)
10. Dokumenter at slanger, flenser og klemmer på slanger er systematisk kontrollert og at de er riktig montert på byggeplassen med sikringswire over slangekupper og splinter i klemmer. Se [kapittel 4.3.2 og /6.2/](#)
11. Sørg for god kontakt mellom betongprodusent, leverandør av pumpejenester og entreprenør både før- og underveis i leveransen for nødvendig tilpassing av betongens egenskaper og leveringstakt
12. Avklar bruk av smørelast/slurry ved oppstart. Se [kapittel 4.1.3 og 4.4.2](#)

13. Avklar plass for tømning og rengjøring av pumpe etter avsluttet arbeid. Se [kapittel 4.4.4](#)
14. Avklar bruk av trafikkregulering inn og ut av byggeplassen der dette er nødvendig for å unngå konflikt menneske-maskin. Det er ofte behov for hjelpepersonell til stede på byggeplassen når betongpumpe rygger ut etter avsluttet oppdrag. Se [kapittel 4.4.1 og 4.4.4](#)
15. Sørg for trygg tilkomst og rigging av betongpumpe på byggeplassen- se [kapittel 4.4.1](#)
16. Sørg for at kjøreseddel blir kontrollert og signert når betongbil ankommer byggeplassen for å sikre at det er riktig leveringssted, riktig betongtype som bestilt og at betongtypen er tilpasset pumping. Se [kapittel 4.4.3](#)
17. Påse at personell ikke befinner seg under bom på betongpumpe og sørg for at pumpeoperatør kan arbeide uforstyrret uten å ta del av andre deler av støpearbeidene enn å styre- og kontrollere pumpeutstyr. Se [kapittel 4.4.3](#)
18. Kontroller pumpetrykk, pumpeutstyr og betongens pumpeegenskaper underveis i arbeidet og gjør nødvendige korrektive tiltak. Se [kapittel 4.4.3](#)
19. Etablere prosedyrer for deling av uønskede hendelser for læring og forbedring. Se [kapittel 4.2.4](#)

### 3 Kort om ulike problemstillinger med pumping

#### 3.1 Sikkerhetskompetanse

Fabeko som nå er fusjonert inn i Betong Norge, har gjennom mange år utarbeidet veiledere som angir de viktigste punktene for å oppnå høy sikkerhet ved leveranser av fabrikkbetong, herunder pumping av betong på byggeplassen. Disse veilederne ligger på nettsiden [betong.no](http://betong.no) men er likevel lite kjent for andre enn betongpumpeselskapene. Gjennom Betongopplæringsrådet er det imidlertid utviklet eget sikkerhetskurs for betongpumpeoperatører, det såkalte AOS-kurset som bygger på mange av de nevnte veiledningene.

Hovedutfordringen er at disse sikkerhetstiltakene forutsetter at også betongprodusentene og entreprenørene kjenner disse veilederne. Dette er dessverre sjelden tilfellet og skyldes oftest dårlig kommunikasjon mellom aktørene der pumpeselskapene generelt sett har begrenset med administrative personressurser.

Praksis i dag kan være at betong blir bestilt, produsert som ønsket og levert til byggeplass. Når betongen ankommer byggeplassen, er det ofte slik i dag at pumpeoperatør har lite informasjon om type betong og hva det innebærer av utfordringer for å få gjennomført oppdraget. Noen prosjekter krever lange slangeutlegg, og kombinert med utfordrende betong kan dette medføre stor fare for personell og materiell.

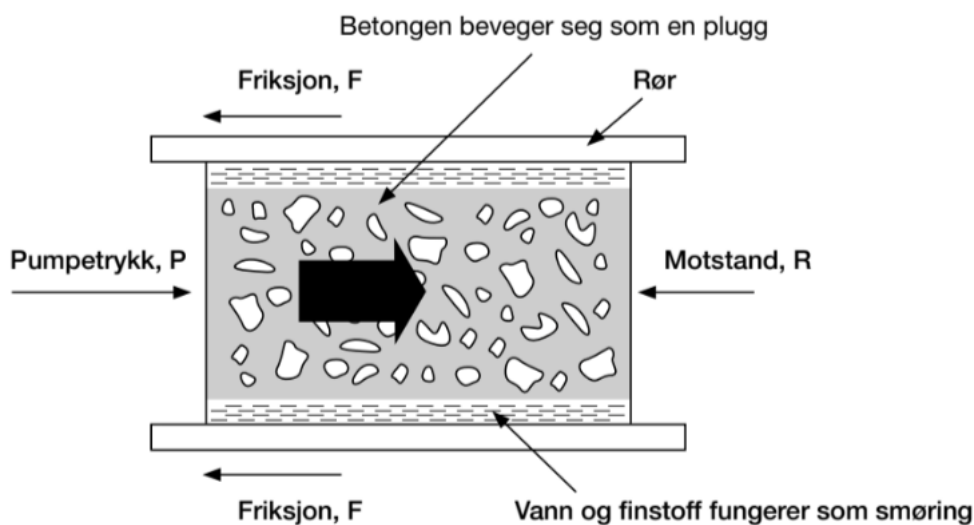
### 3.2 Betongsammensetning

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.

Figur 1 nedenfor er hentet fra Betong Norges veileder om betongpumping /6.1/



Utviklingen i retning økt bruk av betongsammensetninger med lave utslipp av klimagasser har et gitt et større spenn i bindemiddelsammensetningene enn det vi har hatt tidligere. Redusert klimagassutslipp kan oppnås ved redusert sementforbruk, bruk av erstatnings-materialer som flygeaske, eller bruk av blandingssementer med lavere klimagassutslipp (som f.eks. slaggsementer). Dette har også ført til at betongens bruksegenskaper, blant annet pumpbarhet, har et mye større variasjonsområde enn det vi så for 20 år siden.

Betongpumpeoperatørene melder at mer steinrike betonger setter høyere krav til betongpumpeutstyret og at slitasjen på utstyret blir betydelig høyere. De sammenligner betong i dag med det som var normalt for noen år tilbake og melder at det som var betongegenskaper med 16mm stein 25% redusert, i dag krever 50% redusert steinmengde. Dette kan imidlertid slå ulikt ut avhengig av om det er en såkalt mager betongsammenstening eller en «Vegvesen-betong» som har mer sement og finstoffer

### 3.3 Tilslag

Historisk har vi brukt og bruker fortsatt mye naturtilslag i Norge, en stor del av dette er brelv-avsetninger og morenemateriale fra istiden. Naturmaterialene har generelt kubiske og relativt godt rundede tilslagskorn. Da naturlig grus og sand er en begrenset ressurs brukes det i økende grad knust stein og samt såkalt maskinsand. Tilslagets effekt på betongens ferske egenskaper, inklusive pumpbarhet, styres i hovedsak av geometriske egenskaper, altså kornform og gradering. Ved

produksjon av lavkarbonbetong som skal pumpes, må det stilles særlige krav til uttesting av tilslagets påvirkning av egenskapene i fersk betong.

### 3.4 Ordre og bestilling

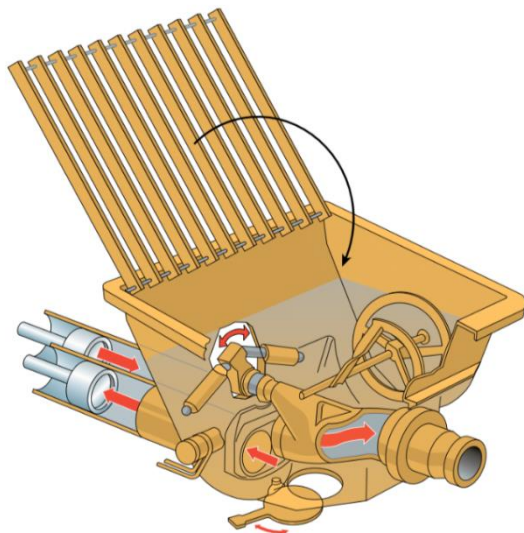
Bestilling av pumpeoppdrag skjer hovedsakelig på to ulike måter:

- Entreprenør bestiller betong ferdig pumpet fra betongprodusent levert på byggeplassen
- Entreprenør bestiller pumpeoppdrag direkte fra leverandør av betongpumping, mens betong bestilles tilkjørt fra betongprodusent

I det første eksempelet har betongprodusent hele ansvaret for leveransen inkludert å levere betong med tilstrekkelig pumpbarhet. I det andre eksempelet er det mer sannsynlig at leverandør av pumpe tjenester ikke kjenner så godt hvilke betongtyper som skal leveres eller har mindre innflytelse på betongens pumpeegenskaper. Pumping av lavkarbonbetong vil ofte sette nye krav til pumpeutstyret eller gjøre at enkelte pumpetyper fungerer dårligere.

### 3.5 Pumpeutstyr

Det er flere typer av pumper i bruk på byggeplassene, men stempelpumpe er mest brukt til betong. Det brukes også skruepumper og rotorpumper (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 85 bar og undertrykk på nesten 10 bar. 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.

Figur 2 er hentet fra Betong Norges veileder om pumping av betong /6.1/

#### 3.5.1 Tårnpumper

De mobile tårnpumpene som benyttes har varierende kapasiteter (opp mot 150 m<sup>3</sup> pr time) og har stor rekkevidde på rørgate i tårn (lengde opp til 60 meter). I de siste årene har størrelse og rekkevidde på disse pumpene økt og med stadig bedre styrings- og sikkerhetssystemer.

Maksimalt pumpetrykk på de store tårnpumpene er 85 bar og diameter på rør er normalt minst 5".



Bilde 1 av tårnpumpe.

