

Publikasjon nr. 5

**Utførelse av betongarbeider
i vann**

Høringsutgave - brukes kun til høringsformål

Forbehold om ansvar

Denne publikasjonen fra Norsk Betongforening er utarbeidet av en prosjektgruppe sammensatt av fagpersoner utnevnt av publikasjonskomiteen i foreningen.

I prosessen med utarbeiding av publikasjonen, 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.

Norsk Betongforening forutsetter at publikasjonen 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 publikasjonen er ikke Norsk Betongforening sitt ansvar.

Norsk Betongforening, eller medlemmer i prosjektgruppen og publikasjonskomiteen, har ikke ansvar for direkte eller indirekte følger av eventuelle feil eller mangler i publikasjonen, eller bruken av innholdet i publikasjonen.

Høringsutgave - brukes kun til høringssformål

Forord

Tilføyelse til Forord, utgave januar 2021;

Denne utgaven av Norsk Betongforenings publikasjon nr. 5 er en omfattende revisjon av siste utgave fra 2011. Publikasjonen omhandler bakgrunnsinformasjon om utførelse av undervannsstøp, anbefalinger som gjelder forprøving og dokumentasjon av betongens støpelighetsegenskaper. Gjennomføring av støpearbeidet, både for oppstart av pumpe og gjennomføring av neddykket støp er beskrevet. Publikasjonen gir oversikt over prosjekteringsregler og disse skal alltid benyttes sammen med gjeldende Norsk Standard for prosjektering av betongkonstruksjoner i vann. Publikasjonen er utvidet til å omfatte retningslinjer for gjennomføring av mottakskontroll med godkjenningskriterier ved undervannsstøp. Erfaringer fra bransjen tilsier at det er liten eller ingen enhetlig utførelse av mottakskontroll og vurdering av betong som skal støpes i vann hvilket innebærer at denne helt kritiske vurderingen varierer fra prosjekt til prosjekt med de mulige feilkilder og økte risiko det innebærer.

Publikasjonen er utvidet med ett kapittel om støp av borede stålrørspeler og pilarer som også er undervannsstøp. Forutsetningen for disse fundamenteringsmetodene; dvs full lastoverførende kontakt mellom pel/fjell og pilar/løsmasser krever oppmerksomhet gjennom hele installasjonen.

Denne utgaven av NB5 er også utvidet med eget vedlegg for fagområdet «Rehabilitering av betong i vann». Dette er ett fagområde som det til nå er lagt lite vekt på mht planlegging, undersøkelser og gjennomføring. Vedlegget legger vekt på krav til rengjøring av underlag, utforming av armering og form i tillegg til selve utstøpingsarbeidet.

Undervannsstøping av betong er ett komplisert arbeid og den ferdige betongkonstruksjonens kvalitet og funksjon er avhengig av både prosjektert løsning, betongsammensetningen og arbeidsutførelsen. Målsetningen med denne publikasjonen er at den oppfattes som en bransjenorm innenfor dette området.

Revisjonskomitéen ble oppnevnt av Norsk Betongforenings publikasjonskomité og har bestått av:

Lise Bathen	SVV, Vegdirektoratet, MoR
Thea Vik Nordeide	Norbetong
Jarle Hellum	SVV, DoV
Erik Sveen	SVV, DoV
Frode Skåttun	Veidekke
Bernt Kristiansen	AF-gruppen
Dan Arve Juvik	Mapei
Oliver Berget Skjølvik	Norconsult
Helge Aasen	A1Consult
Svein Ove Nyvoll	Nyvoll Consult
Jens Stian Johansen	Betong Øst

Oslo, vår 2021
Norsk Betongforening

Finansiell støtte fra eksterne bidragsytere er gitt av;

Norsk forening for betongrehabilitering, NFB

Bane NOR SF

Norcem AS, HeidelbergCement Group

FABEKO, Norsk Fabrikkbetongforening

FABEKOs, Norsk Fabrikkbetongforening, Pumpegruppe

Oslo Havn KF

Drammen Havn

Kristiansand Havn KF

NRC Anlegg AS

SCHWENK Norge

Unicon AS

Høringsutgave - brukes kun til høringsformål

Revisjonen i 2011 omfatter kun en tilpasning til de nye standardene NS-EN 13670 og NS-EN 1992-1-1. Det er ikke gjort noen endringer av tekniske krav og anbefalinger utover dette, til tross for at det på enkelte punkter burde vært gjort endringer. Dette må komme i en noe mer omfattende revisjon senere.

Arbeidet er utført av Magne Maage.

Trondheim september 2011

Tilføyelse til Forord utgave oktober 2003:

I forbindelse med innføringen av NS-EN 206-1 og NS 3465, er publikasjonen ajourført med hensyn til henvisninger og så videre Enkelte tekniske bestemmelser er også omformulert og liberalisert i henhold til erfaringene. De viktigste endringene er:

- armeringstetthet, pkt. A4.3.1/A4.3.2 og B8.6.1
- stigehastighet pkt. A2.3.3 og B6.5.4
- bruk av AUV-betong hvor det er frostpåkjenning, pkt. A2.1.4/A2.1.5 og B4.2.3.

Ajourføringen er utført av;

Reidar Kompen, Vegdirektoratet, Teknologivdelingen, Materialteknisk seksjon
Carl August Thoresen, Norconsult AS
Stein Fergestad, Aas-Jakobsen A/S
Steinar Fjeldheim, Vegdirektoratet, Teknologivdelingen, Bruteknisk seksjon
Johannes Mundal, Rescon Mapei AS
Jarle Hellum, Statens vegvesen Region Sør

Oslo, oktober 2003.

Norsk Betongforening utga i 1977 første utgave av Publikasjon nr.5 "Retningslinjer for prosjektering og utførelse av betongkonstruksjoner i vann". Revidert utgave av publikasjonen kom ut i 1980.

Bruken av retningslinjene ga en kvalitetsheving på betongarbeider i vann. Likevel registreres det fortsatt alt for hyppig skader på undervannskonstruksjoner. De senere årene er det kommet til nye hjelpestoffer og det er tatt i bruk nytt utstyr som har bedret mulighetene for å få gode resultater ved undervannsstøp. Konstruksjonspraksis synes imidlertid å ha blitt endret slik at risikoen for feil har økt.

Ved denne revisjonen er det lagt vekt på å ajourføre retningslinjene etter de erfaringene som foreligger med de nye materialene, samt utstyret og metodene som er kommet i bruk. Videre er det fokusert på mer detaljerte prosjekteringsanvisninger.

Publikasjonen omhandler kun betongkonstruksjoner utstøpt i vann, ikke tørrstøpte (prefabrikerte) konstruksjonsdeler plassert i vann. For senkekasser omhandles kun selve understøpen mot underlaget.

Publikasjonen introduserer to nye begreper: AUV-stoff og AUV-betong. Disse er forkortelser for anti-utvaskingstilsetningsstoff og for betong tilsatt slikt hjelpestoff.

Komiteen forutser at det fortsatt vil skje en betydelig utvikling av materialer, metoder og utstyr til undervannsstøp. For at disse retningslinjene ikke skal bli til hinder for å ta i bruk forbedringer, er de redigert i 3 deler:

De enkelte kapitlene utgjør en helhet, basert på

dagens viten. Når nye metoder tas i bruk eller avvik fra retningslinjene gjennomføres, forutsettes det at det gjøres en bevisst og faglig kompetent tolkning av denne helheten.

Komiteen har bestått av:

Reidar Kompen, Statens Vegvesen - Veglaboratoriet (formann)

Erik Brandstadmoen, Selmer A/S

Stein Fergestad, Aas-Jakobsen A/S

Steinar Fjeldheim, Vegdirektoratet - Bruavdelingen

Johannes Mundal, Rescon A/S

Hanne Rønneberg, Aker Betong a.s

Carl August Thoresen, Berdal-Strømme a.s

Oslo, august 1994

Høringsutgave - brukes kun til høringsformål

Innhold

1	Innledning.....	9
2	Forutsetninger, standarder og definisjoner.....	10
2.1	Generelt	10
2.2	Kvalitetskrav til produktet	10
2.3	Dokumentasjon av kvalitet	10
2.4	Normative referanser	11
3	Termer og definisjoner	12
4	Kompetansekrav til planlegging og utførelse.....	16
4.1	Kompetansekrav, prosjektering	16
4.2	Kompetansekrav, utførelse	16
5	Prosjektering.....	18
5.1	Fastlegging av toleranser	18
6	Materialer og betongfremstilling.....	19
6.1	Delmaterialer	19
6.2	Betongsammensetning.....	20
7	Støpelighetsprøving av undervannsbetong.....	22
7.1	Synkutbredelse, t_{500} og senterhøyde	22
7.2	Testing av flyteegenskaper og støpelighet i vann - bruk av L-kasse.....	23
8	Fullskala prøvestøp av flyteegenskaper og støpelighet -	27
9	Utførelse.....	29
9.1	Tidligere praksis	29
9.2	Valg av metode.....	29
9.3	Gjennomføring av støp i vann	33
9.4	Oppstart etter avbrutt støp	36
10	Borede stålrørspeler og plasstøpte pilarer	38
10.2	Utførelse av pelestøp	41
11	Utbedring av støpefeil	43
11.1	Gyldighet og omfang	43
11.2	Utbedringsbehov.....	43
11.3	Utbedringsmetode.....	43
11.4	Forarbeid.....	43
11.5	Forskaling og utstøping	45
11.6	Materialer.....	47
1	Sjekklister - Vedlegg.....	48
2	Rehabilitering av betong i vann- Vedlegg.....	51

1	Betong rehabilitering i vann	52
1.1	Inspeksjon / Tilstandskontroll	52
1.2	Kartlegging av objektet før inspeksjon.....	54
1.3	Verktøy og utstyr for inspeksjon	54
1.4	Tilkomstproblematikk – strømforhold.....	55
1.5	Sikring av inspeksjonsområdet.....	55
1.6	Fjerning av begroing –bunnmasser – gjenstående forskaling	55
1.7	Visuell inspeksjon – flere detaljer.	56
1.8	Kartlegging av skadeomfang / skadetyper.....	56
1.9	Utvidet inspeksjon ved behov (nivå 2 og 3)	57
2	. Planlegging av reparasjon;	58
2.1	Vurdering av ulike utbedringsmetoder	58
2.2	Valg av tilkomst type (fra land / fra fartøy / fra dykkerflåte).....	60
2.3	Planlegging av rigg.....	60
2.4	Vurdering av sikring / stempling av objektet (fare for sammenbrudd?)	60
2.5	Planlegging av metode for fjerning av betong.....	61
2.6	Planlegging av rengjøringsmetoder	62
2.7	Planlegging av armeringsarbeidet/riggen	62
2.8	Valg av forskalingstyper og metoder.....	63
2.9	Valg av støpemetode og støpeutstyr.....	63
2.10	Materialvalg	64
3	Fjerning av betong i skadeområdet	64
3.1	Utstyr, Helse Miljø og Sikkerhet (HMS).....	64
3.2	Betongkvalitet (hva er skadet betong og hvordan avgrense omfanget).....	65
3.3	Riktig skadegeometri	69
3.4	Seksjonering av skaden / delreparasjon.....	69
4	Rengjøring av skaden og skadeområdet;.....	70
4.1	Valg av utstyr (vannjet / sandblåsing)	70
4.2	Kompressor; kapasitet – slangedimensjoner – dysetyper.....	70
4.3	Kommunikasjon / start - stopp /sikkerhet.....	71
4.4	Sandkvalitet og sandforbruk	71
4.5	Rengjøring - Hva er godt nok? (heftproblematikk / mekanisk forankring).....	71
5	Armering;	72
5.1	Armeringstyper og omfang.....	72
5.2	Armeringstegninger / bøyelister	74
5.3	Boring av forankringshull / montering av forankringsjern / sementinjeksjon.....	74
5.4	Kjerneboring gjennom objektet	75

5.5	Binding av jern med jernbinderutstyr /sveisepunkter.....	75
5.6	Kontroll av armering / armerings stoler	76
6	Forskaling;.....	76
6.1	Valg av forskalings type og materiell.....	76
6.2	Montering av forskaling	77
7	Valg av støpemateriale;.....	81
8	Støpemetoder;.....	81
8.1	Planlegging før støp;.....	82
8.2	Støpearbeidet;	83
8.3	Etterarbeid;	83
8.4	Støping med tobb og støperør;.....	84
8.5	Støping med betongpumpe og slange / rør;	85
8.6	Arbeidsprosedyre for støpeutførelse med pumpebil;.....	86
9	Riving av forskaling / etterkontroll;	87
9.1	Betongens herdebetingelser	88
9.2	Riving / demontering av forskalingen;	88
10	Sluttinspeksjon;	88

Fotoliste

Foto 1	Mørtel i fritt fall til venstre og mørtel tilsatt antiutvaskingsstoff til høyre.....	19
Foto 3	L-Kasse forsøk med betong uten tilsatt AUV-stoff.....	25
Foto 4	L-Kasse forsøk med egnet undervannsbetong tilsatt AUV.....	26
Foto 5	Pumpeutlegg, AUV-betongen testes for planlagt metode. (Syltosen/Molde	28
Foto 7	Illustrasjonsfoto av lufterventil, plugg og montering av plugg	32
Foto 8	Plassering av inspeksjonsrør på innsiden av armeringskurv.....	39
Foto 9	Påsveist armeringsjern for å sikre mot oppdrift av armeringskurv	40
Foto 10	Eksempel på påsveist avstandsholder for armeringskurv til pillar	41

Figurliste

Figur 1	Overgang fra AUV-betong til annen betong.....	20
Figur 2	Test av slumpubredelse, gitt i NS-EN 12350-10.....	23
Figur 3	Måling av senterhøyde etter test av slumpubredelse	23
Figur 4	L-Kasse til laborietesting og feltprøving av AUV-betong, gitt i NS-EN 12350-10.....	24
Figur 5	Bevegelse i L-kasse, typiske tidsintervall	24
Figur 9	Illustrasjon for løfteanordning ved støp	31
Figur 10	Eksempel på betongens flytmønster ved tilstrekkelig neddykkingsdybde	35
Figur 11	Eksempel på betongens flytmønster ved for	35
Figur 12	Betong med god utflytingsevne har selvkomprimerende egenskaper og avretter seg selv med slak skråning	35
Figur 13	Eksempel på utflytingsmønstre ved bruk av betong med for dårlig flyteegenskaper	36
Figur 14	Eksempel på påsveist avstandsholder for armeringskurv til pillar	41
Figur 14	Utforming av skade etter riktig meisling	44
Figur 15	Forskaling og støp med støperør og lufterør.....	45

Figur 16	Forskaling og støp med ventil	46
Figur 17	Eksempel på kappestøp med støperør og ventil	46

Tabelliste

Tabell 1	Standarder for prosjektering og utførelse av konstruksjoner i vann	11
Tabell 2	Termer og definisjoner	15
Tabell 3	Toleranser for betongkonstruksjoner i vann	18
Tabell 4	Minimum bindemiddel og anbefalt silikamengde	21
Tabell 5	Grenseverdier for tilslagsfordeling i AUV-betong	21
Tabell 6	Grenseverdier for konsistens på AUV-betong og UV-betong	22
Tabell 7	Grenseverdier for t_{500}	23
Tabell 8	Grenseverdier for slumpbredelse	23
Tabell 9	Grenseverdier for L-kasse, t_{ende}	25
Tabell 10	Grenseverdier for L-kasse, h_{ende}	25
Tabell 11	Metoder for oppstart	30
Tabell 12	Vanndyp med tilhørende effekt av dybde og vanntrykk for tørrstøp og neddykket støp	31
Tabell 13	Tilstandsgrad	53
Tabell 14	Konsekvensgrad	53
Tabell 15	Tabell for sandblåserdyser - kapasitet og dimensjoner	71

Høringsutgave - brukes kun til høyringsformål

1 Innledning

Hovedmålsettingen med revisjonen er å få oppdatert dagens publikasjon iht. gjeldende betongstandarder for prosjektering, betongproduksjon og betongutførelse, inkludere tydeligere og mer målrettede retningslinjer for nødvendig forarbeid og planlegging, samt nødvendige tiltak ved utførelse av ulike typer undervannsarbeid. Publikasjonen legger stor vekt på viktig kunnskap for vurdering av betongegenskaper og avgjørende momenter i utførelsen.