Kilde [Lium](#)

### 3.5.2 Pumpemiksere

I tillegg til disse tårnpumpene benyttes kombipumper eller såkalte pumpemiksere (pumi) som er betongbiler med påmontert pumpe. Fordelen med de siste er at de kan ta med betong til byggeplassen (normalt maks. ca 4,5 m<sup>3</sup> betong) og også motta betong fra andre betongbiler og pumpe denne betongen inn på byggeplassen. Lengden på rørgate på slike pumpemiksere er normalt begrenset ca 28 m. Slike pumpemiksere har god framkommelighet, er godt egnet for å gjennomføre flere små jobber hver dag og er raske å rigge opp og vaske.

For å beholde nyttelasten så høy som mulig er noen av disse pumi'ene bygget med 4'' (diameter på 4 tommer) rørgate for å redusere vekt på utstyret. En negativ effekt av dette er at de blir lite egnet til å pumpe steinrik lavkarbonbetong. For de mest steinrike reseptene kan det være utfordrende, nesten umulig, å starte opp pumping på de minste pumpene. I de minste pumpeaggregatene kan de oppstå problem i betongtroa, det blir for trangt i innsuget til betongsylindrene i forhold til mengden sten. Pumi'er kan likevel benyttes for pumping av lavkarbonbetong dersom dimensjoner på pumpe og rørgate er som for tårnpumper.





Bilde 2 av pumpemikser (pumi), Kilde [Lium](#)

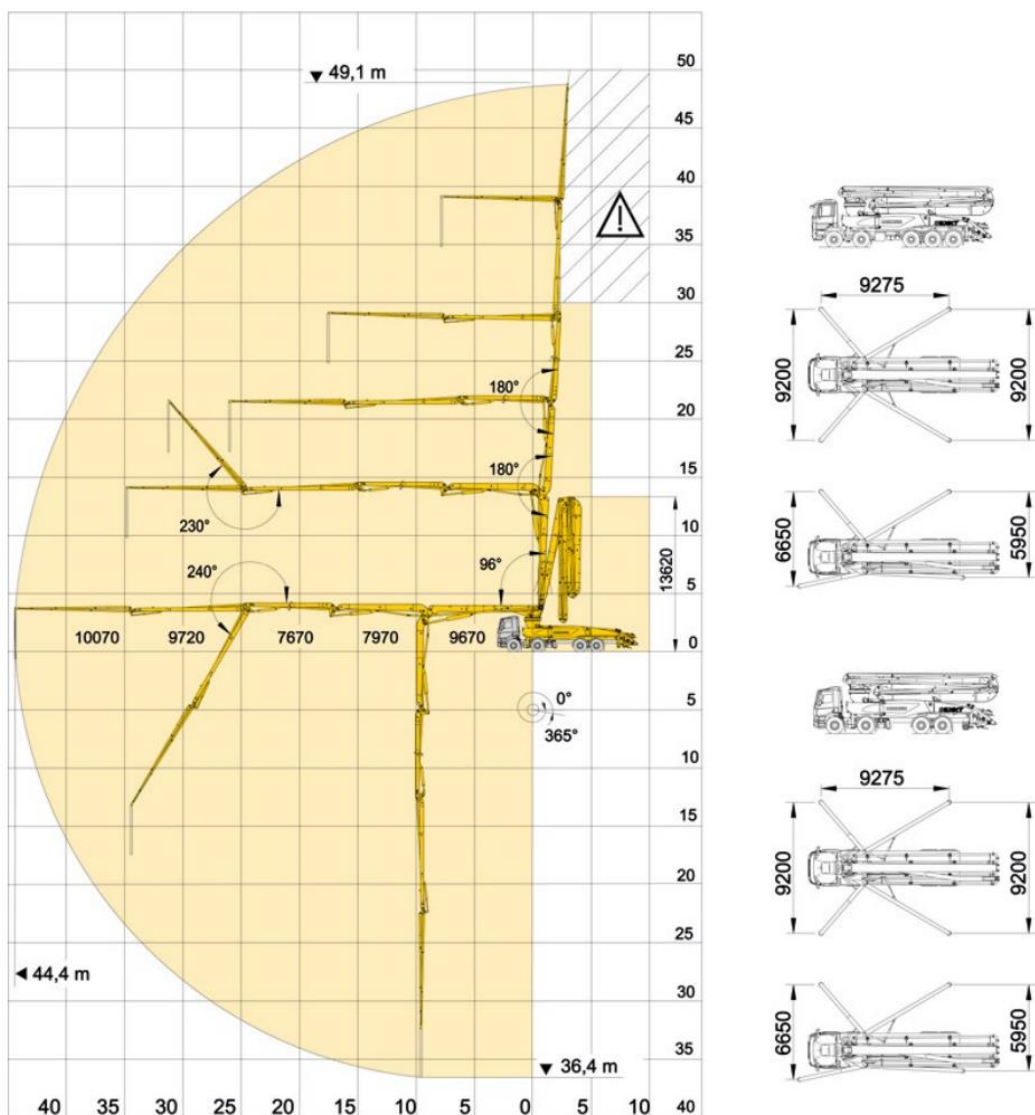
### 3.5.3 Slangeutstyr

Ved behov for slangeutlegg er diameter på slanger normalt begrenset til 3'' for at pumpeoperatør skal kunne håndtere vekten av slangene. Det å gå over til 4'' slanger eller rør, vil gjøre det mye verre å støpe da både mer mannskap må inn og det blir også mer belastning på mannskapene som skal håndtere tyngre slanger. Det kan også være vanskelig med store dimensjoner på slanger ved f.eks. støp i veggformer der slanger ikke kommer ned i forma, og dette kan bidra til separasjon og andre problemer.

### 3.6 Byggeplassforhold

Sikker plassering av de store mobile betongpumpene og slanger på byggeplassen er en forutsetning for at pumpeoppdraget skal kunne gjennomføres slik partene forventer. Disse maskinene er i dag like store som de fleste mobilkraner og har de samme risikoforholdene. På grunn av korte bestillingstider og kort planleggingshorisont for betongarbeidene (som ofte er væravhengige), har imidlertid betongpumpene fått lavere prioritet på riggområder med begrenset areal. Ofte har det heller ikke vært tid for en forhåndsbesiktigelse og sjekk av riggplanen før betongpumpen ankommer byggeplassen.

Den følgende figur 3 viser et eksempel på rekkevidde og plassbehov på byggeplassen for en tårnpumpe på 50 meter.



Kilde: [Liebherr](#)

Ved behov for utlegg av ekstra slanger for å forlenge rekkevidde, angir Betong Norges veiledninger at slangedimensjoner som oftes må økes fra 3" til 4" for å holde pumpetrykket på et forsvarlig nivå ved pumping av lavkarbonbetong. Dette medfører at slanger blir for tunge for å bli lagt ut av pumpeoperatør alene og dette gjør det nødvendig med hjelpemansker for slangeutlegg og avslutning av arbeidene. Dersom dette ikke er inkludert i avtalen for oppdraget, kan det skape ekstra sikkerhetsrisiko på byggeplassen ved at det velges slanger med for liten diameter som ikke er tilpasset betongens pumpeegenskaper og aktuell pumpe lengde.

Betongpumpeselskapene melder om at pumpetrykk og slitasje på pumpeutstyr og slanger er betydelig høyere på steinrike betonger og ved bruk av knust tilslag. Ved utlegg av slanger på skarpe kanter bør det brukes et mellomlegg for å unngå skader på slangene. Til dette kan det brukes såkalte «akebrett»

## 4 anbefalinger og eksempler på løsninger

Anbefalingene dels inn i flere kapitler og er samlet i temaene:

### 4.1 Betongteknologi

### 4.2 Planlegging av pumpeoppdrag

### 4.3 Valg av utstyr

### 4.4 Gjennomføring av pumpeoppdraget på byggeplassen

#### 4.1 Betongteknologi

Den viktigste anbefalingen er å benytte de tilsetnings- og hjelpestoffene som øker betongens pumpbarhet i kombinasjon med vurderinger av det tilslaget som er tilgjengelig. Det er viktig at dialogen mellom betongprodusent og pumpeoperatør er god for å samkjøre erfaringer fra tidligere oppdrag med kravene som stilles til betongen og pumpingen.

Det er i dag ingen anerkjente og standardiserte prøvemetoder som er utviklet spesielt for dokumenterer betongens egenskaper under pumping. De fleste betongprodusenter har imidlertid bygget opp et erfaringsgrunnlag for hvilke tiltak i egen produksjon som sikrer gode pumpeegenskaper.

Det anbefales at hver betongprodusent etablerer egne prosedyrer for produksjon av betongtyper som skal pumpes og tar dette inn i standardbetingelser på samme måte som når for eksempel selvkomprimerende betong (SKB) skal leveres. Det er viktig at teknologene hos både betongprodusenten og entreprenøren aktivt deltar aktivt ute på byggeplassen for nettopp å følge opp betongenes pumpeegenskaper og ikke bare de tradisjonelle egenskapene som luftinnhold, synk / flyt og trykkfasthet.

En generell betraktning fra pumpeoperatørene er at betongteknologer har størst fokus på betongegenskaper fra betongfabrikk og støpelighet når betongen går i forma hos entreprenøren. Hovedoppgavene er da å kontrollere egenskaper med tradisjonelle luftprøver, synk, flyt og trykkfasthet.

I mange prosjekter kommer planlegging- og kontroll av betongens pumpeegenskaper sent inn i prosjektet, ofte samme dag som oppdraget skal utføres. En grunn til dette er at pumpeegenskaper kan være utelatt fra forhold som tas opp under oppstartsmøter på byggeplassen.

De fleste leverandører av tilsetningsstoffer for betong har såkalte pumpeforbedrende stoffer i produktlisten og erfaringene med disse er gode. Disse tilsetningsstoffene er til nå lite brukt og dette skyldes nok flere forhold i en sammensatt verdikjede. En av årsakene er at kostnaden pr m<sup>3</sup> betong går opp og at leverandøren av tilsetningsstoffer har betongprodusent som kunde og ikke betongpumpeselskapet og entreprenøren som drar nytte av forbedringen.

Siste generasjon plastiserende tilsetningsstoffer, såkalte co-polymerer, ble introdusert tidlig på 2000-tallet, og fikk raskt en dominerende posisjon i markedet. Disse tilsetningsstoffene har meget sterk dispergerende evne, gir derfor mulighet til å oppnå god støpelighet også ved bruk av finmalte bindemidler, relativt små bindemiddelmengder, og ved høy finstoffandel. Co-polymerer har også mindre tendens til retardasjon enn mange av de produktene som var i bruk tidligere.

Bruken av mer- og finere finstoff gir mange fordeler, men også noen ulemper. Co-polymerer kan gi en kraftig reduksjon i flyteskjærspenningen, og dermed høyt synkmål, og god flyteevne. Tilsetningsstoffene gir derimot bare til en viss grad reduksjon i viskositeten, dvs. væskeseigheten. Økt væskeseighet er en direkte konsekvens av bruken av mer og mer finmalt finstoff. Dette er som regel ikke noe problem når betongen har høyt masseforhold, slik som for betonger med masseforhold fra 0,60 og oppover. Økt væskeseighet bidrar til stabilitet, og tendensen til seigere oppførsel kan derfor som regel kompenseres med litt høyere synkmål. For betonger med lavere masseforhold, f.eks. betong til samferdsels-prosjekter, eller betong med spesielt høyt finstoffinnhold, kan væskeseigheten derimot bli høyere enn ønskelig.

Økt væskeseighet gir økt motstand i pumperør og slanger, og dermed både høyere pumpetrykk og lavere kapasitet. Dette er spesielt godt merkbart ved bruk av slanger og rør med liten diameter. En effekt av høy væskeseighet er også at behovet for smøring av slanger og rør øker. Det væsketapet som oppstår når den seige betongen flyter gjennom tørre rør og slanger kan gi en ytterligere økning av seigheten, og faren for proppdannelser øker.

En bieffekt av økt væskeseighet i betongen er at betongen også får tendens til tiksotrop oppførsel. Dette betyr at motstanden mot initiell bevegelse øker midlertidig når betongen står i ro i 5-10 minutter, og at det dermed må tilføres energi for å sette betongen i ny bevegelse. Dette kan i praksis gi betydelig økt pumpetrykk ved oppstart etter opphold i pumpingen, og kan forårsake proppdannelser, spesielt ved bruk av liten slangediameter.

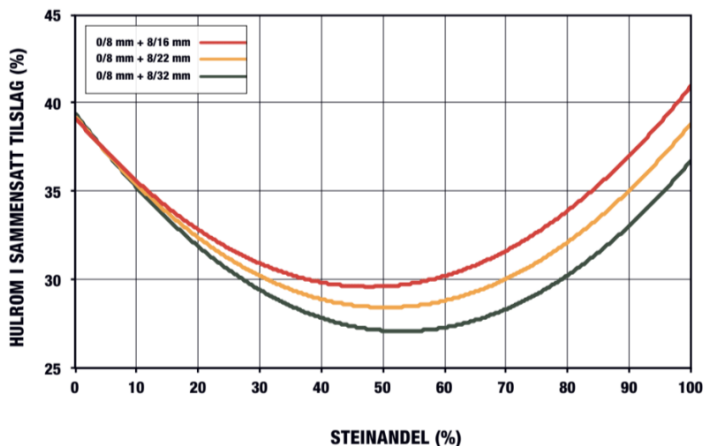
Når et prosjekt planlegges, blir pumpeoppdraget i dag ofte glemt. I de mest utfordrende betongtypene benytter man gjerne resirkulert tilslag og dette kan skape utfordringer med pumpingen av betongen. Dette viser at vurderinger av betongsammensetningen må gjøres i god tid før blanding på betongfabrikken.

Norge har det ikke vært vanlig at nye resepter testes ut med prøvepumping på fabrikk før de sendes ut til byggeplass. For pumping av lavkarbonbetong anbefales det at betongprodusentene kontrollerer pumpeegenskapene før levering. Se forslag i tabell 1 som refererer til lavkarbonklasser i NB37 /6.5/.

Klasse lavkarbonbetong	Prøvepumping
Lavkarbon B	Bør
Lavkarbon A	Bør
Lavkarbon Pluss	Skal
Lavkarbon Ekstrem	Skal

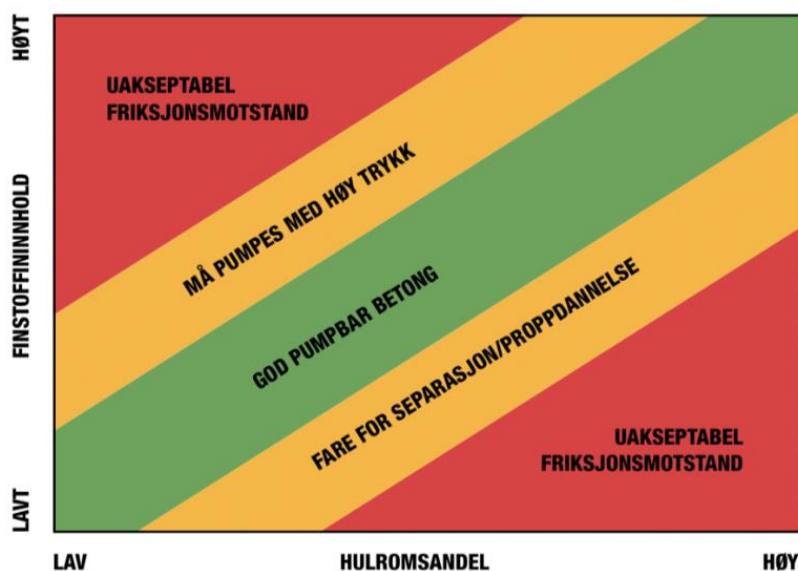
#### 4.1.1 Tilslag og proposjonering

Det er viktig å se på årsakene til at noe tilslag gir betongen bedre pumparhet enn andre. Generelt sett må sammensetningen av tilslaget gi lavt hulromsvolum i betongen. Eksempel på hulromsvolum som funksjon av steinandel er vist i figur 4 nedenfor og som er hentet fra Betong Norges veileder om betongpumping /6.1/:



En generell betraktning er at tilslagetets siktekurve viser om tilslaget har en god sammensetning (lite vannbehov). Et tilslag 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 under (hentet fra Betong Norges veiledning om betongpumping) at betonger med en høy hulromsandel krever mer finstoff for å unngå separasjon.

Figur 5 under viser prinsippene for hvordan vi på en enkelt måte kan illustrere betongens pumpeegenskaper ut fra tilslagetets beskaffenhet /6.1/. 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.

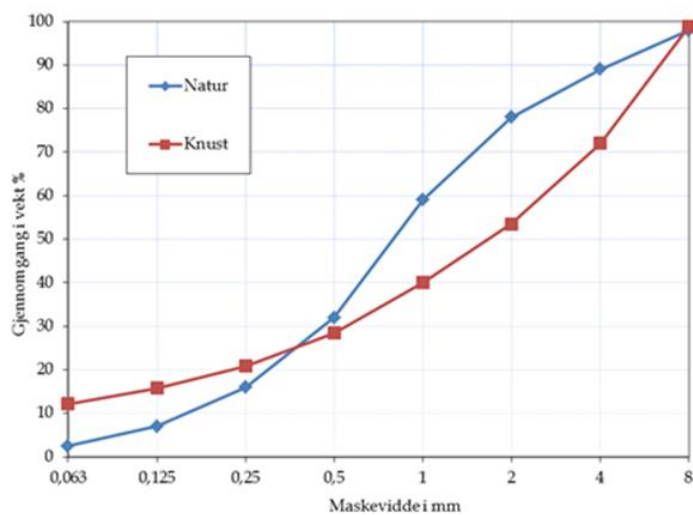


Tilslagetets siktekurve kan imidlertid ikke benyttes som eneste faktor for gode pumpeegenskaper. Det brukes i dag i økende grad knust tilslag og såkalt maskinsand. Bruk av knust grovt tilslag (partikkelstørrelser > 4 mm) har vært i bruk i en årrekke. Ordinær tilslagsproduksjon med tre-trinns knusing vil normalt sett gi grovt tilslag av god kvalitet som ikke bør gi problemer med pumping, så lenge betongen ellers er «riktig» proporsjonert. En god indikator på kvalitet er flisighetsindeks (FI). Et

godt kubisk tilslag har  $FI \leq 15$  og gjerne under 10. Økt FI vil gi økt hulromsandel, noe som gjennom proporsjonering av betongen må kompenseres med økt matriksinnhold.

Det fine tilslag (< 4 mm) har i praksis størst betydning for betongens flyteegenskaper og påvirket også betongens pumpeegenskaper.

Typiske forskjeller mellom naturtilslag og knust tilslag er vist i figur 6 som er hentet fra NB publikasjon nr 18 Tilslag til betongformål /6.7/



Figur nr 6 over viser et eksempel på forskjeller i gradering mellom 0/8mm natursand basert på breelvmateriale med «åpen» gradering og 0/8 mm knust sand med «tett» gradering. En høykvalitets maskinsand vil som regel være produsert gjennom en 4-trinns knuseprosess, hvor tilslagskornene kubiseres og avrundes ved hjelp av en VSI-knuser i det siste trinnet. En høykvalitets maskinsand vil kunne ha like god kornform som et godt naturtilslag, dette er vist i bilde 3, høyre bilde. En slik knuseprosess medfører imidlertid et høyt finstoffinnhold, noe som krever videre prosessering enten med vindsikt eller gjennom våtprosessering for å redusere og optimalisere finstoffinnholdet. Praktisk erfaring i Norge har vist at en optimalisert maskinsand vil gi minst like gode betongegenskaper som en god natursand.