Utførelse av betongkonstruksjoner i vann er krevende og veien mellom suksess og fiasko er ofte smal. Publikasjonen anbefaler kun bruk av AUV-betong ved støp i vann. Bakgrunnen er stor grad av skader og utførelsesfeil med bruk av normalbetong i vann. Publikasjonen understreker at dersom det skal benyttes overgang til normalbetong er det vesentlig å sikre mot gjennomslag for å unngå direkte kontakt med vann.

Utviklingen siden 1977 frem til i dag mht metoder, utstyr og praksis gjenspeiles i denne utgaven av NB5. Revisjonene i 2003 og 2011 var mest fokusert på oppdatering av tekniske bestemmelser og endringer i standardverket. I denne revisjonen er det i tillegg lagt vekt på å revidere NB5 til å bli et hjelpemiddel slik at involverte aktører i undervannsarbeid har felles forståelse for hva som skal til av forarbeid, hvilke valg som må tas mht utstyr og for at undervannsarbeid av ulik karakter skal kunne gjennomføres på en sikker måte med tilfredsstillende resultat.

Publikasjonen er ajourført i forhold til gjeldende standarder på betongområdet. Den er nå mer detaljert og tydelig på forutsetninger for valg av ulike støpeteknikker og utførelse. Publikasjonen tar utgangspunkt i å støpe hele konstruksjonen kontinuerlig uten avbrudd og er utvidet med eget kapittel for undervannstøp av borede pilarer og borede stålrørspeler.

2 Forutsetninger, standarder og definisjoner

2.1 Generelt

Denne publikasjonen anbefaler at det benyttes AUV-betong for all støp i vann. Det kan likevel være situasjoner hvor det naturlig vil gjennomføres overgang til annen betong underveis i støpeutførelsen. Der hvor det av hensyn til frost eller andre årsaker er behov for å gå over til annen betong mens det støpes i vann må utførende sikre at denne overgangen utføres uten at dette har negativ virkning på sluttresultatet i ferdig konstruksjon. Videre forutsetter publikasjonen at støp utføres ved bruk av betongpumpe. Andre metoder omhandles derfor ikke.

Den konstruktive utformingen, materialvalget og utførelsesmetoden, inkludert det utstyret som velges, må alltid vurderes som en **helhet**, og ikke som separate temaer. Det legges vekt på at de valg som har stor betydning for risikonivået, gjøres på et tidlig stadium i prosjektet.

Prosjektering og utførelse av betongkonstruksjoner i vann skal være i henhold til referanser som er gitt i tabell 1 med de tillegg som er angitt i denne publikasjonen.

Bruk av NB Publikasjon nr 5 forutsetter bruk av til enhver tid gjeldende standarder som grunnlag for prosjektering og utførelse. Konstruksjonen ansees å oppfylle forutsatte funksjons- og holdbarhetskrav dersom alle spesifikasjoner, anbefalinger og veiledning gitt i denne publikasjonen følges.

2.2 Kvalitetskrav til produktet

For egenskapene til AUV-betong er det satt kvalitetskrav, og for materialene benyttet for å produsere AUV-betong er det satt krav til minimumsmengder. Det er stilt krav til flyteegenskaper gjennom ulike testmetoder;

- Utbredelse
- T500
- Senterhøyde
- L-boks

Målemetodene knytter egenskaper for AUV-betong i vann til målbar tid. Dette gir betongprodusent og utførende ett verktøy for tilpasning av egenskaper og vurdering av AUV-betongens egnethet for utstøping i vann. Målemetodene er i henhold til standarden NS-EN 12350-10.

Utstøpt og herdet betong skal være homogen og tett, uten steinreir, hulrom eller slamlommer. All forskaling, bortsett fra den typer som er forutsatt å bli stående, skal fjernes for fullstendig inspeksjon av alle betongoverflater.

For undervannsstøpte konstruksjoner stilles ingen tallfestede krav til maksimal temperatur eller temperaturgradienter under herdefasen. Betongsammensetning velges med henblikk på lavest mulige temperaturspenninger.

Konstruktive støpeskjøter skal rengjøres for slam før videre støp.

2.3 Dokumentasjon av kvalitet

AUV-betong skal dokumenteres gjennom

- forhåndsprøving for å sikre bruksegenskaper i fersk tilstand
- produksjonskontroll for både ferske bruksegenskaper og fasthet

- mottakskontroll med dokumentasjon av flytegenskaper på byggeplass, samt uttak av prøver for identitetsprøving på byggeplass

Hver kritisk fase i undervannsarbeidet dokumenteres med inspeksjonsrapport av utførende.

2.4 Normative referanser

Prosjektering og utførelse av betongkonstruksjoner i vann skal, i likhet med betongkonstruksjoner på land, utføres i.h.t gjeldende lovverk og gjeldende utgave av følgende standarder gitt i tabell 1.

Standard	Standardens navn
NS-EN 1990 + NA:	Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner
NS-EN 1991 + NA	Laster på konstruksjoner
NS-EN 1992 + NA	Prosjektering av betongkonstruksjoner
NS-EN 13670 +NA	Utførelse av betongkonstruksjoner
NS-EN 206+NA	Betong - Spesifikasjon, egenskaper, framstilling og samsvar
NS-EN 1504+NA	Produkter og systemer for beskyttelse og reparasjon av betongkonstruksjoner

Tabell 1 Standarder for prosjektering og utførelse av konstruksjoner i vann

3 Termer og definisjoner

Ord	Forklaring
AUV-betong	Betong tilsatt antiutvaskingsmiddel
As buildt tegninger (som bygget)	Som-bygget tegninger er tegninger produsert etter avslutningen av et byggeprosjekt som omfatter alle endringer.
Ball	Vaskeball på pumpe
Betongfasthet	Betongfastheten basert på trykkfastheten etter 28 døgner i følge av Norsk Standard (NS).
Blakking	Fargeendring av vann i kontakt med fersk betong.
Bom	Delaminering i betongen. Dette er luft eller vannlommer som oppstår ved overbelastning, utilsiktet støpeskjøt, rustsprenging og så videre.
Bæreevne	Evnen eller kapasiteten en konstruksjon har for å bære en last
Bøyelister	Opplistet oversikt over armering som inngår i et byggeprosjekt. Skisser på bøyelisten viser hvordan armering skal bøyes eller tilvirkes i forhold til armeringstegningene
Bøystrekkfasthet	Bøystrekkfasthet for betong bestemmes på bjelker med kvadratisk tverrsnitt på 10, 15 eller 20 cm som vannlagres tilsvarende terninger for trykktesting.
D_{upper}	Største verdi av diameter for den groveste fraksjonen av tilslag i betongen som er tillatt i henhold til betongspesifikasjonen
Dimensjonering	Matematisk beregning av en kapasitet til en konstruksjonen.
Erodere / Erosjon	Påvirkning fra ytre krefter som vind, bølger, is og vannstrøm som river løs/flytter delar av eller hele konstruksjon
Flytegenskaper.	Egenskaper til fersk AUV-betong målt ved bruk av L-kasse og på plate.
Forskalingstverrsnitt	Lengden på tvers av forskalingen
Heft	Kraften i bindingen mellom to materialer, for eksempel mellom gammel og ny betong.
Høyfast betong	Benyttes om betong som har en sylindetrykkfasthet over 55 MPa
Kappestøp	En påstøp som omslutter hele betongkonstruksjonens omkrets.

Klorider	Vannløselige krystallinske stoffer, som er forbindelser mellom klor og andre grunnstoffer. Natriumklorid (NaCl) er et salt, og er en kombinasjon av grunnstoffene natrium (Na) og klor (Cl),
Konsistens	Konsistensen er betegnelsen på betongens bearbeidbarhet. Til måling av konsistens brukes synk kjeglen. Betongen fylles i tre lag og hvert lag gjennomstikkes 25 ganger med en 16mm glatt stålstang. Kjeglen løftes forsiktig opp. Betongkjeglen vil da sige sammen, alt etter hvor bløt betongen er. Hvor mye kjeglen siger måles, og dette målet er betongens synkmål eller slump.
Korrosjon	Tæring på materialer ved kjemiske eller elektrokjemiske reaksjoner med omgivelsene. Begrepet brukes særlig i forbindelse med metaller og legeringer. Rust er et sluttprodukt når jern (Fe) korroderer.
Kryp	Påføring av trykk på betong som resulterer i permanent volumreduksjon som kalles kryp.
Laster	Konstruksjonens påførte krefter fra omgivelsene og egenvekt.
Livsløp	Tidsperiode fra ferdig utstøpt konstruksjon, til destruksjon.
Lodding	Kontroll av dybde ned til toppen av støp.
L-kasse	For prøving av blakking og utflytningsevne for AUV betong
Monolittisk binding	Ny og gammel betong støpes sammen med så god heft at de samvirker som en helhetlig konstruksjon. (monolittisk = helhetlig)
Mothold	Et fast punkt som brukes aktivt for å kunne påføre en last motsatt vei uten forskyvelse.
Overtrykksventil	Ventil for å evakuere luft fra rørgate ved oppstart betongstøp
Pasifiseringsjikt	Når sement som har høy Ph kommer i kontakt med armeringsstålet, dannes et usynlig sjikt som er tett og kjemisk motstandsdyktig. Dette beskytter stålet mot korrosjon.
Pigg.	Avstandsholder i bunn på armeringskurv og/eller støperør.
Pneumatisk ventil	Benyttes til start og stopp / åpning og lukking av utstyr. Pneumatisk ventil er en del av et luftbehandlingssystem som ivaretar en signalbehandling. Styres av luft under trykk og med en membran som påvirkes av trykket.
Plugg	Tetting / stengsel i bunn av neddykket støperør som presses ut med trykk fra betongpumpe ved oppstart av støp.
Pozzolan	Fellesbenevnelse på silika, slagg og/eller flyveaske.

Rehabilitering	Utbedring/fornyelse av en konstruksjon.
Renhetsgrad SA 2,0	Rengjøring (bl.a. sandblåsing) av ståloverflater i henhold til ISO 8501-1:2007. I standarden er det fotografert 4 ulike renhetsgrader fra 1 - 3, hvor 3 er metallisk rent. (1 - 2 - 2, 5 - 3)
Rescon-metoden	Utstøping av en betongskade ved hjelp av epoxy og «micro betong»
Retardere	Forsinke herdeprosessen i en betongresept
Rigge	Tilrettelegge for en aktivitet
Riss	Langsgående åpninger i betongoverflaten, som har en vidde mellom 0,1 mm og 3 mm (Åpninger større enn 3 mm kalles en sprekk)
Separasjon	Separasjon betyr at delmaterialene skiller seg fra hverandre. Man kan få separasjon av tilslag, mørtel eller vannutskillelse. Tunge tilslag synker til bunns, lette flyter opp.
Siktekurve	Kornfordelingsanalyse av sand. Siktekurven fremskaffes ved at sandprøven siktes gjennom et sikteapparat med flere lag finmaskede rister.
Skadageometri	Omfang/Størrelse på skade. (bredde x lengde x dybde)
Skjærkrefter	En kraft som virker på konstruksjonen fra en vinkel som ikke er parallell med konstruksjonens lengdeakse.
Skvalpesonen (skvalpe sonen)	Sonen over høyeste vannstand, som jevnlig blir våt fra bølgersprut.
Slanke konstruksjoner	Konstruksjoner med kombinasjon av geometri og lastbilde som nødvendiggjør kontroll av andreordens effekter.
Statikk	Fysikk som forklarer analysen av et fysisk system i statisk likevekt som ikke endrer seg over tid
Statisk regnskap	De totale kreftene som påføres en konstruksjon
Steinreir	En ansamling av pukk, sand og/eller grus, som ikke inneholder sement eller filler.
Strekkmessing	Strekkmessing fremstilles av tynne metallplater som slisses på tvers og etterpå strekkes i lengderetningen slik at det dannes et sammenhengende nettverk
Strekkekrefter	En kraft som strekker materialet eller konstruksjonen fra hverandre.
Støpefront	Fronten som dannes når betong flyter ut i en forskaling

Støpeskjøt	Dersom det oppstår et støpeavbrudd, av varighet slik at herding av betongen starter og videre betongstøp ikke får monolittisk binding, dannes en støpeskjøt.
Støpenippel	Ventil for å koble en betongslange til en forskaling, eller annet fast støpeform.
Svinn	Når betong herder, vil den få en permanent volumreduksjon som kalles svinn
Trykkfasthet	Trykkfasthet angis med tallverdi i MPa, basert på trykkfastheten målt i N/mm ² etter 28 døgn i følge av Norsk Standard (NS).
Utflytningsevne/Utbredelse	Fersk betongs egenskaper målt ved bruk av L-kasse og på plate.
v/b-tall	Forholdet mellom vann og bindemiddel (sement + pozzolan).

Tabell 2 Termer og definisjoner

Høringsutgave - brukes kun til høringstformål

4 Kompetansekrav til planlegging og utførelse

4.1 Kompetansekrav, prosjektering

Utførelse av betongkonstruksjoner i vann krever forståelse og innsikt med tilpasset tilrettelegging og planlegging av arbeidet. Oppdragsgivere anbefales sterkt å stille krav til at prosjekterende har detaljert kunnskap om betongstøp i vann, samt relevant erfaring, herunder kjennskap til hvilke prosjekteringsdetaljer som vil bidra til å sikre et godt støperesultat.

Forøvrig stilles tilsvarende kompetansekrav til prosjekterende av betongkonstruksjoner i vann som betongkonstruksjoner over vann.

4.2 Kompetansekrav, utførelse

Betongarbeider i vann skal utføres etter faglig anerkjente metoder, hvor det skal legges vekt på at kombinasjonen av utstyr, utførelse og materialer passer til hverandre og gir sikkerhet for resultatet. Betongarbeider i vann skal planlegges, utføres og dokumenteres under ledelse av en produksjonsleder. Produksjonsleder har det overordnede ansvaret for at alt arbeid blir planlagt og utført i samsvar med gjeldende regelverk, samt at kontroll og dokumentasjon, inklusive dagbokføring, blir gjennomført i foreskrevet omfang.

4.2.1 Produksjonsleder, formann/bas og kontrollleder

skal tilfredsstille kompetansekravene i Nasjonalt Tillegg til NS-EN 13670, Utførelsesklasse 3.

Produksjonslederen skal gjennom utdanning og praksis ha opparbeidet spesielle kvalifikasjoner for ledelse av betongarbeider i vann. Produksjonslederens erfaring i lignende arbeider skal dokumenteres.

Ved større betongarbeider under vann, skal også produksjonslederens nøkkelmedarbeidere ha erfaring i tilsvarende arbeider.

4.2.2 Støpeleder / dykkerleder/utførende dykker

Dykkere skal ha dokumentert erfaring fra betongarbeider i vann.

Utførende skal tilfredsstille kompetansekravene gitt i NS-EN 13670 og 1504-9, samt i tillegg ha gjennomført kurset *Betongarbeider av maritime konstruksjoner for støpeleder, dykkerleder og dykker*. Ta kontakt med Norsk Betongforening for opplysning om kurs.

4.2.3 Kompetanse, kontrollører

Betongarbeider i vann kontrolleres av

- Byggherren eller av særskilt engasjert kontrollør som er uavhengig av det foretaket som utfører arbeidet
- Utførende

Den utførte kontroll skal dokumenteres. Det vises til NS-EN 13670 pkt 4 med Nasjonalt Tillegg. Den utførendes kontrollleder skal oppfylle kompetansekravene gitt i Nasjonalt Tillegg til NS-EN 13670.

Kontrollører skal kunne dokumentere erfaring med utførelse av undervannsarbeider samt betongkontroll av AUV-betong.

4.2.4 Kompetansekrav, betongproduksjon

Betongprodusent skal tilfredsstillere kvalifikasjonskravene gitt i Nasjonalt Tillegg til NS-EN 206+NA.

Høringsutgave - brukes kun til høringsformål

5 Prosjektering

Prosjekteringen skal ta hensyn til prosjektets geometri, lokalisering med tilhørende utfordringer, samt kompleksitet inkludert toleranser og mulige feil på byggeplass. Følgende skal klart komme frem av produksjonsunderlaget:

- Hvor det skal benyttes AUV-betong
- Øvrige parametere (fasthetsklasse, kloridklasse, bestandighetsklasse, toleranseklasse) som normalt skal oppgis på produksjonsunderlaget.

5.1 Fastlegging av toleranser

NB5 anbefaler at det innføres toleranser for støp under vann som avviker fra toleranser for betongstøp over vann. Toleranser bør generelt fastlegges ut fra reelle behov for nøyaktighet i hvert enkelt prosjekt.

Det skiller mellom prefabrikkert støpeform som borede/rammede peler, pilarer, samt øvrig forskaling som settes sammen over vann og løftes på plass, og forskaling som bygges/settes sammen under vann av dykker.

- For prefabrikkerte støpeformer gjelder toleranser som angitt over vann med unntak av posisjonering, der prosjektspesifikke toleranser anbefales. Det forutsettes at det benyttes armeringsunderstøttelse som spesifisert i NS-EN 13670.
- For støpeformer som sammenføres eller bygges under vann av dykker, anbefales prosjektspesifikke toleranser med toleranser som angitt under.

Toleranse	Verdi
Global posisjonering av prefabrikkert støpeform	± 100 mm
Sammensatt byggtoleranse for konstruksjoner ≥ 2,0 m	± 250 mm
Sammensatt byggtoleranse for konstruksjoner ≤ 2,0 m	± 100 mm
Tverrsnittsavvik	± 10%, maks 100 mm
Loddavvik	12 ‰
Overdekning	Se toleranser i NS-EN 13670 ¹

Tabell 3 Toleranser for betongkonstruksjoner i vann

¹ I den grad at betongen er støpt med større tykkelse enn teoretisk verdi tillates økt armerings-overdekning tilsvarende mertykkelse på betongen. Anbefalinger og krav for armeringsunderstøttelse skal følges.

6 Materialer og betongfremstilling

Betong skal produseres og dokumenteres i henhold til enhver tid gjeldende utgave av NS-EN 206+NA. Materialer skal tilfredsstille NS-EN 206+NA.

Utover gjeldende standarder bør retningslinjer nedenfor legges til grunn.

6.1 Delmaterialer

6.1.1 Sement

Sement skal tilfredsstille NS-EN 197-1. I sjøvann og brakkvann benyttes fortrinnsvis sement med et C₃A-innhold på 5-8 %.

6.1.2 Silika

Silika skal tilfredsstille NS-EN 13263-1.

6.1.3 Tilslag

Tilslag skal tilfredsstille krav gitt i NS-EN 206+NA. Ulike tilslagsfraksjoner settes sammen med henblikk på best mulig støpelighet. Dersom tilslaget karakteriseres som mulig reaktivt må materialsammensetningen totalt kunne karakteriseres som ikke-reaktiv i henhold til Norsk Betongforenings publikasjon nummer. 21.

6.1.1 Tilsetningsstoffer til undervannsbetong

Antiutvaskingsstoff, AUV-stoff, må benyttes i undervannsbetong. Dette tilsettes for at betongen skal få en viskøs, kohesiv konsistens. Dermed hindres sementen å vaskes ut ved støpning i vann.

Undervannsbetong, AUV-betong, skal alltid benyttes ved støp i vann.



Foto 1 Mørtel i fritt fall til venstre og mørtel tilsatt antiutvaskingsstoff til høyre

AUV-stoffer på markedet har veldig forskjellig effekt på betongens støpelighetsegenskaper. AUV-betong må proporsjoneres ut fra det aktuelle AUV-stoffets egenskaper. Anbefalinger fra leverandør av antiutvaskingsstoff bør følges, så lenge de ikke strider mot regelverket.

Pr 2021 er det ingen CE-merking for AUV-stoffer. Uten felles testregler må det derfor legges frem tekniske tester av de AUV-stoffene som benyttes. Tester og dokumentasjon må være utført av eksterne anerkjente institutter eller sertifiseringsorganer og tilpasset nordiske forhold, slik at materialer vil fungere for prosjekter i Norge. AUV-stoffets egenskaper skal være dokumentert med hensyn til sammenhørende verdier av AUV-dosering, utflytingsevne og utvaskingsmotstand.

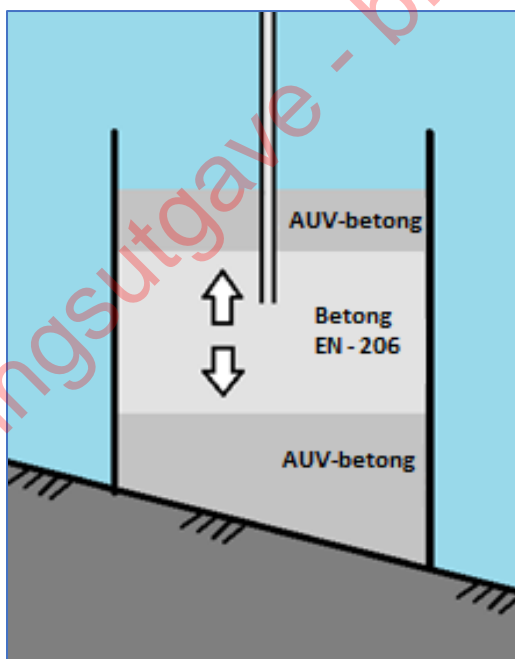
AUV-stoffer kan virke vesentlig retarderende på betongen. Dette sammen med utstøping i kaldt vann kan føre til lang størkningstid og treg fasthetsutvikling. Egenskaper med hensyn til størkningstid og utvikling av fasthet må derfor komme frem av forhåndsdokumentasjonen. Dokumentasjonen skal være gjeldende for betongsammensetning i samsvar med denne publikasjonen. Tilsetningsstoffer som normalt benyttes i betong for øvrig, benyttes på samme måte i AUV- betong. Normalt vil produksjon, transport og pumping av undervannsbetong ta betydelig tid, så det er viktig at tilstrekkelig åpentid er ivarettatt, eventuelt med bruk av retarderende tilsetningsstoffer (R-stoff).

6.2 Betongsammensetning

Undervannsbetong, AUV-betong, er tilsatt antiutvaskingsstoffer og tilpasset støpning under vann.

Ved betongstøp under vann kan det ikke vibreres, som betyr at undervannsbetong må ha meget gode flyteegenskaper for å sikre god utstøping.

I tilfeller der det benyttes normal betong ved undervannstøp, eksempelvis betong tilsatt luft i frostsone, skal denne aldri eksponeres direkte mot vann. Normal betong benyttet ved undervannstøp (ikke AUV-betong) skal tilfredsstille kravene NS-EN 206, og anvisningene under. Ved overgang fra AUV-betong til normal betong er det avgjørende at støpe-prosedyrer følges slik at kun AUV-betongen blir eksponert mot vann



Figur 1 Overgang fra AUV-betong til annen betong

6.2.1 Bindemiddelsammensetning

Tabell 4 angir anbefalte bindemiddel- og silikamengder til undervannsbetong.

Betongtype	Minimum bindemiddel-mengde	Silika
AUV- betong (Undervannsbetong)	> 530 kg	4-8 %
Normalbetong benyttet ved undervannstøp	> 490 kg	6-10%

Tabell 4 Minimum bindemiddel og anbefalt silikamengde.

Normalbetong som skal benyttes under vann må være som for SELVKOMPRIMERENDE BETONG, definert i Norsk Betongforenings publikasjon nr. 29. Normalbetong skal ha egenskaper slik at den ikke bryter gjennom AUV-betongen og tilfredsstillende bindemiddelmengder i tabell 4.

6.2.2 Tilslagssammensetning

AUV-betong inneholder mye sementpasta, og derfor normalt en grov tilslagsgradering.

Tilslagsmengder justeres etter ønsket støpelighet. Normalt vil tilslagssammensetning se slik ut:

Sand < 8mm	Stein 8 – 16mm	Stein 16 - 22mm
48- 55%	18 – 21%	27 – 31%

Tabell 5 Grenseverdier for tilslagsfordeling i AUV-betong

6.2.3 Masseforhold

Krav til miljøklasse styrer masseforholdet. I de fleste tilfeller er betong støpt i vann utsatt for belastninger slik at de naturlig havner i eksponeringsklasser som krever bestandighetsklasse M40. Masseforhold for AUV-betong settes alltid til M40, $m \leq 0,4$. Det samme kravet gjelder for annen betong som benyttes ved undervannstøp.

6.2.4 Fasthetsklasse

Fasthetsklasse for AUV-betong anbefales valgt fra B35 til B55. Fasthetsoppnåelse dokumenteres før bruk i konstruksjoner i vann.

6.2.5 Luftinnført betong – klasse XF

Dersom AUV betong brukes i frostsonen, skal frostbestandighet dokumenteres med Boråsmetoden før den benyttes i konstruksjoner i vann.

En rekke AUV-stoffer i markedet har egenskaper som gjør at det ikke er mulig å få tilsatt luft i betongen. AUV-betongen kan som hovedregel derfor kun brukes i soner der det ikke er krav til frostbestandighet, det vil si konstruksjonsdeler som er permanent neddykket i sjø. AUV-betong som ikke kan dokumenteres frostsikker bør derfor ikke benyttes høyere opp enn 2 meter under laveste stedlige lavvann. Ofte er overgang til normalbetong underveis i støpen løsningen.

Det er ikke rapportert vesentlige frostskaider på AUV-betong med masseforhold $\leq 0,40$ utført i frostsoner. Ved støpeoppgaver hvor AUV-betongens egenskaper er avgjørende for et godt støperesultat, vil det derfor som hovedregel være riktig å anvende AUV-betong, selv i frostsoner.

7 Støpelighetsprøving av undervannsbetong

Metodene for støpelighetsprøving, som er beskrevet i dette kapitlet, benyttes både ved laborietesting ved forprøving og ved feltprøving. Feltprøving er beskrevet i kapittel 8.

Betongstøping under vann utføres uten vibrering, og betongen må derfor ha synk og utbredelse som sikrer selvkomprimerende egenskaper. Den må være viskøs og kohesiv, samt ha god flyt. For prøving av betongens støpelighet og utflyttingsevne i vann gjennomføres ulike tester:

- Test av synkutbredelse med t_{500} i henhold til NS-EN 12350-10
- Måling av senterhøyde i betong etter mål av synkutbredelse
- Test av flyteegenskaper i vann med L-kasse som gitt i NS-EN 12350-10.

Støpelighet i vann skal aldri vurderes ut fra konsistensmåling med utbredelsesmål alene. Støpelighet i vann skal i tillegg også vurderes ved L-kasseforsøk beskrevet i punkt 7.2.

7.1 Synkutbredelse, t_{500} og senterhøyde

Måling av synkutbredelse, t_{500} og senterhøyde utføres ved forhåndsdokumentasjon, for produksjonskontroll og ved mottakskontroll på støpstedet. Visuell vurdering av betongens oppførsel skal noteres. Tilslaget skal følge utbredelsen helt ut i randsonen ved utbredelsesmåling.

Konsistensmåling av undervannsbetong bør vanligvis gi:

Metode	AUV-Betong	Normal betong benyttet ved undervannstøp
t_{500}	> 8 s	>2 s
Synkutbredelse (SU)	550 – 630 mm	550-630
Senterhøyde	<40 mm.	<40 mm.

Tabell 6 Grenseverdier for konsistens på AUV-betong og UV-betong

7.1.1 Synkutbredelse og senterhøyde, utførelse:

- Synkkjeglen fylles opp med betong i en omgang, uten komprimering. Synkkjeglen løftes slik at betongen kan flyte fritt.
- Tiden det tar til betongen når $\varnothing 500$ registreres, t_{500} .
- Etter at bevegelsen har stanset helt opp registres synkutbredelse, $(D_1 + D_2)/2$
- Etter måling av slumpbredelse måles høyden i senter av betongutbredelsen med meterstokk og høyden registreres
- Ved måling av senterhøyde skal grovt tilslag (stein) være med helt ut i randsonen. Hvis ikke har ikke betongen tilfredsstillende egenskaper og regnes som separert.



Figur 2 Test av slumpbredelse, gitt i NS-EN 12350-10.

Figur 3 Måling av senterhøyde etter test av slumpbredelse

7.1.2 Slumpbredelse - vurdering av prøveresultatet

t_{500}

Tid	Status	Kommentar
< 8 sek	Ikke godkjent	Betongen har ikke tilstrekkelig antiutvaskingsevne
> 8 sek	Godkjent	Tilfredsstillende støpelighetsegneskaper.