Bilde nr 3 er en illustrasjon av maskinsand. Bilder t.v.: høykvalitets, kubisk naturlig glasifluvial sand. Bilder i midten: lav-kvalitet flisig materiale. Bilder t.h.: høykvalitets maskinsand produsert via en optimal knuseprosess, inklusiv VSI-knusing. Bildet er hentet fra NB 18 /6.7/.

En dårlig knust sand kan på den annen side være svært mye dårligere enn en god natursand, et eksempel på dette er vist i bilde 3, midtre foto. Bildet viser et svært flisig materiale. Så vil det i praksis finnes varianter som ligger mellom dette svært flisige materiale og det optimaliserte produktet på høyre bilde. Knust sand av lav kvalitet er dårlig egnet til betong generelt, og spesielt til betonger som skal pumpes. I praksis vil det imidlertid kunne fungere tilfredsstillende å blande inn en liten mengde lav-kvalitets knust sand i en god natursand.

Gradering: I praksis kan man oppnå god pumpbar betong både med tett, åpen eller rett kurve (ref. Figur 1), men partikkelsprang bør unngås. Men kombinasjonen tett kurve og dårlig kornform kan være ugunstig.

Finstoff: For å oppnå god pumpbarhet må det være et tilstrekkelig overskudd av matriks (ref. partikkel-matriks modellen). For en ordinær betong med relativt lav mengde bindemiddel, f.eks. B30 M60 som, vil det være gunstig med mye finstoff fra tilslaget, dette vil forbedre både flytbarhet og stabilitet. En høykvalitets-betong til bru/infrastruktur (f.eks. B55 MF40) vil på den annen side ha et høyt bindemiddelinhold, og for mye finstoff fra tilslaget vil da føre til høy viskositet og dermed høy motstand mot pumping. Den beste måten å løse dette på vil være å ha silokapasitet til 2 typer sand, en relativt finstoffattig sand som er optimalisert for høykvalitetsbetonger, og en finere sand (f.eks. 0/2 eller 0/4 mm med høyt finstoffinnhold) som kan benyttes etter behov på lavere betongkvaliteter og SKB. I praksis har likevel mange betongprodusenter kun en sandtype, noe som nødvendigvis må bli et kompromiss.

Tilslagets effekt på betongens ferske egenskaper, inklusive pumpbarhet, styres som tidligere nevnt i rapporten i hovedsak av geometriske egenskaper, altså kornform og gradering. I tillegg vil også mineralogi kunne ha en viss betydning, i hovedsak handler dette om at friknust glimmer i finfraksjonen vil kunne ha negativ effekt på flyteegenskapene.

Rør/slange-diameter må tilpasses tilslagets største nominelle kornstørrelse (D). Man kan her være obs. på følgende:

Tilslagstørrelser betegnes med  $d/D$ , som er henholdsvis nedre og øvre «nominelle» tilslagsstørrelse. En gitt tilslagsfraksjon (f.eks. 16/22 mm) vil inneholde både underkorn og overkorn i forhold til de nominelle størrelsene, hvor masse av tilslagskorn med størrelse over D tillates å være inntil 20 %. Kravet (i NS-EN 12620) er at ingen korn skal være større enn 2D (altså 44 mm), og at maks 2 masse % av tilslagskornene skal være større enn 1,4D (altså 31 mm). Den maksimale tilslagsstørrelsen vil derfor alltid være noen mm større enn den øvre nominelle størrelsen (D), og dette kan variere noe fra produsent til produsent.

Det fine tilslag (< 4 mm) har i praksis størst betydning for betongens flyteegenskaper. Et fellestrekk for naturlige avsetninger fra breelver er en «åpen» gradering med tendens til stor andel av partikler i et relativt begrenset område, tilslagskorn som er kubiske og noenlunde godt rundet, og gjerne lite materiale i fillerfraksjonen (< 0,125 mm). Knust tilslag vil derimot gjerne ha dårligere (i betydning skarpere, mer flisig) kornform enn naturtilslag, samt tendens til en «tettere», mer finstoffrik graderingskurve. Begrepene «tett» og «åpen» gradering er knyttet opp mot pakningsgraden og derigjennom hulrommet og matriksbehovet for støpelig/flytende betong.

#### 4.1.1.1 Noen utfordringer med maskinsand

**Kornform:** Vi har per i dag ingen standardiserte metoder for å bestemme kornform for fint tilslag. Vi kan imidlertid bruke samme metodikk som for flisighetsindeks for grovt tilslag, hvor man bruker kvadratsikter/stavsikter for å bestemme vektandel flisige korn, også for fint tilslag. Men dette er ikke etablert praksis hos tilslagsprodusentene, og kornformen for maskinsand vil normalt ikke fremgå av ytelseserklæringen.

**Finstoffinnhold** (0,063 mm) bestemmes ved vasking og sikting. Men for å kunne forutsi egenskapene må man også kjenne til finstoffets gradering. Dette bestemmes ikke rutinemessig, og vil ikke fremgå av ytelseserklæringen. Men det kan bestemmes vha. slemmeanalyse, eller ved mer avanserte metoder som f.eks. sedigraf. Andelen partikler < 20 µm har spesielt stor betydning, noe som henger sammen med det store overflatearealet for de aller fineste partiklene.

**Innhold av fri glimmer** i finfraksjonene < ca. 0,25 mm er dokumentert å være en viktig parameter for betongens vannbehov. Til tross for dette er det ikke krav om å måle og deklare mengde fri glimmer hverken i betong- eller tilslagsstandard, og det finnes heller ikke noen standardisert metode for dette. Statens vegvesen har imidlertid en anbefaling om maksimal mengde friknust glimmer i finfraksjonen på 15 % (% av talte korn iht. metodebeskrivelse i Statens vegvesens Håndbok R210 Laboratorieundersøkelser). Muskovitt (lys glimmer) gir høyere vannbehov enn biotitt (mørk glimmer). Glimmer i knust tilslag (maskinsand) er mer ugunstig enn glimmer i naturforekomster. Det siste har sammenheng med at glimmer (først og fremst biotitt) forvitrer lett, og forekommer med redusert overflateaktivitet i naturen. Det finnes nyere tilsetningsstoffer på markedet som (til en viss grad) vil kunne motvirke den negative effekten av høyt glimmerinnhold.

Det er altså høyst varierende kvalitet på knust sand som selges, og som en hovedregel må det gjennomføres prøveblandinger av betong for å verifisere egenskapene.

#### 4.1.2 Tilsetnings- og hjelpestoffer

Det benyttes i dag såkalte co-polymerer med like typer egenskaper som bidrar til å styre betongens reologi, dvs. betongens egenskaper i fersk tilstand. Utviklingen av selvkomprimerende betonger var et direkte resultat av introduksjonen av disse tilsetningsstoffene. Selvkomprimerende betonger skal kunne flyte og fylle forskalingen uten påvirkning av komprimeringsenergi, det betyr i praksis at de må ha meget lav flyteskjærspenning (motstand mot initiell bevegelse). Slik flytende oppførsel førte tidligere til stor fare for separasjon av betongen. Co-polymerene kan imidlertid tilpasses slik at også virker stabiliserende, dvs. faren for separasjon kan mer eller mindre elimineres. Bruk av co-polymerer er derfor i praksis en forutsetning for å kunne lykkes ved produksjon og bruk av selvkomprimerende betong og gir også betongen bedre pumpeegenskaper.

I de siste årene har vi også sett en sterk tendens til at tilslagsleverandørene leverer sandtyper med større finstoffinnhold enn tidligere. Dette gir betongprodusentene bedre mulighet til å produsere betonger med høy flyteevne og god stabilitet i hele kvalitetsspekteret, uten å måtte ha tilgang til flere sandfraksjoner. Muligheten til å levere sandtyper med mer finstoff gir også mulighet til å blande naturgrus en større andel maskinsand enn tidligere. Denne utviklingen ville ikke vært mulig uten bruk av co-polymerer plastiserende tilsetningsstoffer hos betongprodusentene.



En utvikling mot lavere klinkerandel i sementene kan føre til et behov for økt finmalingsgrad. Dette kan igjen være med på å ende betongens støpelighetsegenskaper. Bruken av co-polymerer kompenserer for dette, slik at bindemiddelforbruket kan holdes på et moderat nivå også i lavkarbonbetonger.

Pumpeforbedrende stoffer tilbys i dag av alle de store leverandørene av tilsetningsstoffer til betong. Tilsetning av disse stoffene virker smørende på betongen, øker betongens viskositet og nedsetter friksjonen mellom pumperør og betong. Resultatet er at det kan arbeides med redusert pumpetrykk. Dette gir mindre slitasje på pumpeutstyret og sikrere og raskere utstøping. Det gir derfor lavere diesel/energiforbruk og forbedret miljøavtrykk. Stoffene kan tilsettes både på betongfabrikken eller i betongbilen på byggeplassen. Betongen må da blandes etter leverandørens anbefalinger for å sikre homogenitet i betongegenskapene. Noen betongleverandører tilsetter pempeforbedrende stoffer i all betong som skal pumpes, resultatene er gode og løsningen anbefales mer brukt i lavkarbonbetong. Kostnaden for stopp på byggeplass er større enn kostnaden for å anvende små mengder pempeforbedrende stoffer.

#### 4.1.3 Smørelass ved oppstart

Ved oppstart/gjennomkjøring før pumping av lavkarbonbetong benyttes smørelass med redusert steinmengde for å etablere et glidesjikt inn mot rørveggen. Dette skal forhindre at finstoffet i betongen tapes som følge av adhesjon til rørveggen. Dette smørelasset skal ha samme fasthets- og bestandighetsklasse som øvrig betong som skal leveres. Se mer i kapittel 4.4.2.