Tabell 7 Grenseverdier for t_{500}

Slumpbredelse

Utbredelse	Status	Kommentar
< 550 mm	Ikke godkjent	Betongen har ikke tilfredsstillende støplighet
550– 580mm	Godkjent	Begrenset støplighet, kan benyttes til spesielle støpeoppgaver
580 – 630mm	Godkjent	Gode støpelighetsegneskaper.
> 630mm	Ikke godkjent	Betongen har ikke tilstrekkelig antiutvaskingsevne

Tabell 8 Grenseverdier for slumpbredelse

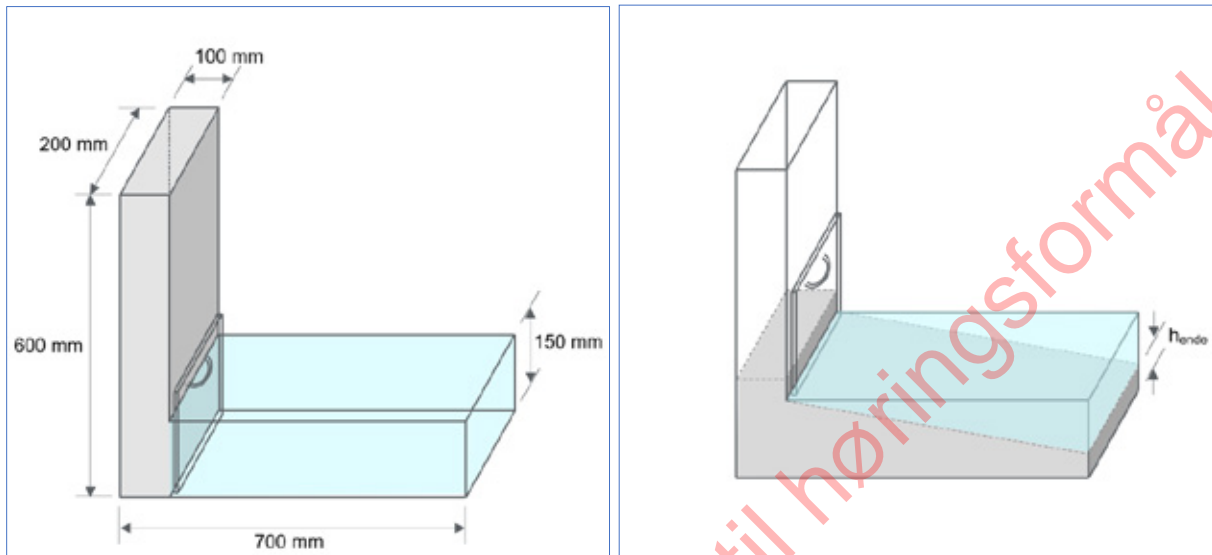
7.2 Testing av flytegenskaper og støplighet i vann - bruk av L-kasse

Utflytningsevne er ett direkte mål på støpligheten i vann og er en viktig egenskap for AUV-betong. For å teste utflytningsevne benyttes en L-kasse, gitt i NS-EN 12350-10. L-kassen benyttes ved forhåndsdokumentasjon, for produksjonskontroll og ved mottakskontroll på støpestedet.

7.2.1 L-kasse - utførelse:

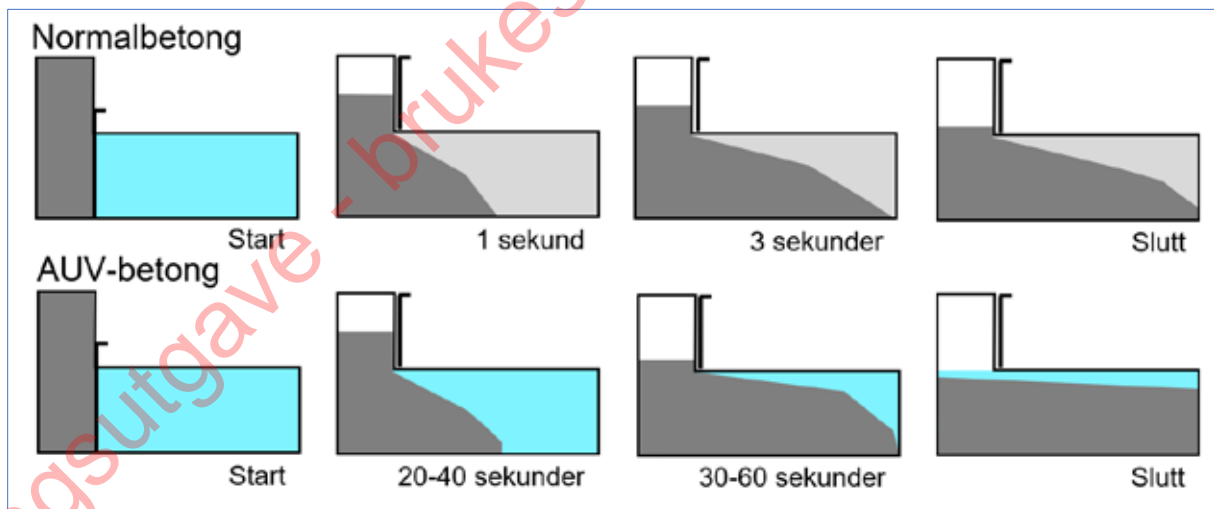
- Betong fylles uten komprimering i den høye delen av kassa. Luken skal være stengt.
- Den lave delen av kassa fylles deretter med vann.
- 5 minutter etter betongfylling i kassa er startet, åpnes luken mellom den høye og den lave delen av kassa.
- Tiden måles fra luken åpnes mellom den høye og den lave delen av kassa.
- Tid inntil betongen er kommet fram til enden av kassen registreres, t_{ende}

- Når all bevegelse er stoppet registreres betonghøyden ved enden av kassen (h_{ende}). Denne høyden øker sakte over tid, så det er viktig å sjekke at høyden er blitt stabil ved registrering.



Figur 4 L-Kasse til laboratorietesting og feltprøving av AUV-betong, gitt i NS-EN 12350-10

Tilsetning av AUV-stoff gjør betongen vesentlig mer viskøs. Den flyter rolig ut i formen og bevegelsen stopper ikke før betongoverflaten er tilnærmet horisontal.



Figur 5 Bevegelse i L-kasse, typiske tidsintervall

7.2.2 L-kasse - vurdering av prøveresultatet

Resultatet av L-kasse test vurderes ut ifra tabellene under

t_{ende}

Tid	Status	Kommentar
< 20 sek	Ikke godkjent	Betongen flyter for raskt og har ikke tilstrekkelig antiutvaskingsevne
20 – 40sek	Godkjent	Gode støpelighetsegneskaper.
40 – 70sek	Godkjent	God antiutvaskingsevne, begrenset støpelighet
> 70 sek	Ikke godkjent	Betongen har ikke tilstrekkelig støpelighet

Tabell 9 Grenseverdier for L-kasse, t_{ende}

h_{ende}

Utbredelse	Status	Kommentar
< 75 mm	Ikke godkjent	Betongen har ikke tilstrekkelig støpelighet
> 75mm	Godkjent	Gode støpelighetsegneskaper.

Tabell 10 Grenseverdier for L-kasse, h_{ende}

7.2.3 Blakking av vannet

Blakking av vannet er et tydelig tegn på at betongen ikke har god nok motstand mot utvasking. Synlig blakking av vannet kan imidlertid unngås selv ved relativt lave AUV-doseringer, og derfor må også de andre testkriteriene alltid være oppfylt. Ved et L-Kasse forsøk med betong uten tilsatt AUV-stoff vil vannet bli blakket umiddelbart, og betongen vil flyte ut til enden i løpet av 2-3 sekunder. Betongen vil være fullstendig uegnet til oppstart av utstøping under vann.

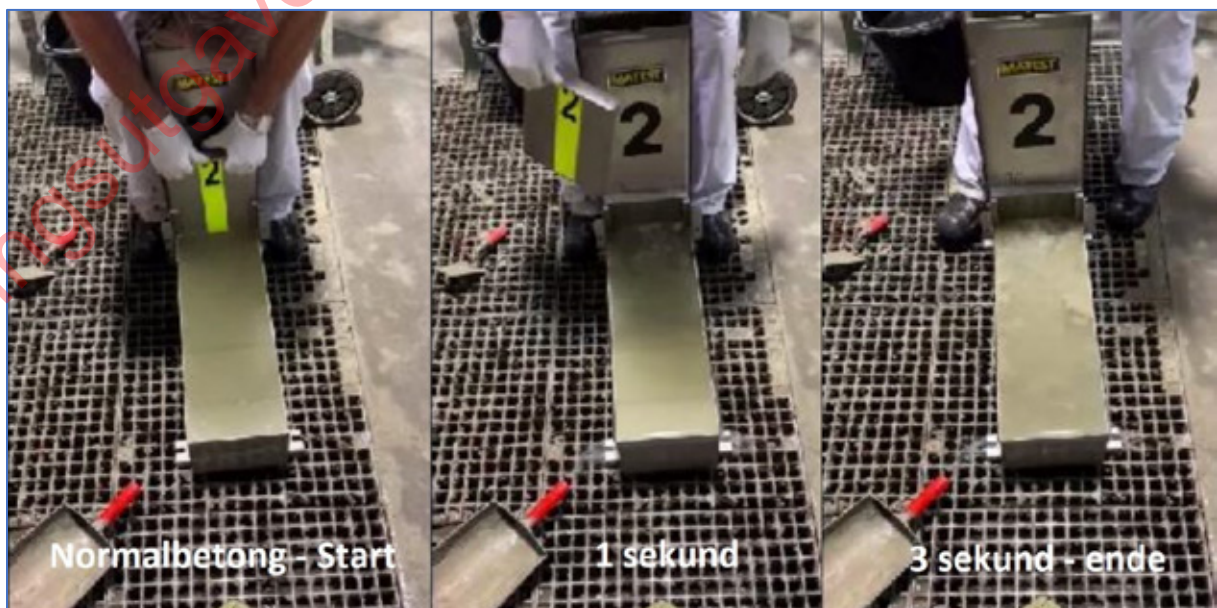


Foto 2 L-Kasse forsøk med betong uten tilsatt AUV-stoff

Ved et L-Kasse forsøk med egnet AUV-betong vil vannet være klart. Betongen vil flyte ut med rolig bevegelse, og nå enden i løpet av 30-60 sekunder. Betongen vil fortsette bevegelsen til h_{ende} er 75-90mm.



Foto 3 L-Kasse forsøk med egnet undervannsbetong tilsatt AUV.

8 Fullskala prøvestøp av flytegenskaper og støpelighet -

Fullskala prøvestøp skal verifisere at betongegenskaper dokumentert i laboratoriet, støpemetode og utstyr fungerer som helhet.

Prøvemethoder og vurdering av prøveresultatene er tilsvarende som for testing i laboratorieskala. Det er et viktig sjekkpunkt at resultater fra forhåndsprøving i laboratoriet er i samsvar med testene fra felt. Om testene ikke samsvarer må det følges opp med nye tester i felt, og eventuelt i laboratoriet.

- Måling av slumpbredelse og t_{500} , som gitt i 12350-10, samt senterhøyde, utføres også i feltskala. Vurderingskriteriene er gitt i punkt 7.1.2.
- Testing av flytegenskaper i vann ved bruk av L-kasse, utføres også i feltskala. Vurderingskriteriene er gitt i 7.2.2

Utover testing av slumpbredelse som beskrevet i 6.1, samt flytegenskaper og støpelighet i L-kasse som beskrevet i 7.2 skal det i feltdokumentasjon også gjennomføres pumpeprøving.

8.1.1 Feltdokumentasjon, planlegging

Betongens bruksegenskaper skal testes for planlagt støpemetode og støpeplan utarbeides av entreprenør i samarbeid med betongprodusent, pumpekjører, byggherre. Prøvestøp bør utføres i fellesskap med alle involverte aktører

- Laboratorietestet AUV-betong planlagt benyttet til støpeoppgaven benyttes også i prøvestøp.
- Simulert transporttid skal tas med i vurdering av betongens egenskaper og oppførsel ved prøvestøp
- Prøves med minimum 6 m slange /rør gjennom betongpumpe.
- L-kasse skal benyttes på fabrikk og byggeplass
 - Utflytningsevne i L-kasse registreres- betongen skal ikke ha blakking
- Utflytningsevne med utbredelsesmål på plate
 - Høyde i midten måles (< 40mm, foretrukket 20-30mm)
 - Visuell vurdering (betongen skal kurve seg og stein skal være med helt i utkanten av utbredelsen).
- Utflytningsevne kan også kontrolleres ved å tømme AUV-betong i en dummy
- eks. 2 mx2mx0,15 m på bakken for en visuell sjekk.
- Aksept på valgt betongsammensetning etter prøvestøp og før endelig utførelse (alle parter)

8.1.2 Pumpeprøving (del av prøvestøp)

Det gjennomføres en praktisk test av betongens pumpeegenskaper. Betongens egenskaper testes før og etter pumping. Betongen pumpes i sirkulasjon, dvs. tilbake til pumpekaret. Slangen fra pumpetårnet bør henge vertikalt, pumpehastigheten varieres. Observasjonene dokumenteres.

- Glir betongen i en kontinuerlig strøm ut av slangen?
- Løsner den fra slangen og faller den som klumper (at den henger i slangen viser at betongen er seig, og det kan være positivt).
- Pumpetrykk ved ulik pumpehastighet.
- Dersom betongegenskapene endres, registreres hvilket pumpetrykk dette skjer ved.
- Ved forskjellige pumpehastigheter; Registrer pulsering og slag i pumpa



Foto 4 Pumpeutlegg, AUV-betongen testes for planlagt metode. (Syltosen/Molde

8.1.3 Utflytningsevne i dummy. 2m*2m*0,15m.

Ved forberedelser for store støper i vann (fundamenter) kan det gi god informasjon om betongens flyteegenskaper ved å foreta en prøvestøp med utlegging i en dummy på bakken. Betongen tømmes rett fra renna på betongbilen ut i form.

- Hvor lenge flyter/kryper den?
- Flyter den til betongen er horisontal?
- Er det stor høydeforskjell fra tømme punkt til senter i form og motsatt ende av dummyen?

Dette er en visuell vurdering som gir en indikasjon på hvordan betongen vil oppføre seg i vann. Betongen skal kurve seg i utkanten av betongens utbredelse og stein skal være med helt ut i kanten.

9 Utførelse

Denne publikasjonen forutsetter at alt betongarbeid som skal utføres i vann utføres med AUV-betong og at betongen pumpes. AUV-betongens utflyttingsegenskaper skal være dokumentert før utstøping i byggverket starter. Det skal tas hensyn til aktuelle delmaterialer sammen med de aktuelle produksjons- og utførelsesforhold. Det kan være spesielle konstruksjoner som er egnet for å bruke normalbetong i kombinasjon med AUV-betong. I slike tilfeller må det lages en særskilt støpeplan som sikrer at vanlig betong ikke kommer i kontakt med vann.

Utførelse skal tilfredsstillende NS-EN 13670+NA for Utførelsesklasse 3.

9.1 Tidligere praksis

Riktig oppstart av støping i vann skal sikre at riktig betongkvalitet blir benyttet fra første liter slik at hele konstruksjonen får tilfredsstillende kvalitet. Risikoen ved feil oppstart er at betongen blir vasket ut slik at deler av støpearbeidene ikke har tilfredsstillende kvalitet.

Metoder for støp i og under vann har vært dykket rørstøp (Tremie-metoden), tobbstøp/bøttestøp og pumpestøp. Oppstart ved dykket rørstøp og tobbstøp utføres, ved å fylle nedsenkede rør som har en tetting i enden, med betong. Tettingen åpnes kontrollert, og betongen flyter ut og rørene etterfylles fortløpende med betong fra tobb.

Tremie-metoden er nærmere beskrevet i *EFFC/DFI Best Practice Guide to Tremie Concrete for Deep Foundations, second edition: 2018, utarbeidet av European Federation of Foundation Contractors (EFFC) & Deep Foundation Institute (DFI, USA)*.

Ved pumping har vanlige oppstartprosedyrer vært bruk av:

- ventil i enden av et rør,
- bruk av vaskeball(er) foran betongen
- ball i enden av røret med plastposer rundt.

Metodene som er benyttet ved oppstart av pumping har vist seg ikke være tilfredsstillende siden det er registrert mye dårlig kvalitet på betong støpt i vann. En hovedårsak til skadene er utvasket betong, spesielt ved oppstarter og ved eventuelle stopp i støpingen ved ny oppstart. Det har også vært vanlig å bruke AUV-betong ved oppstart, et bestemt volum videre og deretter støp med neddykket rør og normal betong. Erfaring har vist at det ikke har blitt brukt tilstrekkelig mengde AUV-betong og/eller ikke hatt tilstrekkelig neddykkingslengde på støperøret. Dette har ført til at normal betong har brutt gjennom AUV-betongen og kommet i direkte kontakt med vann og har blitt vasket ut, med påfølgende utvasking og skader.

9.2 Valg av metode

Støping under vann har ulike utfordringer. Det kan f.eks. være dybde, areal og/eller volum som skal støpes. Med erfaringene fra siste 30 års undervannsstøping anbefales det alltid å benytte AUV-betong i hele konstruksjonen. Det er påvist mange skader som skyldes manglende kontroll ved oppstart og ved bruk av feil betong. Hvis det er ønskelig å benytte normal betong i en støpejobb under vann må det sørges for god planlegging slik at normal betong aldri blir eksponert for vann. Normal betong som skal benyttes må være som for selvkomprimerende betong, som definert i Norsk Betongforenings publikasjon nr. 29. Normal betong skal ha egenskaper slik at den ikke bryter gjennom AUV-betongen og tilfredsstillende bindemiddelmengder som gitt i kapittel 6.1

Alt betongarbeid som skal støpes i vann skal utføres med AUV-betong og betongen skal pumpes. Det skal ikke være innlekkende vann i støperøret noen steder, hverken gjennom bunnen eller i skjøter mellom rørene.

Det anbefales ulike metoder til støp under vann avhengig av vanddybde:

Metode for oppstart	Anbefalt dybde for bruk	Kommentar
Oppstart ved bruk av plugg med lufteventil og tørt støperør	Ned til 100m	Kan benyttes ved større dyp enn 100 m. Publikasjonen anbefaler at det gjennomføres trykktesting før bruk for dokumentasjon
Oppstart ved bruk av slange/rør og vaskeballer	5m	
Påfølgende tørrstøp		Utstøping av betongpropp med AUV-betong som beskrevet over før herding med påfølgende lensing og videre tørrstøp

Tabell 11 Metoder for oppstart

9.2.1 Pumpe og rørutlegg

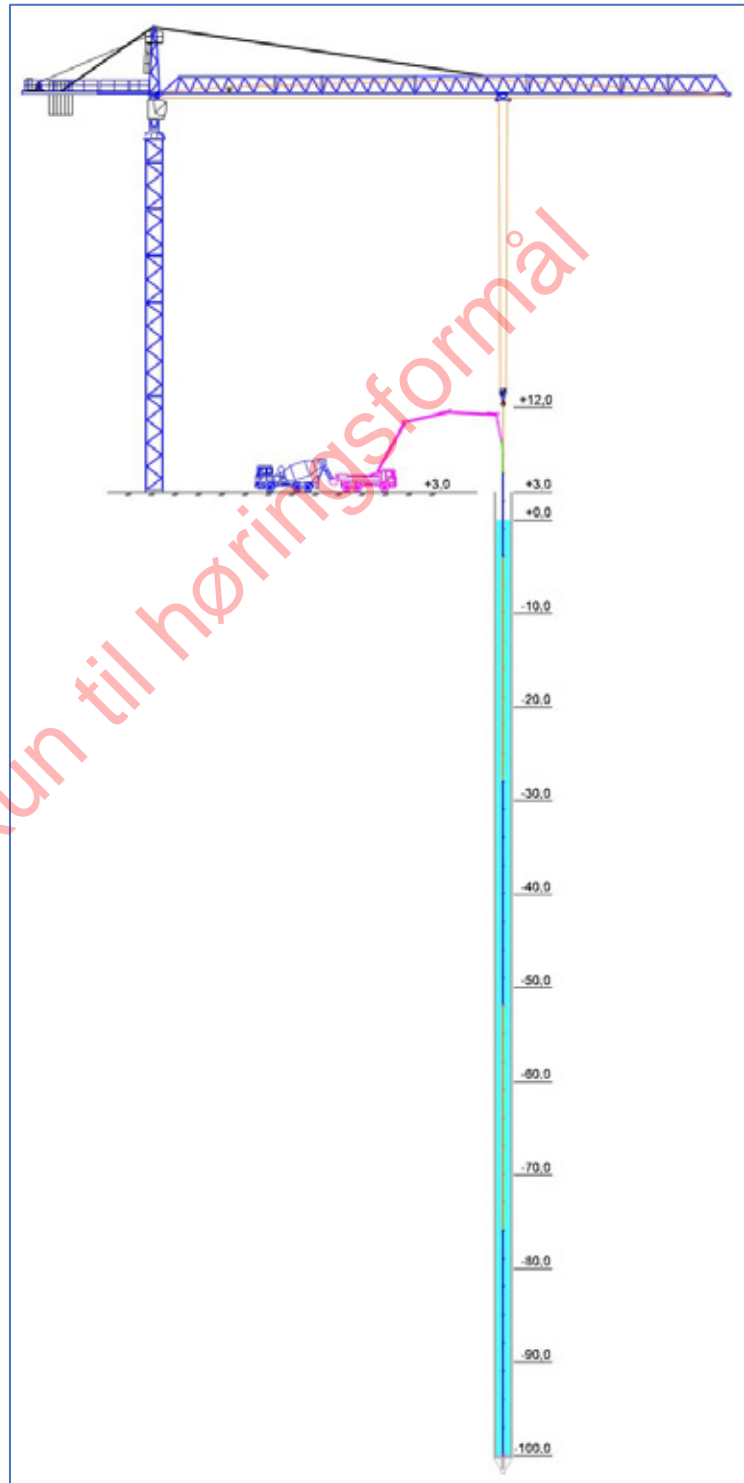
- Støperøret må være tett mot vanninntrengning i bunn og alle skjøtkoblinger ved støpedybder større enn 5 m.
- Ved støpedybder større enn 5 m tettes enden av rørgaten med plugg
- Hvert rør sjekkes for renhold
- Siste rørstuss skal ha utluftingsventil
- Planlagte rør og overganger skal ha samme dimensjon
- Det benyttes stålrør med låsbare koblinger
- Det skal ikke være innsnevring etter nødvendig overgang fra pumpeårn
- Merk rørgate for hver meter
- Rørgate skal alltid smøres opp foran AUV-betong
- Smøring slurry/smøremasse med hard kvalitet på vaskeball/plugg foran rør-ende
- Pumpetrykk holdes så lavt som mulig slik at (seig betong) betongen må få jobbe seg gjennom

9.2.2 Nødvendig løftekapasitet av støpeslanger og støperør

Ved støp på dypt vann må det benyttes utstyr som har tilstrekkelig løftekapasitet. Et betongfylt støperør $\varnothing 114,3-7,1\text{mm}$ (innvendig $\varnothing 100,7\text{mm}$) veier anslagsvis 39kg/m i luft og 28 kg/m neddykket. Nettovekt av et støperør fullt med betong som er senket 100m ned i vann vil være i overkant av 2,8 tonn. **Betongpumper har begrenset løftekapasitet slik at supplerende løfteutstyr må benyttes.** Løfteutstyret **må** ha kapasitet til å løfte vekten hele støperøret, samt den delen av støpeslangen som løftes, også den delen som er over vann-nivå.

Støp av dype vannfylte peler						
Effekt av dybde og pumpetrykk						
Definisjoner						
1 Pa = 1 N/m ²						
1 Bar = 10 ⁵ Pa = 100 kPa = 0,1 Mpa						
Betong	25	kN/m ³				
Vann	10	kN/m ³				
Vann og Betongtrykk						
Kote	Vanntrykk		Tørrstøp		Neddykket	
	kN/m ²	Bar	kN/m ²	Bar	kN/m ²	Bar
12	0	0	0	0,0	0	0,0
0	0	0	300	3,0	300	3,0
-10	100	1	550	5,5	450	4,5
-20	200	2	800	8,0	600	6,0
-30	300	3	1050	10,5	750	7,5
-40	400	4	1300	13,0	900	9,0
-50	500	5	1550	15,5	1050	10,5
-60	600	6	1800	18,0	1200	12,0
-70	700	7	2050	20,5	1350	13,5
-80	800	8	2300	23,0	1500	15,0
-90	900	9	2550	25,5	1650	16,5
-100	1000	10	2800	28,0	1800	18,0

Tabell 12 Vanddyb med tilhørende effekt av dybde og vanntrykk for tørrstøp og neddykket støp



Figur 6 Illustrasjon for løfteanordning ved støp

9.2.3 Oppstart ved bruk av plugg med tørt rør

Metoden er testet for trykk tilsvarende støp på 100 m. vanddyb. Støp i så dypt vann vil normalt være peler eller pilarer. Det benyttes støperør av stål, som må være rene. Det skal være avstandsholder på nederste rør (ca. 30. cm).

0,5-1,0 m fra bunnen skal det være lufteventiler som avlaster trykket når betongen pumpes,. I enden monteres det en plugg. Plugges slås inn «lett» med en slager. Plugg som flyter opp kan benyttes flere ganger, men pakninger kontrolleres og byttes ved eventuelle rift og/eller synlige skader.



Foto 5 Illustrasjonsfoto av lufteventil, plugg og montering av plugg

Støperørene kobles etter hver hvert som de senkes ned. Rørene senkes til bunnen. Betongen pumpes i rene og tørre rør. Det benyttes 2 vaskeballer foran betongen for å hindre at betongen falle, separerer og/eller tetter lufteventiler. Vaskeballene plasseres i en skjot etter tårnet på pumpen. Det benyttes smørelass med AUV-stoff, som er tilpasset lengden på støperøret, som vil si min. 2 liter pr. løpemeter rør.

Betongen pumpes sakte for å unngå store mottrykk samt at luften får tid til å evakuere ut av lufteventilene.

Neddykkingsdybden til støperøret skal være min 3 meter ved utstøping av pilarer og peler, som er konstruksjoner med begrenset areal. Hvis det støpes større arealer under vann må støpeplanen beskrive hvordan støpingen gjennomføres for å sikre at støperøret til enhver tid er neddykket. Under utførelsen skal det kontrolleres fortløpende at neddykkingsdybden er tilfredsstillende. Ved støp av store arealer kan det benyttes ventil ved flytting av støperøret. Ventilen vil fungere når den er fylt med betong. Det benyttes AUV-betong gjennom hele støpen.

9.2.4 Slange og vaskeballer

Oppstart kan foregå med hengende slange ned til 5 m når det benyttes 2 vaskeballer i front. Benyttes kun betongpumpe vil vekten på slangen og sikkerhet være bestemmende for dybden. Benyttes kran for å holde slangen vil ca. 5 m være en øvre kritisk dybde for når metoden ikke er vellykket.

Det plasseres 2 vaskeballer i en skjot etter tårnet. Det benyttes smørelass som er tilpasset lengden på slangen, som vil si min. 2 liter pr. løpemeter.

9.2.5 Tørrstøp

En metode for å støpe under vann er å lage området «tørt». Da etableres en bunnpropp med AUV-betong i peler eller i bunn i fundament. Når bunnproppen har herdet og forskalingen er tett pumpes vannet ut og betong støpes som normalt uten bruk av AUV-betong.

9.3 Gjennomføring av støp i vann

Betongarbeider i vann skal utføres etter faglig anerkjente metoder, hvor det skal legges vekt på at kombinasjonen av kompetanse, utstyr, materialer og utførelse er egnet for arbeidet slik at resultatet er tilfredsstillende.

Minst 1 uke før undervannstøp utføres, skal den endelige støpeplanen være ferdig og gjennomgå med alle involverte parter. Planen skal være utarbeidet under ledelse av og underskrevet av produksjonslederen.

Planen bør inneholde blant annet:

Personell/organisasjon

- Produksjonsleder
- Pumpesjåfør
- Personell for mottakskontroll
- Ansvarlig for fylling/veksling mellom støperør
- Ansvarlig for loddning/utflytingskontroll
- Dykker

Blandeanlegg

- Driftsansvarlig blandeanlegg
- Dokumentert betongresept
- Blandekapasitet - leveringsplan
- Transportkapasitet – leveringsplan

Betongresepter

- AUV-betong med dokumentasjonsopplegg
- AUV-Smørelass

Utstøping

- Støperørsplassering, og evt. flytteplan for støperør basert på profiler eller kotekart for bunn byggegrop
- Hvordan støp skal startes opp
- Plan for loddning/utflytingskontroll (skjema)
- Vurdering av vannstandsvariasjoner (tidevann)
- Spesielle kontroller utført av dykker
- Spesielle arbeider ved avslutning av støp
- Plan for bruk av dykkere/skiftplan
- Stopprosedyre ved eventuell svikt i betongtilførsel eller rigg

Reserveutstyr og -materiell

- Eventuell plan for kontrollert stopp ved manglende reserveutstyr/materiell.

Kontroll- og dokumentasjonsplan

- Kontroll med alle sjekklister skal foreligge minst en uke før støp.

9.3.1 Prøvestøp

Dokumentasjon av prøvestøp skal være som beskrevet i kapittel 8. Prøvestøpen skal være representativ for de arbeidene som er planlagt og skal utføres av samme organisasjon og personell som skal utføre støpearbeidene i vann.