Selv om oppstart med smørelass vil ha en litt høyere kostnad for dette begrensede betongvolumet, vil det raskt spares inn i redusert tid for stopp og propp underveis med mye ventetid som resultat.

## 4.2 Planlegging av pempeoppdrag

### 4.2.1 Bestilling av betong

Mange problemer kan unngås med gode prosedyrer for ordremottak slik at alle involverte parter har felles forståelse for hva leveransen skal inneholde. Bestilling av pempeoppdrag skjer vanligvis fra entreprenør til betongprodusent som viderefører oppdraget til pempeoperatør. Noen ganger velger entreprenør imidlertid å dele bestillingen slik at pempeoppdraget avtales med frittstående betongpumpeselskap. Dette siste stiller spesielle krav til at betongprodusent og pempeoperatør er i nær kontakt i forkant av oppdraget slik at betongtyper og pempeegenskaper er kjent for alle parter.

Betong Norge har utarbeidet en sjekklister som kan brukes får å samle tilstrekkelig informasjon ved bestilling på pempeoppdrag. Den samme sjekklister er også et godt verktøy i oppstartsmøter på byggeplassen. Se vedlegg 5.4

### 4.2.2 Forhåndsbefering

Foreta forhåndsbefering av byggeplass med gjennomgang av riggplan, om nødvendig med hjelp av video på mobiltelefon der fysisk befering ikke er mulig. Registrer areal og tilkomstveg til riggplass samt at pumpa han stå med mindre enn 3 grader helling. Sikkerhetssystemene stopper maskinene dersom oppstillings-plassen gjør at pumpa heller mer enn 3 grader.

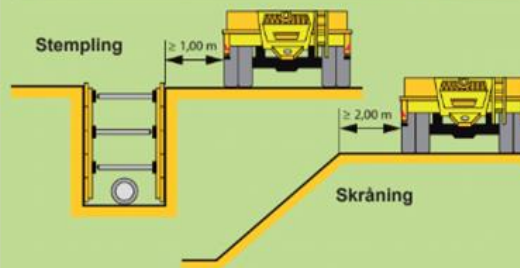
Betong Norge har utarbeidet et sikkerhetsdatablad for betongpumping som angir ansvarsområder for mottaker av bestilling, pempeoperatøren og byggplassledelsen /6.3/. Det angis eksempler på noen av de viktigste forholdene i den følgende figur 7:

### Atkomstvei



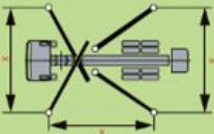
- Nødvendige høyder og bredde på atkomstvei
- Tilstrekkelig bæreevne på bruer og vei

### Sikkerhetsavstander ved passeringer

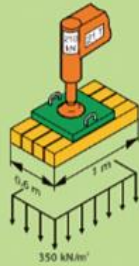


### Stabilitet

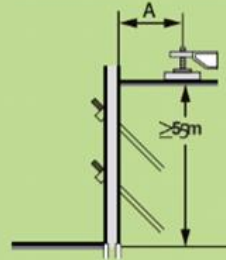
#### X Plassering av støttebein



- Max støttebeinsbelastning
- Nødvendig areal for underlagsputer avhengig av grunnforholdene



### Sikker avstand fra byggegrøp



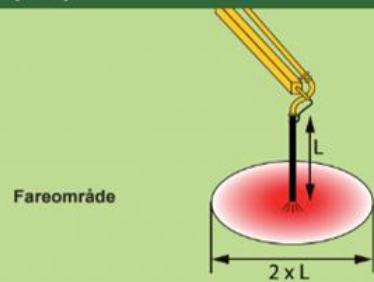
- Dersom byggegrøpa er 5 meter eller dypere, må avstanden A beregnes statistisk av ansvarlig byggeplassledelse.

### Høyspentledninger



- Sikreste løsning: Få strømmen koplet ut, eller
- Overhold sikkerhetsavstand!
- \* Kontakt netteier på forhånd hvis deler av maskinen kan komme nærmere enn 30 m fra kraftlinjen.

### Oppstart av pumpe



## FORBUDT FORBUDT FORBUDT

### Forbudt ved endeslange!



- Betongbrems eller "svanehals"
- Reduksjoner



- Forlengelse av endeslange

Unntak: Forlengelse i henhold til brukerinstruks

Det er utarbeidet en sikkerhetsvideo som kan benyttes ved planlegging av oppdraget og i oppstartsmøter. Denne videoen er tilgjengelig på YouTube /6.8/

### 4.2.3 Kompetanse

For at transport og pumping av betong skal utføres teknisk- og sikkerhetsmessig riktig, er det krav til både formalkompetanse og erfaring hos de ansatte.

Kompetansekravene kommer inn på flere områder som kort beskrives nedenfor:

**Sjåførkompetanse:** Gyldig førerkort for de klassene som trengs og YSK for gods(betong) transport. I dette ligger også kompetanse for gjeldende regler for arbeidstids-, kjøre- og hviletidsregler for sjåfører og pumpeoperatører. Se veileder fra Betong Norge /6.4/

**Sikkerhetskurs:** Gjennomført «Fareblind-kurs» gjennom SfsBA eller tilsvarende samt evt Arbeidsvarslingskurs for varsling og skilting ved arbeider langs veg

**Kompetansebevis:** Dokumentert praksis er nedfelt i kravene i det nasjonale tillegget til betongstandarden NS-EN 206. Sjåførene må ha såkalte A0 og A0S-kurs med tilhørende praksis. Betongopplæringsrådet har definert kompetanseklassen BT for betongtransportør og BT + PO for pumpeoperatør og utsteder. Les mer om dette hos Betongopplæringsrådet nettsiden [betongopplaering.no](http://betongopplaering.no) /6.9/

**Maskinopplæring:** «Forskrift om utførelse av arbeid» /6.10/ krever at personell gis tilstrekkelig opplæring på det utstyr som skal benyttes. Slik opplæring må dokumenteres.

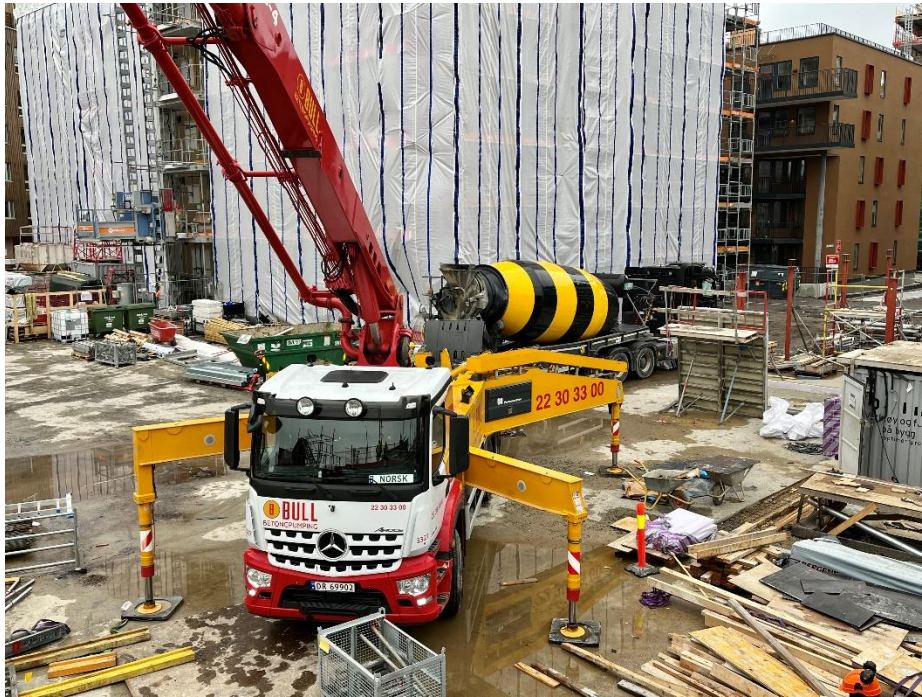
For å kartlegge- og dokumentere kompetanse bør det benyttes administrative systemer som også varsler når kompetanse som må fornyes.

Dokumentasjon av kompetanse kan føres som angitt i vedlegg 5.2

### 4.2.4 Sikker jobbanalyse

For å gjennomføre pumping av lavkarbonbetong ifølge bransjens sikkerhetskrav anbefaler denne rapporten disse tiltakene:

- 4.2.4.1 Pumpeutstyret skal være kontrollert og godkjent under Betong Norges Kontrollordning for mobilt pumpeutstyr- se mer om ordningen i [vedlegg 5-1](#)
- 4.2.4.2 Pumpeoperatøren skal ha dokumentert kompetanse- se mer om kompetanse i [vedlegg 5.2](#)
- 4.2.4.3 Før pumpeoppdraget starter skal det gjennomføres sikker jobbanalyse- se mer om dette i [vedlegg 5.3](#). Det bør gjennomføres forhåndsbefaring på byggeplassen for å avklare riggplan og sikker plassering av pumpe, om nødvendig via videobefaring i samarbeid med byggeplassledelsen. Se sikkerhetsvideoer /6.8/
- 4.2.4.4 Planlegging og gjennomføring av pumpeoppdraget bør følge Betong Norges «veileder om pumping av betong»-/6.1/
- 4.2.4.5 Kontroll av betongpumpeslanger bør følge Betong Norges veileder /6.2/



Bildet 4 viser en byggeplass med adkomst og oppstilling av betongbil og pumpe  
Foto: Jan E Hjelle

For kontinuerlig forbedring av sikkerhetskompetanse anbefales det å etablere en åpen deling av uønskede hendelser. Samarbeids for Sikkerhet Bygg og Anlegg /6.11/ har etablert såkalte «delingsark» for å dele erfaringer og med vil forbedre sikkerhet også ved betongpumping. Les mer på <https://sfsba.no>

### 4.3 Valg av pumpeutstyr

Ved oppstart av pumping er det viktig at betongbilen er tilstrekkelig rengjort før lastning på betongfabrikken slik at finstoffer og vann ikke suges ut fra betongen og reduserer pumpbarhet.