9.3.2 Mottakskontroll

Arbeidene utføres i utførelsesklasse med mottakskontroll som beskrevet i NS-EN 13670. I tillegg til kravene i NS-EN 13670 skal mottakskontrollen;

- Utføres av erfarne folk som har deltatt ved betongarbeider i vann tidligere.
- Alle følgesedler skal kontrolleres spesielt med tanke på dokumentasjon av mengde tilsatt AUV-stoff, og signatur av ansvarlig fra betongprodusent
- Utbredelse og t_{500} kontrolleres ved oppstart på 3 første lassene og deretter kontrolleres alle lass visuelt under leveransen. Ny kontroll av betongegenskaper utføres for hver 50m³ levert eller etter 3 timer og ved støpe skiftbytte.
- Det skal foreligge egne sjekklister med krav til målbare verdier, spesielt med tanke på utbredelse.

9.3.3 Oppstart av undervannsstøp

Utstøping skal starte i formens laveste punkt. Flaten det skal støpes mot må derfor være kartlagt på forhånd.

9.3.4 Smøring av støperør

Støperør og slanger skal alltid kontrolleres før oppstart, de skal være rene. Ved bruk av støperør skal alle skjøter være tette. Smøring av rør og slanger skal beskrives i støpeplanen.

9.3.5 Stigehastighet

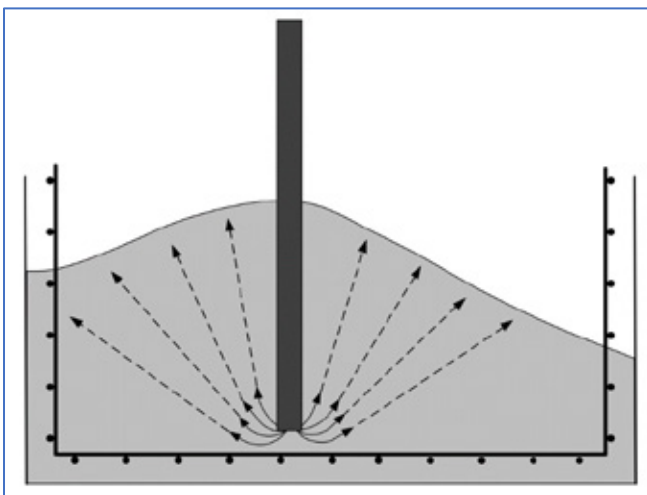
Støp av pilarer og peler ivann kan gjennomføres med høy stigehastighet. Forskalingen må være dimensjonert for forskalingstrykket som følger med den stigehastigheten som benyttes.

Støpeplanen skal beskrive hvordan støpen er planlagt med stigehastighet opp mot forventet konsistenstap og avbindingstid.

9.3.6 Neddykkingsdybde og utflytingsmønstre

Fra støpen starter til betonghøyden har passert ca. 3 m, skal støperørets munning holdes nær bunnen. Under utstøpingen videre, skal støperøret alltid holdes neddykket minimum 3 m i bløt betong.

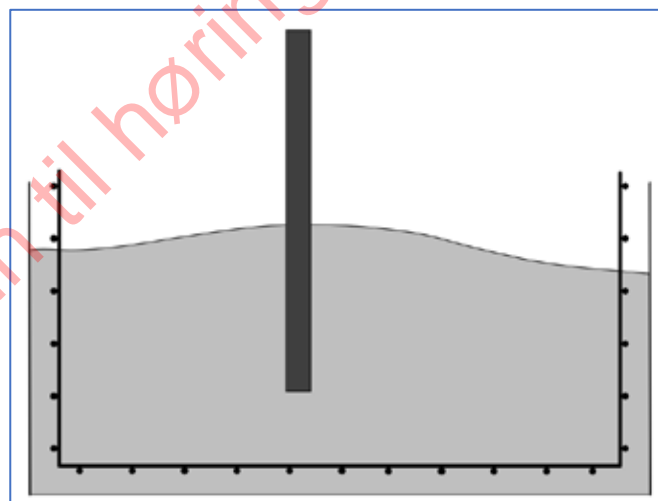
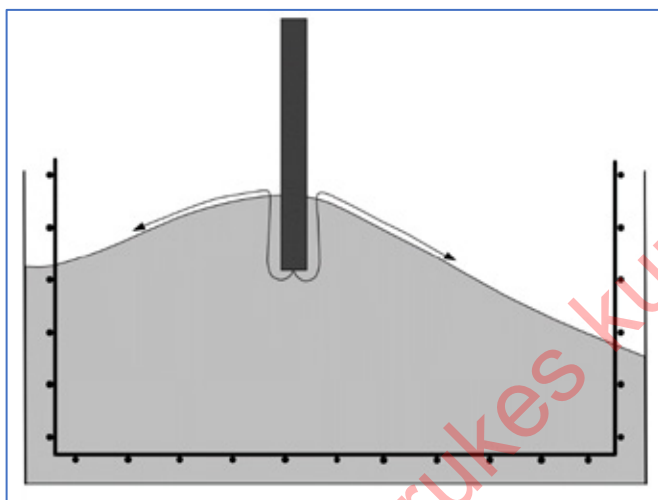
Betongens bevegelse ut fra et dykket rør avhenger ikke bare av betongegenskapene, men også av neddykkingsdybden i allerede utstøpt betong. Figur 10 viser riktig neddykkingsdybde, størrelsesorden > 3 m ved uhindret utstrømning. Ny tilført betong gir en "volumutvidelse" nede i betongmassen. Overflaten får en sakte bevegelse oppover og utover fra støperøret. Betongens bevegelse i kontaktsonen mot vann går sakte.



Figur 7 Eksempel på betongens flytmønster ved tilstrekkelig neddykkingsdybde

Forutsetningen for å kunne benytte stor neddykkingsdybde, er at betongen har god utflytingsevne. Dette forutsetter at betongen beholder konsistensen i lang tid og/eller at stighastigheten er stor.

Figur 8 Eksempel på betongens flytmønster ved for liten neddykkingsdybde



Figur 9 Betong med god utflytingsevne har selvkomprimerende egenskaper og avretter seg selv med slak skråning

Figur 9 Betong med god utflytingsevne har

Stor dybde av bløt betong bedrer også betongens utflytingsevne, i det indre motstand mot skjærbevegelse i betongen blir mindre. Liten neddykkingsdybde av støperøret krever ekstremt gode utflytingsegenskaper og utvaskingsmotstand hos betongen for at slamdannelser skal unngås.

Ved for liten neddykkingsdybde vil betongen strømme opp langs støperøret til overflaten og flyte videre på overflaten, vist på figur 11.

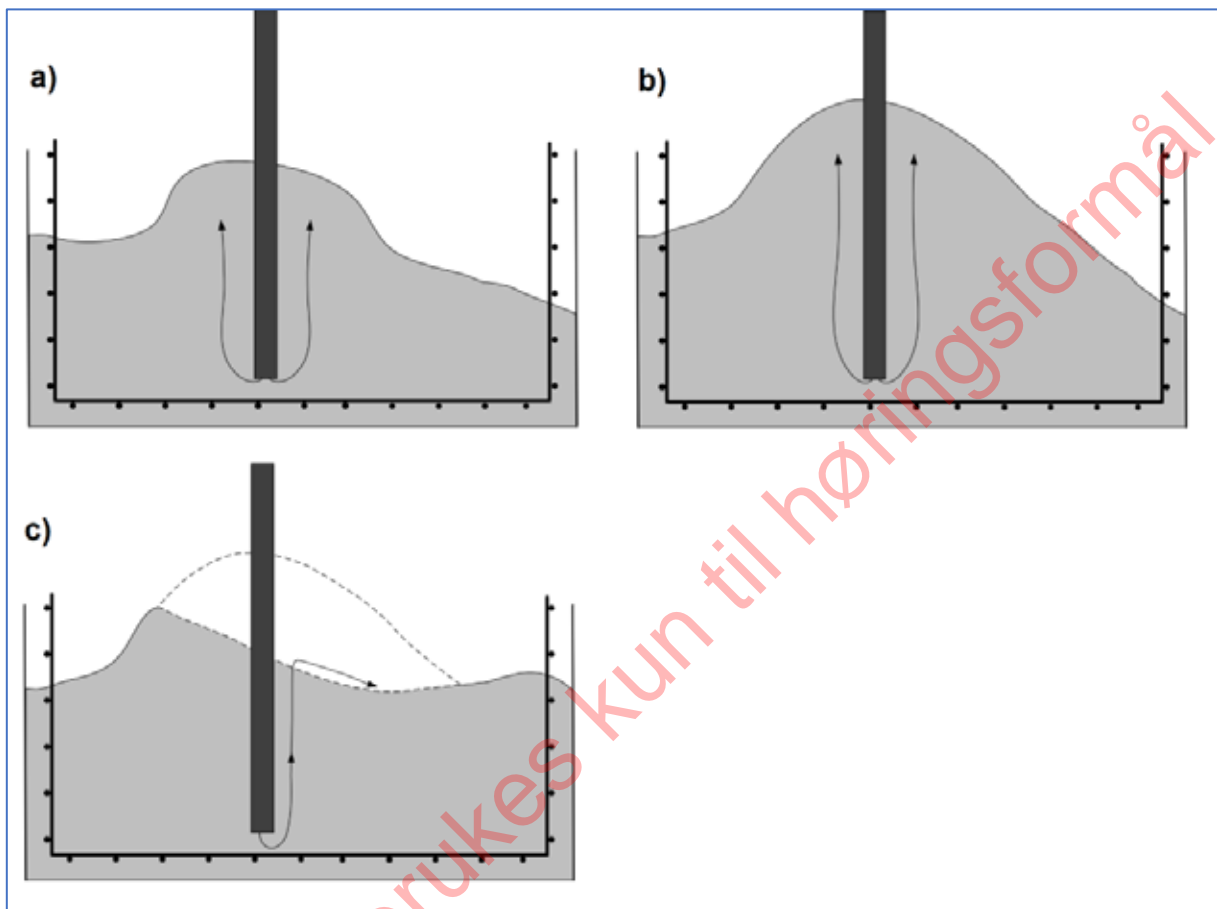
Betongstrømmen veksler retning i forbindelse med hindringer, som f.eks. armering. Betongen vil henge seg opp og "rulle" på toppen av betongen. Dette kan gi innstøpte slamlommer. Denne formen for utstrømning vil alltid oppstå ved oppstart av undervannsstøp og liten neddykkingsdybde. Risikoen øker desto dårligere betongens utflytingsevne er.

En betong med god utflytingsevne, vil stille seg med ganske slak skråning av seg selv, vist i figur 12.

Eksempel på utflytingsmønstre ved bruk av betong med for dårlig flyteegenskaper er vist i figur 13.

- a) Betongen bygger seg opp i en haug ved støperøret fra støpestart.
- b) Betongen bygger seg opp videre i en haug ved støperøret

- c) Det går "ras" og en større mengde betong glir ut, med risiko for utvasking og slamdannelse.



Figur 10 Eksempel på utflytingsmønstre ved bruk av betong med for dårlig flyteegenskaper

9.3.7 Loding

Under utstøpingen skal det kontinuerlig være kontroll på støperørets neddykking. Dette kan gjøres ved loding, i henhold til en forhåndsbestemt plan og f.eks. kotehøyder på støperøret.

9.3.8 Avbrytning av støp

Dersom uforutsette hendelser medfører at utstøping ikke kan gjennomføres som planlagt, kan det være minst like ugunstig å fortsette støpen som å avbryte den. Beslutning om å avbryte støpen er alltid svært vanskelig å ta

Forhold som kan medføre at støpen avbrytes er:

- svikt i betongtilførselen, f.eks. ved havari av betongblander eller tilførselsrigg
- vanninntrenging eller lekkasje oppdages i ett eller flere støperør
- svikt eller store lekkasjer i forskalingen
- redusert støpehastighet slik at stige-hastigheten blir for lav.

9.4 Opstart etter avbrutt støp

Opstart etter avbrutt støp gjennomføres som en vanlig støp under vann, beskrevet i dette kapitlet

9.4.1 Rengjøring i støpeskjøter

Rengjøring kan utføres f.eks. med høytrykksspyling og slamsuger etter at betongen har begynt å binde av, alternativt med sandblåsing eller vannmeislingsutstyr etter at betongen har herdnet. Støpeskjøtene skal være fri for slam og løse partikler ved ny oppstart. RIB må bestemme om det er nødvendig ekstra tiltak som heftbro og ekstra armering i støpeskjøten.

Høringsutgave - brukes kun til høringsformål

10 Borede stålrørspeler og plasstøpte pilarer

Utførelsen av borede stålrørspeler og pilarer er ett arbeid som involverer flere fagdisipliner. Arbeidet krever nøye planlegging. Dette kapittelet omhandler forholdene som påvirker utstøpingen av peletypene, ellers vises til Peleveiledningen, utgitt av Norsk Geoteknisk Forening - Den norske Pelekomité.

Forutsetningen for fundamenteringsmetodene som beskrives i dette kapittelet er full lastoverførende betongstøp mot fjell/løsmasser. Det vil si at det stilles krav gjennom prosjektert løsning til betongens fasthet gjennom hele pelens lengde og at betongstøp oppnår full fjellkontakt.

Åpne peler vil i all hovedsak bores ned i fjell/løsmasser under grunnvannsstand og fylles med vann før utstøping. Vannfylte peler skal støpes ut med AUV-betong for å være utført i henhold til denne publikasjonen, NB5.

Riktig utført, med egnet betong gir undervannsstøp fullverdig utstøping av åpne peler. Vanninntrenging i den ferske betongen i støperøret ved oppstart av utstøping er en utfordring og det krever alltid tetting av munningen på støperøret for å hindre dette. Å unngå utvasking av betongen ved oppstart må forhindres og er en spesielt kritisk fase i støp av dype peler.

Spesielt i dype peler med liten diameter er det vanskelig å ha reell kontroll i det man starter utstøping. For pelediameter mindre 700 mm ved middels dype og dype peler øker vanskelighetsgraden for vellykket utstøping. I tillegg til overdekning og armering må det være nok plass til at støperøret med tilhørende ventiler og klemmer kan føres til bunn av pelen og tekkes opp sammen med betongstøpen uten fare for fastkiling.

10.1.1 Peledybder

Jo dypere de er, jo mer kompleks og utfordrende blir betongutførelsen. Borede stålrørspeler og plasstøpte peler (pilarer) etableres gjerne ned til 80-100 m dyp. På grunnlag av erfaringer ved støp av borede stålrørspeler foreslår denne publikasjonen følgende inndeling av åpne peler mht dybde.

- Dype > 40m
- Middels dype 15-40m
- Grunne 0-15m

10.1.2 Anbefalinger ved utstøping av pel:

Peler som skal armeres og støpes ut, skal renskes og rengjøres før utstøping. Hensikten er å sikre god utstøping ved pelefot. Peler har lite tverrsnitt som alltid vil gi en stor stigehastighet, noe som er gunstig for denne konstruksjonsdelen. Her er ikke støpetrykk som det må ta hensyn til.

NB5 anbefaler bruk av støperør, med dimensjon minimum 4". Å benytte støperør og pumpe-slanger som er mindre enn dette øker risikoen for propp i støperøret. Rørgater med dimensjon over 6" kan gi ras i støperøret og frarådes.