#### 4.3.1 Anbefalinger for maskinutstyr

Her følger noen generelle råd for maskinutstyr som er tilpasset pumping av lavkarbonbetong:

- Det bør benyttes 5" rørgate da det trengs lavere trykk på en 5" rørgate når sammenlignet med samme mengde betong i en 4" rørgate
- Det bør brukes pumper med store stempler uten reduksjon av diameter i innsuget fra pumpekaret til stempler. Med store stempel menes diameter fra 230 mm og oppover. Betongsylindrene, er av ulike lengder og diameter. Innsuget på forskjellige pumper er også konstruert på ulike måter. Det er viktig at innsugsåpningen har en større diameter enn diameteren på betongsylindrene. Altså at innsuget (enden på sylindrene) er som en trompet. I enden på sylindren mellom sylindrene og S-røret, er det montert en hardmetall sliteplate, den kalles brilleplate. Det er viktig at diameter på brilleplaten er større enn diameter på betongsylinder. I motsatt tilfelle, der brilleplate diameter er mindre enn sylindrer åpning, vil det oftere kunne oppstå vakuum, spesielt med steinrike betonger

- Antall bend i masterør (elbows) og vinkelen på disse (23 grader, 45 gr, 90 gr ) har også betydning. Bend på 90 grader kan øke motstanden i pumperøret med 10%. I praksis vil det bety at antall masteseksjoner i tårnet (3 ledd, 4, ledd, 5 ledd) vil påvirke betongstrømmen. De mastekonstruksjonene der rørgaten må krysse masten (med hjelp av bend) gir større motstand.
- Dersom rørgate endrer diameter er det viktig at reduksjonsrøret (fra 6`` til 5`` eller 5`` til 4``) er så langt som mulig. Altså at reduksjonen tas over et lenger strekk, gjerne over 3 m rør.
- Det bør brukes pumpeutstyr der pumpetrykk kan overvåkes og reguleres/begrenses

Begrunnelse for den siste av de tre anbefalingene:

Ved å ha kontroll på pumpetrykket fra fjernstyringen så kan pumpeoperatøren overvåke betongen og si om det er noe galt fra det ene lasset til det andre. Dette for å informere blandeverket når pumpetrykket varierer slik at betongfabrikken kan gjøre endringer i betongegenskaper i tide. Andre fordeler med å kontrollere pumpetrykket er at en lett kan gå inn å nedjustere pumpetrykket til et lavere nivå når dette er tilstrekkelig. Lavere trykk betyr også mindre slitasje på utstyr.

Et eksempel er om pumping med slange på 50 m skjer på 35 bar. Pumpeoperatør kan da nedjustere maksimalt pumpetrykket til 45 bar. Da vil pumpen stoppe å pumpe ved 45 bar. Dersom slik styring ikke er tilgjengelig, vil pumper først stoppe på 85 bar trykk som tilsvarer maks trykk på godkjente pumpe-slanger.

#### 4.3.2 Anbefaling for slangeutstyr

Det er viktig at de slanger som benyttes er godkjent for pumping av betong med de høye trykk som oppstår. Leverandørene av pumpe-slanger skal oppgi hvilket arbeidstrykk slangene er godkjent for og dette skal være minimum 85 bar.

Det finnes flere typer slanger beregnet til formålet med armering av stålcord, ståltråd/tekstil og tekstil/syntetisk. Slitestyrke og levetid kan være forskjellig på de forskjellige slangetypene og slanger med mindre diameter utsettes for større slitasje enn slanger med større diameter.

Bruk ikke koblinger av støpejern. Alle koblinger må være smidde.

Endeslangen skal aldri være mer enn 4meter eller veie mer enn det som er angitt på typeskilt på pumpen. Flenser og klammer for endeslanger må være systematisk kontrollerte og skjøter sikret med sikkerhetswire.

Det å være forberedt med rett utstyr og hjelpemidler er spesielt viktig for pumping av lavkarbonbetong. Selv på ordinære gulvstøper (fra 30-40 meter) brukes oftere stålrør (4``) enn før. Slike rør brukes fra pumpe og inn på gulvet (rør som ikke skal flyttes på under støpen) for så å gå over til slanger frem til endeslange. På oppdrag med lange utlegg (fra ca 70 m) brukes oftest stålrør fra lavkarbonbetong. Dette blir naturligvis tungt utstyr og krever ekstra mannskap.



# VEILEDNING FOR BRUK, VEDLIKEHOLD OG KONTROLL AV BETONGPUMPESLANGER

HENSIKTEN MED DENNE VEILEDNINGEN ER Å BIDRA TIL SIKKER BRUK AV GUMMIBELAGTE STÅL- OG FIBERARMERTE PUMPESLANGER TIL BETONGPUMING. FEIL BRUK, VEDLIKEHOLD OG LAGRING AV SLANGENE KAN FØRE TIL ALVORLIGE PERSONSKADER ELLER SKADER PÅ EIENDOM.

Betong Norge har utarbeidet en veileder for bruk, vedlikehold og kontroll av betongpumpeslanger /6.2/

Valg av slangediameter er avhengig av pumpelengde og hvilke betongtyper som skal pumpes. Pumpeegenskapene for de ulike betongtypene vil selvfølgelig avhenge av hvordan betongen er proporsjonert, finstoffinnhold, hvilke tilslag som benyttes og om den er tilsatt pumpehjelpemidler. Betong Norge har laget en veiledende sjekkliste /6.2/ for valg av slangediameter som kan benyttes for planlegging av leveransen. Det er imidlertid viktig at man i tillegg til denne tabell bruker egen erfaring når slanger skal velges.

Ved pumping av lavkarbonbetong bør det benyttes slanger med en diameter på 4". Dersom 3" slanger skal benyttes, må det gjøres tester med pumping av den aktuelle betongsammensetningen for å sikre at egenskapen er tilstrekkelige for å benytte det valgte pumpeutstyret. Når 4" slanger må benyttes kreves dette at pumpeoperatør har hjelp av ekstra mannskaper på byggeplassen. Dette på grunn av vekten av slangene.

Betong Norge har oppgitt en veiledende tabell med anbefalinger til minimum slangediameter ved pumping ulike betongtyper og aktuelle lengder på slangeutlegg /6.2/. Den følgende tabell 2 er et utdrag fra denne veilederen og gjelder generelt for lavkarbonbetong basert på en konsistens på 180 – 220 mm. Betongens pumpeegenskaper kan være forskjellig avhengig av betongprodusent, tilgjengelig tilslag og bruk av tilsetningsstoff.

Type og fasthetsklasse		Slangedimensjon – diameter			Slangelengde				
		Steinstr.	2 - 2,5"	3"	4"	0 - 20 m	20 - 40 m	40 - 60 m	60 - 80 m
Lavkarbonbetong og lavvarmebetong	16	X	V	V	V	V	V	X	X
	22	X	X	V	V	V	V	V	V

V Kan pumpes

X Krever ofte spesialtiltak for å kunne ha tilstrekkelig pumpbarhet

For pumping av klassene Lavkarbon Pluss og Lavkarbon Ekstrem bør 4" slanger benyttes.

## 4.4 Gjennomføring av pumpeoppdraget på byggeplassen

### 4.4.1 Ankomst byggeplass og sikring av maskin, rør og slanger

Før betongpumping kan starte, må det være gjennomført Sikker Jobbanalyse (SJA) som beskrevet i [kapittel 4.2.4](#) samt at riggplass er kontrollert og trygg for oppstilling av pumpe. Det må også kontrolleres at valgt pumpeutstyr er tilpasset oppdraget som beskrevet i [kapittel 4.3](#)

Avklar bruk av trafikkregulering inn og ut av byggeplassen der dette er nødvendig for å unngå konflikt menneske-maskin.

Det er skjedd flere uhell der endeslanger har løsnet under støping og truffet personell. Det er spesielt viktig å påse at alle slangekoblinger er festet med sikkerhetswire og at alle flenser og klemmer er systematisk kontrollert.



Foto: Jan E Hjelle

Bildet 5 viser sikring av endeslange med sikkerhetswire og splint i klemme

Betongpumpen søkes plassert slik at det er kortest og rettest mulig transportveg til utstøpingspunktet og slik at det blir minst mulig behov for omrigging av pumpe i løpet av arbeidet.

Dersom rør benyttes for å forlenge pumpeavstanden er det viktig å huske at rørbend vil øke motstanden mot pumping. Tabell 3 nedenfor er hentet fra Betong Norges veileder for pumping av betong /6.1/ og viser eksempler på hva ulike rørvinkler kan tilsvare av henholdsvis horisontale og vertikale pumpelengder.

Sammenheng mellom rørbend og ekvivalente pumpelengder:

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

#### 4.4.2 Oppstart av pumping

Ved oppstart er det viktig at entreprenør kontrollerer betongleverandørens kjøreseddel som bringes med betongbilen for å sjekke at korrekt betongtype er levert til byggeplassen.

Ved oppstart/gjennomkjøring før pumping av lavkarbonbetong benyttes smørelass med redusert steinmengde for å etablere et glidesjikt inn mot rørveggen. Dette skal forhindre at finstoffet i betongen tapes som følge av adhesjon til rørveggen. Dette smørelasset skal ha samme fasthets- og bestandighetsklasse som øvrig betong som skal leveres. For klassene Lavkarbon A, -Pluss og -Ekstrem er det spesielt viktig å sikre trygg oppstart med smørelass. Tabell 4 nedenfor kan brukes som en huskeliste i planleggingen av pumpeoppdraget:

Klasse lavkarbonbetong	Bruk av smørelass
Lavkarbon B	Bør
Lavkarbon A	Skal
Lavkarbon Pluss	Skal
Lavkarbon Ekstrem	Skal

Selv om oppstart med smørelass vil ha en litt høyere kostnad for dette begrensede betongvolumet, vil det raskt spares inn i redusert tid for stopp og propp underveis med mye ventetid som resultat.

For andre betongtyper brukes det noen ganger slurry av sement og vann som smøremasse ved oppstart sammen med «vaskeball» i fronten av smøremassen for å sikre at smøremassen kommer i kontakt med hele tverrsnittet. Denne smøremassen plasseres i konstruksjonen etter avtale med byggeplassen.

#### 4.4.3 Gjennomføring av pumping

Utlegging 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.

Pumpeoperatørens måte å jobbe på har stor betydning. Dette er en av de viktigste faktorene for å lykkes med pumping av tøffere betonger. Det er veldig viktig at operatør pumper med lav stempelfrekvens og reduserer trykket. Det har blitt en tendens til at det pumpes for fort og under for høyt trykk.



Det er ikke bra å tømme bilene på 7-8 min for så å måtte vente i 15 min på neste bil. Det er sikrere og mer effektivt med en jevn og avpasset hastighet. På denne måten reduserer antall propp (blokkeringer) og de proppene som kommer er lettere å løse opp. Den totale pumpetiden blir altså ofte ikke noe lenger.

Påse at personell ikke befinner seg under bom på betongpumpe og sørg for at pumpeoperatør kan arbeide uforstyrret uten å ta del av andre deler av støpearbeidene enn å styre- og kontrollere pumpeutstyr

Det skjer ofte 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.

Hvis betongen begynner å størkne, vil det være svært vanskelig å starte pumpingen på nytt og faren for kostbare reparasjoner av pumpeutstyr er stor.

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.

Mens pumping pågår er det flere forhold som må kontrolleres løpende. Dette gjelder blant annet:

- Skjøter og ventiler i rørledningen må fortløpende kontrolleres for lekkasjer.
- Betongbilen må hele tiden etterfylle fyllingstrauret på pumpa slik at det ikke går tomt. Dersom pumpen suger luft i trauret kan det oppstå farlige situasjoner med luft som skytes gjennom rørledningen. Når betongbil er tom varsles dette akustisk av sjåfør til pumpeoperatør slik at denne kan stoppa pumpa.
- Pumpetrykket må overvåkes og styres.
- Påse at personell ikke arbeider under tårnet på betongpumpa

For pumping ved lave temperaturer kan det være nødvendig med spesielle tiltak som:

- rørledningen tildekkes for å beholde varmen i betong
- avbrudd i pumpingen bør være under 10 minutter
- rørledningen må ikke gå tom – dette kan forårsake at innvendig smøreskikt fryser og gir stor motstand
- ytterligere spesielle tiltak må gjøres ved temperaturer lavere enn minus 15 grader

#### 4.4.4 Avslutning av pumping

Ved avslutning av pumpearbeidene må pumpeutstyret tømmes og rengjøres på byggeplassen. Det er svært viktig at dette på forhånd er avtalt med ledelsen på byggeplassen. Mangel på tømning og rengjøring tidlig etter pumpingen vil ødelegge kostbart utstyr. De aller fleste tårnpumper er dessuten ikke godkjent for frakt av betongrester, hverken i tårn eller i pumpekaret. Alle parter må være informert om dette da det medfører trafikkrisiko og er brudd på gjeldende lover og regler.

Etter avsluttet tømning og rengjøring av pumpe er ofte pumpeoperatøren alene på støpededet. Ved trange riggområder og der det er kompliserte trafikkforhold, er det behov for hjelpepersonell til stede på byggeplassen når betongpumpe rygger ut.

Det er utarbeidet sikkerhetsvideoer som kan benyttes for planlegging av gjennomføringen og avslutning av pumpingen og i oppstartsmøter /6.8/

## 5 Vedlegg

- 5.1 Betong Norges kontrollordning for mobilt pumpeutstyr, Betong Norge august 2024
- 5.2 Kompetanse for sjåførere og pumpeoperatører, Betong Norge august 2024
- 5.3 Sikker jobbanalyse for betongpumping, Betong Norge august 2024
- 5.4 Sjekkliste for pumpebestilling, Betong Norge august 2024

## 6 Referanser

- 6.1 Veileder om pumping av betong, Fabeko 2015 (betong.no)
- 6.2 Veiledning for bruk, vedlikehold og kontroll av betongpumpeslanger, Fabeko 2021 (betong.no)
- 6.3 Sikkerhetsblad for betongpumping, Fabeko udatert (betong.no)
- 6.4 Veileder for arbeidstid- kjøre- og hviletid for sjåførere og pumpeoperatører, Betong Norge 2024 (betong.no)
- 6.5 Norsk Betongforening publikasjon nr 37, Lavkarbonbetong (betong.net)
- 6.6 Norsk Betongforening publikasjon nr 5, Støping under vann (betong.net)
- 6.7 Norsk Betongforening publikasjon nr 18, Tilslag til betongformål (betong.net)
- 6.8 Sikkerhetsvideoer betongpumping, Betong Norge (betong.no)  
[https://youtu.be/VZ1J\\_TQijIU?feature=shared](https://youtu.be/VZ1J_TQijIU?feature=shared) og  
<https://www.youtube.com/watch?v=HzsKtojW6r8> og
- 6.9 Betongopplæringsrådet (BOR), <https://betongopplaering.no>
- 6.10 Forskrift om utførelse av arbeid <https://lovdata.no/dokument/S>
- 6.11 Samarbeid for sikkerhet i bygg og anlegg, læringsark <https://sfsba.no/laeringsark/>

## Vedlegg 6.1 BETONG NORGES KONTROLLORDNING FOR MOBILT PUMPEUTSTYR, Betong Norge august 2024

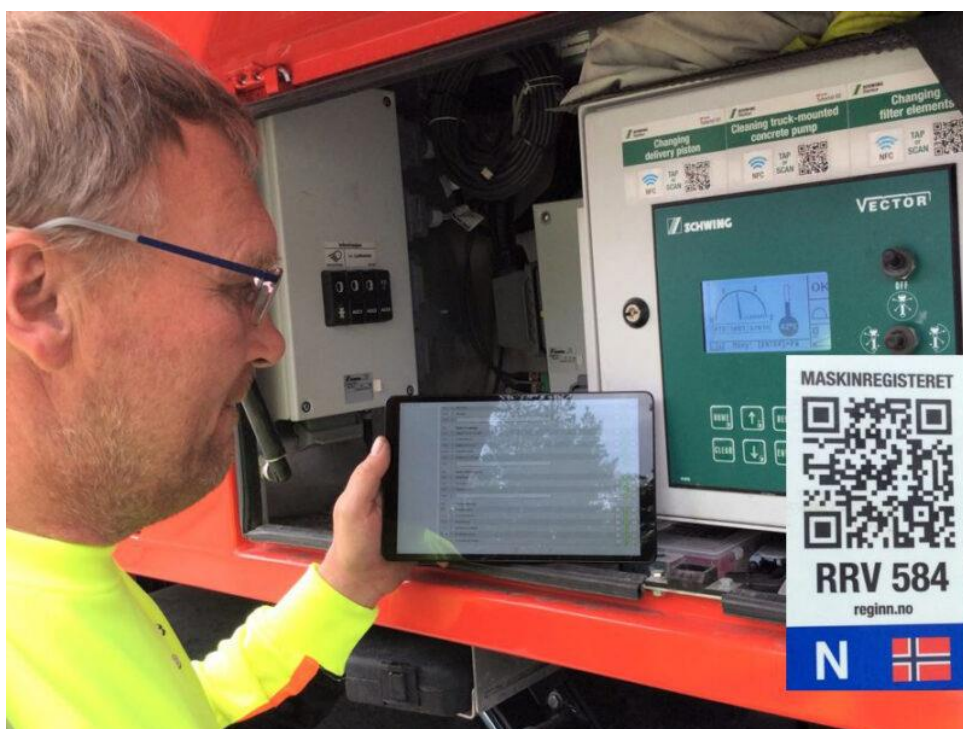


Foto: Jan E Hjelle, Betong Norge

Kontrollordningen eies og drives av Betong Norge og består av flere landsdekkende kontrollvirksomheter, med faglig leder og kontrollører, som er godkjent etter tilsvarende krav som sertifisert sakkyndig virksomhet av kraner og annet løfteutstyr. Betong Norges ordning omfatter sikkerhetskontroll av mobilt betongpumpeutstyr, båndbiler og teleskoprenner.

Årlig kontroll av maskinutstyret utføres av godkjente kontrollerende virksomhetene som er angitt med navn og adresse på nettsiden [betong.no](http://betong.no) ([lenke til siden](#))

Beskrivelse av ordningen finnes i Betong Norges bransjestandard. Kontrollordningen har fra 1. januar 2021 benyttet det digitale Maskinregisteret gjennom portalen [reginn.no](http://reginn.no). Maskinregisteret utvikles og driftes gjennom Stiftelsen Sentralregisteret

*Varsling av avvik som hjelp til kontinuerlig forbedring*

Betong Norge ønsker å opprettholde en kontinuerlig forbedring av kontrollordningen. Dersom maskinbruker, kontrollerende virksomhet eller andre mener å avdekke mangler i kontrollordningen, uklare forhold eller feil bruk av ordningen, kan dette meldes til Betong Norge som vil forelegge saken for Godkjenningnemnda og gi tilbakemelding om nemndas vurderinger. Meldinger kan sendes på epost til [kontrollordningen@betong.no](mailto:kontrollordningen@betong.no).