Det er av avgjørende betydning at det ikke er noen innsnevring av støperør annet evt. ved overgang fra pumpe-tårn til rørutlegg / pumpe-slange.

Bruk av inspeksjonsrør anbefales i både skråpeler og loddrette peler. Inspeksjonsrørene festes innvendig i armeringskurven. Kontroll av den første pelen avgjør behovet for videre kontrollfrekvens.

NB5 anbefaler at videre støp settes på vent inntil første kontroll er verifisert og godkjent. For å unngå følgefeil er dette grunnlag for å endre hele eller deler av valgt metode.



Foto 6 Plassering av inspeksjonsrør på innsiden av armeringskurv

10.1.3 Sikring og utsetting av armeringskurv

For å sikre plassering av armeringskurv og for å sikre god utstøping i bunn av pel anbefaler denne publikasjonen at armeringskurven løftes 30-50 cm over bunn. Det sikrer gode vilkår for å få god utstøping i bunn av pel.

Overdekning for armeringskurven sikres mot rørveggen med egnede armeringsstoler.

Armeringsstolene skal være laget av ett elektrisk ikke-ledende materiale. Stolene skal kunne låses i begge retninger eller være påsveist. Påsveist avstandsholder skal ha krympestrømpe eller lignende.

10.1.3.1 Sikring av armeringskurv for åpne stålrørspeler

Armeringskurven låses i topp på stålrør. Ved å låse armeringskurven i toppen av stålrøret på stålrørspeler reduseres risikoen for at armeringskurven kommer ut av posisjon underveis i utstøpingen.

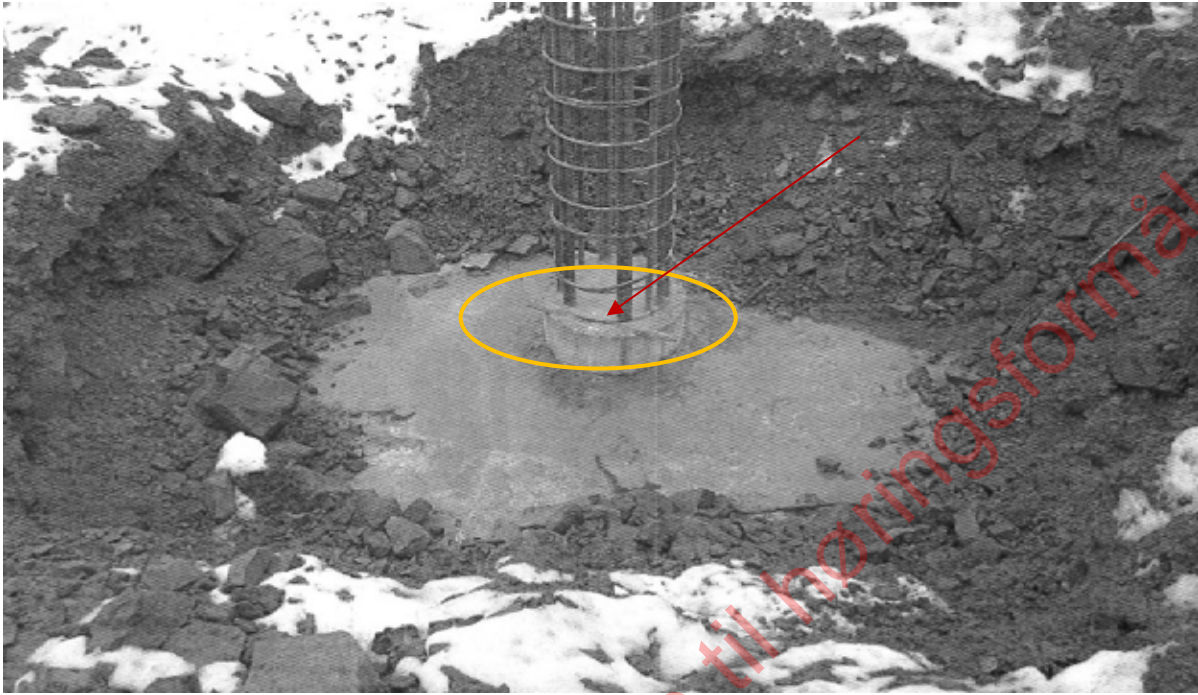


Foto 7 Påsveist armeringsjern for å sikre mot oppdrift av armeringskurv

Her er ett midlertidig armeringsjern sveiset på stålrøret og tredd gjennom armeringskurven for å sikre at armeringskurven får planlagt avstand til bergfoten, samtidig som armeringskurven sikres mot bevegelse som får kurven ut av posisjon.

10.1.3.2 Sikring av armeringskurv for borede pilarer

Låsing utføres ved å etablere horisontal legging av jern i bunn av armeringskurven. Dette vil bidra til at armeringskurven holdes stabil av betongens egenvekt etter som betongen støpes ut.

Med avstandsholder i bunn på pilar sikres høyde over bunn i pelen, både for å få riktig overdekning og for å gi gode utstøpingsforhold ved oppstart av støp.



Foto 8 Eksempel på påsveist avstandsholder for armeringskurv til pilar

10.1.4 Rengjøring av pel før støp

Pelene skal renses for borkaks med injektorpumpe så tett opp til støp som praktisk mulig. Det betyr rett før plassering av armeringskurv og rett før utstøping. Prodding er en mulig metode for kontroll etter rengjøringen med injektorpumpe. Prodding utføres med spettlodd / lodd.

10.2 Utførelse av pelestøp

Det skal ikke være innlekkende vann i støperøret noen steder, hverken gjennom bunnen eller i skjøter mellom rørene. Pumping og utførelse av betong i vann er beskrevet i kapittel 9. For pelestøp er følgende forhold spesielt viktige;

- Rørgate skal ha tett ende slik at vann ikke kan trenge inn i rørgata og gi separasjon i betongen
- Rørgate skal alltid smøres opp ved oppstart
- Rørgaten merkes for hver meter for kontroll av neddykkingsdybde av støperøret i betongen under utstøping
- Pumpetrykk holdes så lavt som mulig

10.2.1 Betongstøp

AUV-betong må pumpes sakte i peler. Pumpehastigheten må holdes lav for å unngå ekstremt høyt pumpetrykk. Rørgate løftes slik at den til enhver tid er 3-4 m neddykket (pumpekjører avgjør når støperøret må løftes basert på pumpetrykket). Det er kritisk nødvendig å ha tilstrekkelig neddykkingsdybde for å unngå utvasking og lommer i betongen som støpes ut.

AUV-betong støpes ut minimum opp 5 m i pel før heising av rørgate. Røret skal være minimum neddykket min. 3 m i AUV-betong ved eventuell overgang til normal betong, egnet for støp i vann og videre i støpingen.

Etter avsluttet betongstøp skal normalbetongen, egnet for støp i vann, stå i 30-45min før neddykket vibrering av de 3 øverste meterne (for å unngå plastisk setning). Vibrator skal senkes ned i de øverste 3-4m av pelen før vibratoren startes. Deretter dras vibratoren sakte opp.

10.2.2 Skrå peler

Ved utstøping av skråpeler må det tas hensyn til alle skjøter på støperør for å hindre at støperøret henger seg fast i armeringen ved nedsenking og heising av rørgaten.

Det påvirker planlegging og gjennomføring av støp. Åpne skråpeler, kan med fordel støpes ut med føringsrør /nedføringsrenne for å hindre at rørgaten henger seg opp i armeringskurven

11 Utbedring av støpefeil

11.1 Gyldighet og omfang

Kapitlet beskriver kun reparasjon av støpefeil på nye konstruksjonsdeler under vann. Støpefeil kan være i form av redusert/manglende overdekning, utette støpeskjøter, steinreir, manglende utfylling eller slamlommer.

Angitt reparasjonsbehov er relatert til retningslinjer gitt i denne publikasjonen og kan ikke uten videre brukes ukritisk for eldre konstruksjoner.

Rehabilitering av betong for eldre konstruksjoner under vann er beskrevet i vedlegg 2.

11.2 Utbedringsbehov

Utbedring av støpefeil under vann er krevende arbeidsoperasjoner. Hvorvidt utbedringen er nødvendig, må kartlegges og bestemmes i hvert enkelt tilfelle. Alle konstruksjoner prosjekteres med en planlagt levetid, som er grunnlaget for både betongsammensetning, armeringsmengde og overdekning. Hvis støpefeilen reduserer prosjektert levetid eller reduserer bæreevne utover nødvendig kapasitet må den utbedres.

Utbedring anbefales utført så raskt som praktisk mulig etter at mangelen er avdekket. Skaden rapporteres i avviksmelding slik at FDV har oversikt over skaden og utbedringen av denne i fremtidig vedlikehold.

11.3 Utbedringsmetode

Utbedring av støpefeil under vann er prinsipielt det samme som over vann:

- Forarbeid: Fjerning av «dårlig» betong
- Rengjøring av form og kontaktflater før oppstart
- Forskalingsarbeid
- Støpe med egnet betong/mørtel.

11.4 Forarbeid

Ved enhver utbedring er heften mellom gammel og ny betong avgjørende for kvaliteten. For å oppnå god heft må skadestedet rengjøres godt. Et krav som alltid må stilles, er at all porøs og dårlig betong må fjernes.. De vanlige metodene er meisling og sandblåsing.

11.4.1 Meisling

Det finnes utstyr basert på både trykkluft, hydraulikk og vann. Utstyret må kalibreres mot det arbeidet som skal utføres.

Vannmeisling er effektivt, men det kreves utstyr med stor kapasitet. Det bør være trykk på 600 til 1000 bar og mengden vann bør være > 200 l/min.

Vannmeisling er en meget god rengjøringsmetode, siden den rensker hele betongoverflaten. Der det finnes svakheter, vil vannstrålen med sikkerhet skjære seg inn.

Ved bruk av vannmeisling er det risikomomenter som en bør være klar over, spesielt dersom konstruksjonen er høyt statisk påkjent:

- Dersom svakheter går dypt inn fra overflaten, vil vannstrålen også fjerne betongen dypt innover
- Konstruksjonen bør i størst mulig grad avlastes før videre utførelse
- Dersom det finnes hulrom, korresponderende porer eller riss hvor vannmeislingen kan gi oppbygging av høyt trykk, kan store betongflak sprenge ut.

Vannmeisling bør derfor starte med lavt trykk og overflaten sjekkes for omfattende svakheter før rengjøringen med høyt trykk utføres.

Skadens overkant må meisles skrå utover slik at vann og luft kan unnslippe og hele skaden blir støpt ut med god betong, mens underkant bør være horisontal, som vist på figur 14.



Figur 12 Utforming av skade etter riktig meisling

11.4.2 Sandblåsing

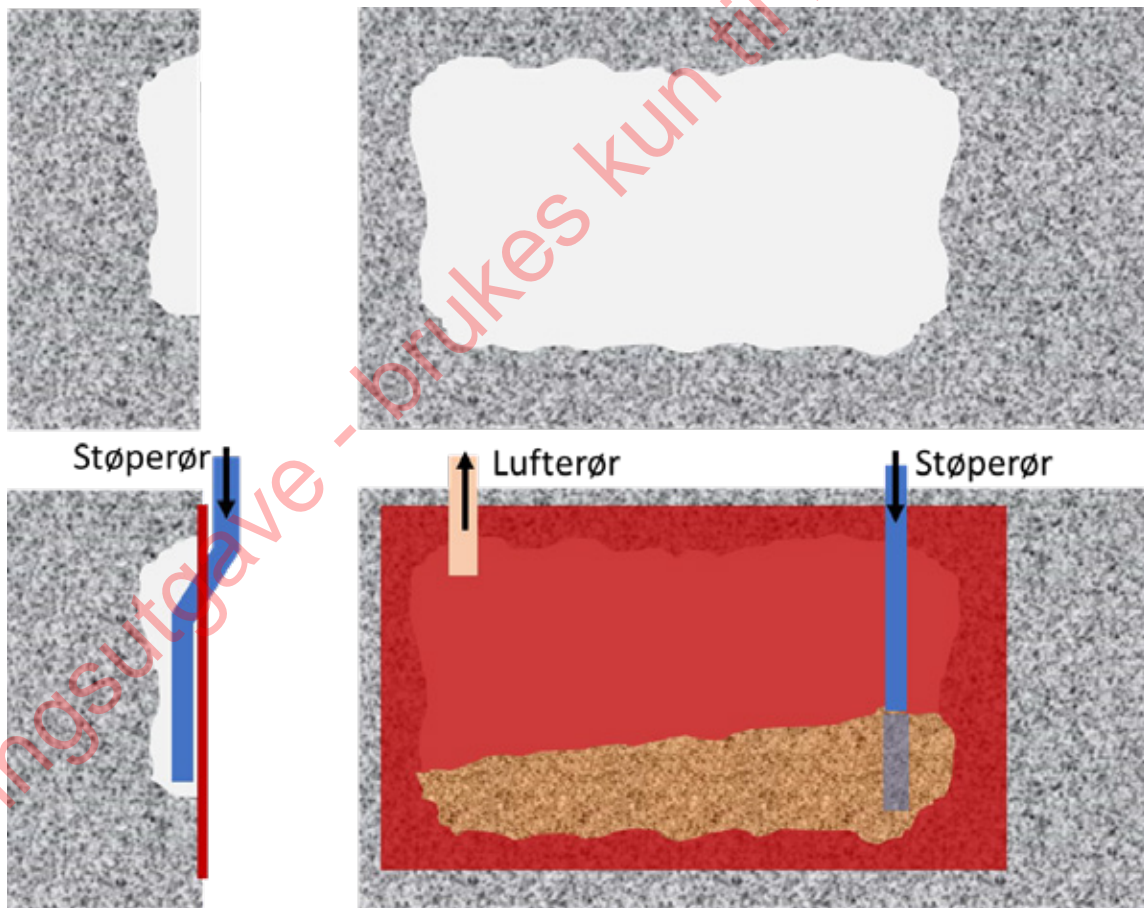
Sandblåsing gir betongen en ru overflate som er optimal med hensyn til heft. Dessuten er sandblåsing effektiv til fjerning av groing.