I Godkjenningnemnda er det både representanter fra Betong Norge og frittstående spesialister samt en revisor som har tilsyn med de kontrollerende virksomhetene.

### *Bakgrunn*

Kontrollordningen kom i gang under FABEKO i 2006 fordi disse maskinene og kjøretøyene ikke var omfattet av kravet til sakkyndig kontroll i «Forskrift om utførelse av arbeid», noe bransjen mente de burde vært. FABEKO henvendte seg til Arbeidstilsynet for å få maskinene inn under kravet til sakkyndig kontroll, men svaret var at en slik forskriftsendring ville ta mange år.

Kontrollordningen bygger i dag (august 2024) på Betong Norges bransjestandard 3.8 "Dokumentert sikkerhetskontroll av Mobilt Betongpumpeutstyr, Båndbiler og Teleskoprenner", og er et tilbud til oppfyllelse av krav til kontroll og dokumentasjon i «Forskrift om utførelse av arbeid». Forskriften krever at den som skal utføre kontroll skal ha fått nødvendig opplæring, at kontrollen skal dokumenteres og at dokumentasjon skal følge med når utstyret brukes. Det er arbeidsgivers ansvar å sørge for at disse kravene oppfylles.

Kontrollordningen er et hjelpemiddel for at arbeidsgiver kan dokumentere dette. Da betongpumper og båndbiler ikke omfattes av krav til sakkyndig kontroll i forskriftens §13-1 har Betong Norge, etter ønske fra bransjen, videreført dette tilbudet som tar sikte på å tilsvare ordningen for sakkyndig kontroll.

Bransjestandarden som danner grunnlaget for kontrollordningen er utgitt av Betong Norge, som står fullt faglig ansvarlig for dens innhold.

De pumpene som er underlagt Kontrollordningen er påført et synlig merke med QR-kode for det digitale Maskinregisteret. Dette merket kan raskt skannes for å avdekke om maskinen har vært gjennom årlig kontroll og er godkjent for bruk.

### *Dette betyr kontrollordningen for maskinbruker*

Maskinbruker og -eier kan benytte kontrollordningen som dokumentasjon for at maskinen er kontrollert og følger forskriftenes krav til teknisk tilstand og dokumentasjon.

Ved innføringen av det digitale Maskinregisteret vil maskinbruker kunne logge seg inn på hver av de egne maskinene og ha tilgang på gjennomførte kontroller, følge opp vedlikeholdsplaner og legge inn dokumentasjon for gjennomførte reparasjoner. Maskinregisteret kan på denne måten bli et godt verktøy for brukeren for å vise maskinens tekniske tilstand og planlegging av vedlikehold.

### *Kostnader*

Innregistrering av maskinen i registeret har en engangskostnad på kr 1.000,- pr maskin uten ytterligere årlige kostnader. Vi anbefaler at importør/forhandler registrerer inn alle nye maskiner via [www.reginn.no](http://www.reginn.no) slik at maskinen allerede ligger i Maskinregisteret når det overtas av bruker/eier. Ved kontroll- og godkjennelse av eksisterende maskiner kan kontrollør påføre registreringsnummeret.

### *Angivelse av tilstand*

De kontrollskjemaer som benyttes i ordningen har følgende angivelser av mangler:

#### *0- Utstyret er i orden og godkjent*

- 1- Maskinen er godkjent men kontrollen viser en mangel som bruker kan utbedre selv uten etterkontroll
- 2- Maskinen er godkjent men kontrollen viser en mer alvorlig mangel som må lukkes av maskineier etter avtale med kontrollør
- 3- Maskinen er ikke godkjent og kontrollen viser en stor sikkerhetsmangel som må utbedres før maskinen godkjennes. Kontrollør må lukke mangelen.

Som tidligere omfatter FABEKOs kontroll kun maskinens påbygg mens PKK fremdeles følger SVVs regler.

### *Dette betyr kontrollordningen for kundene*

Kundene blir oppfordret til å sjekke kontrolloblater og de nye registreringsmerkene fra Maskinregisteret. Flere entreprenører har i samarbeid med importørene allerede registrert sine egne anleggsmaskiner i det samme registeret

## Opplæringsplan og dokumentasjon av opplæring/praksis



Opplæringsplan for:

Navn:..... Fødselsdato:.....

Ansvarlig person for opplæring, navn: .....

Ansvarlig for opplæring i bedrift: (om annen enn ovenfor) .....

### Dokumentasjon av opplæring som sjåfør på betongbil, kombipumpe, mobil betongpumpe:

Kurs/praksis	Kompetanse/ praksis fra / til	Planlagt utført Dato	Utført Dato	Utført Signatur fra arbeidsgiver
A0 – kurs				
A0S – kurs				
Annen intern HMS-utdanning				
Praksis som betong-sjåfør				
Praksis som pumpe-operatør				
Annen relevant utdanning*				
Annen relevant praksis*				
Kompetansebevis fra BOR				
<b>Sjåfører</b>	<b>Dato for utstedelse/oppdatering</b>	<b>Gyldig til</b>		<b>Signatur fra arbeidsgiver</b>
Gyldig førerkort, klasse C1, C1E, C eller CE				
Yrkessjåførkompetanse for godstransport (YSK)				
Kurs Arbeidsvarsling (Kurs 1)				
Sikkerhetskurs**				
Opplæring på maskin (se tabell under)				

Angi \* Annen relevant utdanning og/eller praksis

Angi \*\* Type sikkerhetskurs

**Opplæring på maskin/bil/pumpe**

Angi type maskin	Utført dato	Utført Signatur maskineier	Utført Signatur sjåfør

## SIKKER JOBBANALYSE (SJA) FOR BETONGPUMPING

OPPDRAG/ADRESSE:

Sjekkpunkter for avkryssing	Ja	Nei	Kommentar
Har arbeidslaget erfaring med denne type arbeid?			
Er det gjennomført forhåndsbefaring?			
Er grunnforholdene undersøkt for tilkomst og plassering av maskin og støttebein?			
Er det behov for tre- eller stålplater?			
Er underlaget sklisikkert?			
Kreves det ekstraordinært verneutstyr?			
Er det elektriske ledninger i nærheten som kan påvirke oppdraget?			
Er det høyspentledninger i nærheten? - hvis ja, er netteier kontaktet? - hvis ja, er arbeidslaget kjent med gjeldende forskrifter?			
Er det vurdert behov for vakt?			
Er det behov for arbeidsvarsling langs veg?			
Er alle innforstått med hjelmpåbud i maskinens arbeidsområde og andre HMS-regler på byggeplassen?			
Er lengde og dimensjon av utleggslange avklart?			
Er det foretatt kontroll av slanger, rør, bend og klemmer?			
Er det behov for spesiell sikring av slanger utover bruk av sikringswire og splinter?			
Er årlig sikkerhetskontroll av maskinen utført?			
Har sjåfør/operatør nødvendig dokumentert kompetanse for utførelse av arbeidene?			
Er standard befaringsskjema gjennomgått og utfylt?			
Er kollisjonsfare med andre maskiner/tårnkraner vurdert?			

Kommentarer

Sted:

Dato:

Signatur:

Vedlegg 6.4- SJEKKLISTE FOR BESTILLING, Betong Norge august 2024

**SJEKKLISTE FOR PUMPEBESTILLING**

<b>Bestillingsmottak</b>	
Mottatt av	
Bestillingsdato og klokkeslett	
Kundenavn/orgnr	
Fakturaadresse	
Prosjekt-/anleggsnummer	
Kontaktperson hos bestiller	
Mobiltelefon og epost til bestiller	
<b>Levering</b>	
Gjennomført befarings av riggområdet	
Høyde og avstand til støpedet i m	
Slangeutlegg i m	
Konstruksjon som skal støpes	
Ønsket pumpekapasitet i m3/time	
Totalt betongvolum	
Antatt varighet i timer	
Spesielle forhold på byggeplassen	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hindringer</li> <li>• Elkabler eller ledninger</li> <li>• Høyspent</li> <li>• Vintertiltak</li> </ul>	
Sted for tømning og rengjøring	
<b>Betong</b>	
Betongleverandør	Betongfabrikk/adresse
Kontaktinformasjon til betongfabrikk	Navn/mobilnr
Betongtype	Fasthets- og betandighetsklasse, lavkarbonklasse etc
Type tilslag	Naturlig, knust
Dmaks	
Konsistens	
Er pumpeegenskapene kjent?	
Oppstart med smørelasse eller slurry?	
Forventet bindetid	
<b>Tilpasset pumpeutstyr</b>	
Pumpetype	
Slangedimensjon	
Behov for «hjelpemann»?	
Andre avklaringer/kommentarer	

Andre kommentarer





# **PUMPING AV BETONG VEILEDNING**

Versjon 2  
7. mai 2021

# VEILEDNING FOR BRUK, VEDLIKEHOLD OG KONTROLL AV BETONGPUMPESLANGER

HENSIKTEN MED DENNE VEILEDNINGEN ER Å BIDRA TIL SIKKER BRUK AV GUMMIBELAGTE STÅL- OG FIBERARMERTE PUMPESLANGER TIL BETONGPUMING. FEIL BRUK, VEDLIKEHOLD OG LAGRING AV SLANGENE KAN FØRE TIL ALVORLIGE PERSONSKADER ELLER SKADER PÅ EIENDOM.

VI VIL MED DENNE VEILEDNINGEN GI RÅD OG ANBEFALINGER TIL BRANSJEN FOR Å REDUSERE RISIKOEN FOR ULYKKER OG UØNSKEDE HENDELSER VED BRUK AV BETONGPUMPESLANGER.









BETONG NORGE

VEILEDER

## ARBEIDSTID, KJØRE- OG HVILETID for sjåfører og pumpeoperatører



Betong Norge