11.4.3 Tid fra rengjøring til støping

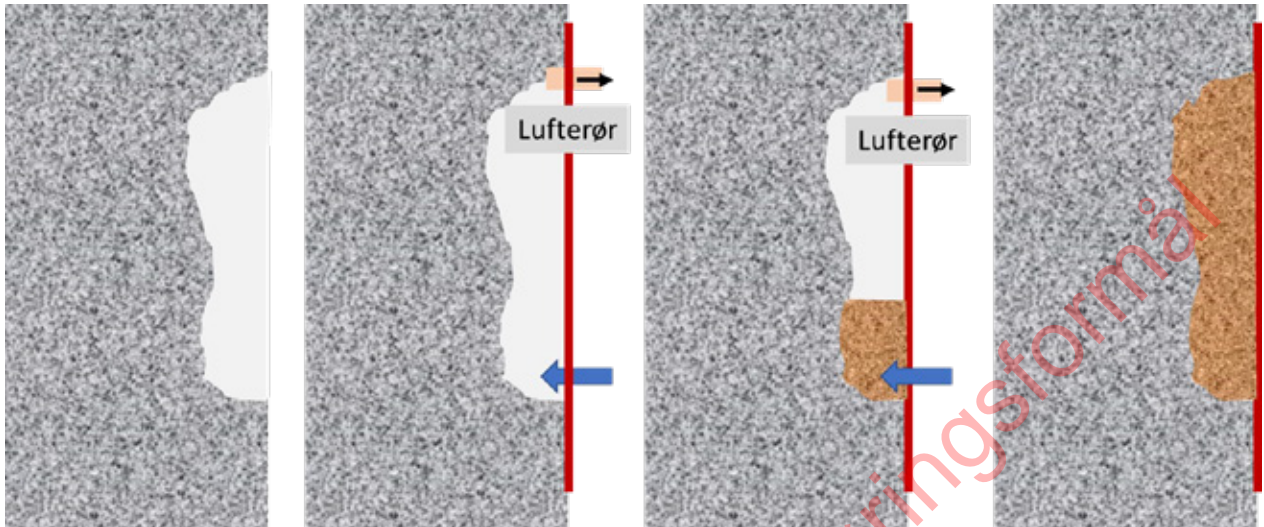
Reparasjonen må foretas så raskt som mulig etter rengjøring. Tilgroing av sårflaten vil redusere heften betydelig bare etter noen få dager. Det er en stor fordel å sette «overtrykk» på forskalingen så tidlig som mulig da dette begrenser begroing, forurensning/tilsmussing av overflatene. Typisk kan dette gjøres ved tilførsel av ferskvann (spyling).

11.5 Forskaling og utstøping

Det må settes forskaling slik at det er mulig å fylle såret med betong/mørtel med neddykket slange eller støperør, i prinsippet på samme måte som en vanlig undervannsstøp. Det er viktig å plassere støperøret helt i bunnen og ha lufting i toppen, som vist på figur 15. Utstøping kan også foregå ved bruk av ventil. Ventilen plasseres nederst og det må være et luftehull øverst, som vist på figur 16.

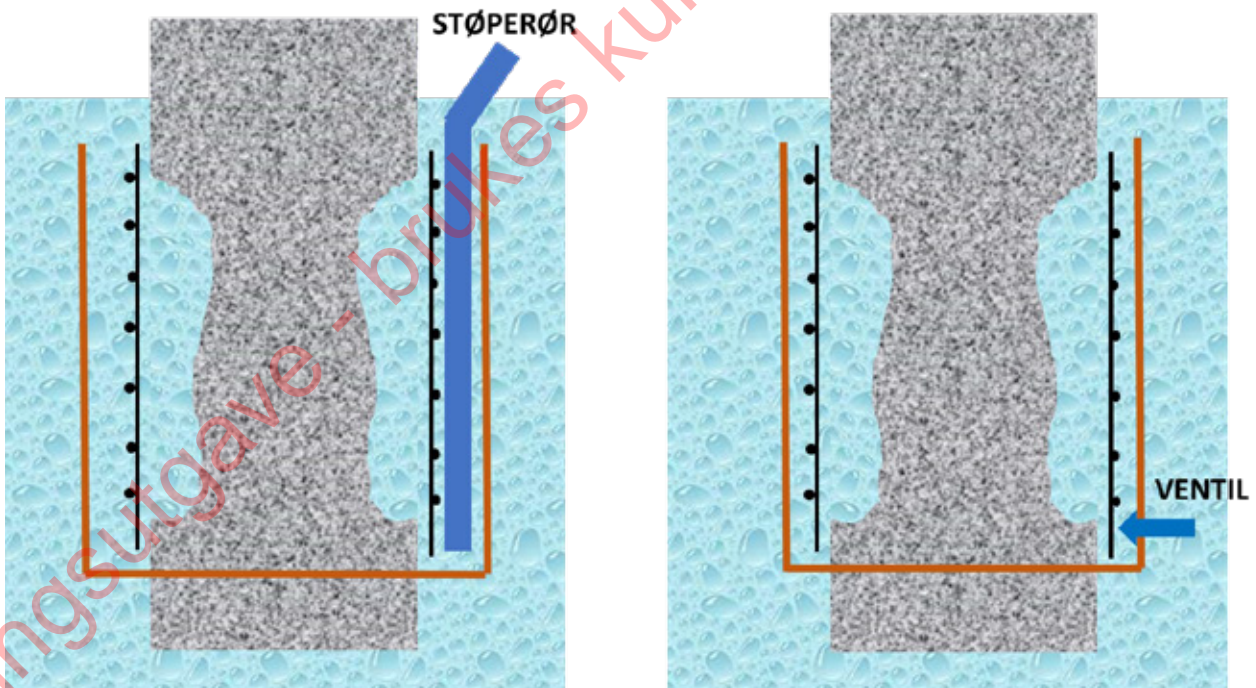


Figur 13 Forskaling og støp med støperør og lufterør



Figur 14 Forskaling og støp med ventil.

Hvis det er skade rundt en hel søyle/pilar kan det være praktisk å utføre utbedringen som en kapestøp, enten med støperør eller ventil, som vist på figur 17.



Figur 15 Eksempel på kapestøp med støperør og ventil

Det er viktig at tykkelsen på kapp er så stor at det er praktisk mulig å få et godt resultat av støpen, typisk 30 cm ut forbi opprinnelig geometri. Det må være tilstrekkelig plass for støperør. Nødvendig kappetykkelse ut fra krav til bæreevne og bestandighet vurderes av RIB. Kappetykkelsen vil også være avhengig av valg av materiale og utførelsesmetode.

Hvis det ikke er plass til støperør skal ventil benyttes.

11.6 Materialer

All utbedring som utføres under og i vann skal utføres med **AUV-betong** eller **AUV-mørtel**. Det skal benyttes materiale i samme bestandighetsklasse og nødvendig fasthet som ellers i konstruksjonen basert på bæreevne. Dette fastsettes av RIB.

Høringsutgave - brukes kun til høringsformål

1 Sjekkliste - Vedlegg

Høringsutgave - brukes kun til høringsformål

Skjema for prøvestøp og mottakskontroll


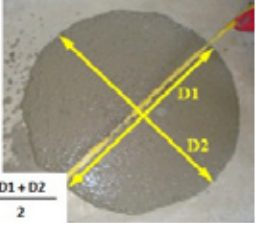
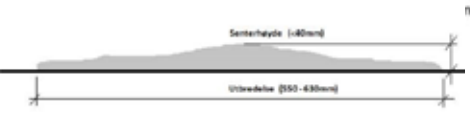
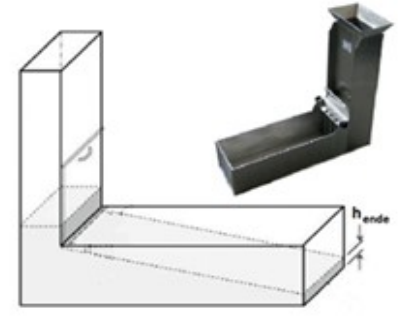
Kontroll av AUV betongegenskaper - NB Publikasjon nr 5.

Prosjekt	
Utførende	
Betongleverandør	
Forhåndsprøving	<input type="checkbox"/>
Mottakskontroll	<input type="checkbox"/>
Dato	
Resept	
Signatur	
Tid oppstart	

Mottakskontroll																	
Identitetsnr.	m ³	SU	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Senter-høyde	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	t _{ende}	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	h _{ende}	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Terning ref.	SUM	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Totalt volum																	

Kommentarer/ visuell kontroll:

Tester og krav:

Slumputbredelse (SU)	< 550 mm	<input checked="" type="checkbox"/>	t_{ende}	< 15 sek	<input checked="" type="checkbox"/>	h_{ende}	< 75 mm	<input checked="" type="checkbox"/>
	550–630mm	<input checked="" type="checkbox"/>		20 – 70sek	<input checked="" type="checkbox"/>		> 75mm	<input checked="" type="checkbox"/>
	> 630mm	<input checked="" type="checkbox"/>		> 70 sek	<input checked="" type="checkbox"/>			

Skjema C.

Forhåndsprøving Felt iht. NB Publikasjon nr 5.					
Prosjekt					
Utførende					
Betongleverandør					
Feltprøving gjennomført	Ja	<input type="checkbox"/>	Nei	<input type="checkbox"/>	
Totalt volum LAB					
Dato					
Resept					
Signatur					

Forhåndsprøving Felt- Konsistens					
Konsistens	Tid: 0min	Tid: 30min	Tid: 60min	Tid: 90min	Tid: 110min

Forhåndsprøving Felt- Blakking					

Forhåndsprøving Felt- Kasseforsøk					
Prøve nr.	Tid A	Tid B	Tid C	Tid D	Konsistens

Kommentar:

Prøvekasse LAB

2 Rehabilitering av betong i vann- Vedlegg

Høringsutgave - brukes kun til høringsformål

1 Betong rehabilitering i vann

Reparasjon av eldre konstruksjonsdeler utføres vanligvis på samme måte som for nye konstruksjoner.

- tilstandsundersøkelse
- skadebeskrivelse og utredning av skadeårsak
- vurdering av reparasjonsbehov ut fra nåværende belastninger og kapasitet (Opprinnelige dimensjoner kan for eksempel være bestemt ut ifra belastninger / stabilitet i byggetilstanden.)
- vurdering av reparasjonsbehov ut fra byggemåte (Skade kan for eksempel omfatte ikke-bærende betongforskaling.)

Innholdet i dette vedlegget er kursmaterieell for yrkesdykkere som skal utføre betongarbeider i vann. All tekst, beskrivelser og øvrig materieell i dette kapittel. er hentet fra Håndboka "**Betongrehabilitering av betongkonstruksjoner i maritimt miljø**" etter tillatelse av forfatteren og Norsk Yrkesdykkerskole.

All kopiering og videredistribusjon er forbudt, og alle rettigheter er reservert.

ISBN 978-82-692326-0-8

1.1 Inspeksjon / Tilstandskontroll

En overordnet målsetting er at tilstandskontroll bør utføres før konstruksjonen har fått synlige skader. På den måten kan det beskrives tiltak som forebygger skader på et senere tidspunkt. (preventivt vedlikehold)

Tilstandskontroll er kanskje den viktigste delen i en rehabiliteringsoppgave. På dette stadiet blir det kartlagt behov for fremtidig vedlikehold, og kontrollen danner grunnlag for reparasjonsforslaget. Uten tilstandskontroll er det umulig å lage en riktig beskrivelse for rehabiliteringsprosjektet.

Tilstandskontroll kan utføres på ulike nivåer, i samsvar med konstruksjonens alder, miljøbelastning, og funksjon.

Tilstandskontrollen deles som regel inn i tre nivåer.

Nivå 1.

Enkel tilstandsanalyse. Dette er en visuell undersøkelse, med supplering av kontrollmål, litt skraping og banking i spredte soner, samt fotografering av uregelmessigheter i og på konstruksjonen. Hovedformålet er å kartlegge begynnende skadeutvikling, og / eller eventuelt utvikling av eksisterende skader (fra tidligere skaderapporter).

På dette nivået er det viktig å dokumentere eventuelle skader eller skadeutvikling med foto og målsatte skisser.

Aktuelt utstyr er kniv, tommestokk, en slagghammer, samt fotoutstyr. (god kvalitet på bilder er viktig)

Nivå 2.

Utvidet tilstandskontroll, er en grundigere visuell analyse av samtlige betongflater, supplert med grundig rengjøring/fjerning av begroing. Det er også viktig å kartlegge omfanget av eventuelle riss/sprekker. På dette nivået er det naturlig å benytte luft/hydraulisk verktøy.

Avhengig av miljøet rundt betongkonstruksjonen, får man best indikasjon på konstruksjonens tilstand ved å måle betongens fasthet (For eksempel ved at en kjerneprøve sendes til laboratoriet for trykktest i benk), kontrollere armeringens overdekning og undersøke om det er pågående armeringskorrosjon.

Nivå 3.

Omfattende tilstandskontroll, er som regel en konsekvens av skadefunn etter kontroll på nivå 1 eller 2. På dette nivået utføres aktivitetene fra nivå 2 i en langt større utstrekning.

I tillegg bør det tas kjerneprøver av konstruksjonen. Ved omfattende skader, må kontroll av bæreevne også sjekkes. Ved tilstandskontroll er det også aktuelt å foreta en analyse av tilstandsgrad og konsekvensgrad.

Tilstandsgrad	Skadeomfang
0	Ingen skade
1	Liten skade
2	Middels skade
3	Stor skade / sammenbrudd

Tabell 13 Tilstandsgrad

Konsekvensgrad	Konsekvensnivå
0	Ingen konsekvens
1	Liten konsekvens
2	Middels konsekvens
3	Stor konsekvens

Tabell 14 Konsekvensgrad

Bilder av skadetyper kommer

Konsekvensgraden kan også deles inn på neste nivå, for eksempel konsekvens for fremtidig vedlikehold, eller konsekvens for bæreevne.

Etter utført tilstandskontroll, er det viktig at prøver analyseres på et godkjent laboratorium, (laboratorium som byggherren har akkreditert) og at samtlige funn sammenstilles i en rapport med bilder og skisser.

Det er viktig at kun det essensielle er tatt med, og at det gis en entydig konklusjon. Det er mange eksempler på at slike rapporter kan virke uklare/ufullstendige for byggherren, og at konklusjonen kan være tvetydig.

1.2 Kartlegging av objektet før inspeksjon

Før selve betonginspeksjonen i vann kan starte, er det avgjørende å kartlegge eksisterende konstruksjonstegninger, armeringstegninger, tidligere skaderapporter og annet tilgjengelig materiell for den aktuelle konstruksjonen.

Det er også viktig å danne seg et bilde av hvilken støpemetode som er benyttet. Denne kunnskapen vil gi inspektøren den innsikt som skal til for å lete etter eventuelle skader på de riktige stedene. Ut i fra konstruksjonstegningene får vi også viktig informasjon vedrørende dybde ned til fundamentering, fundamenteringsmetode, og så videre. Dette danner et godt grunnlag for å planlegge selve inspeksjonsdykket, og kan gi viktige parametere på hvilket inspeksjonsutstyr det kan være aktuelt å benytte.

Etter at alt tegning -og rapportmateriell er på plass, er det på tide å ta en befaring på selve konstruksjonen. Her vil grunnlaget for resten av planleggingen legges. Ta gjerne bilder av det aktuelle stedet, for senere å kunne bruke dette som et supplement til den videre riggplanleggingen.

Hvis det ikke finnes tegninger eller annen info om selve konstruksjonen, bør det foretas et «befaringsdykk», slik at noe mer informasjon kan hentes frem før selve inspeksjonen. Det å starte en betonginspeksjon uten forkunnskap eller forberedelser vil gi et meget begrenset bilde. Det er risiko for at det brukes unødvendig lang tid på mange av operasjonene og . I mange tilfeller vil man ikke være i stand til å få frem det riktig bilde av situasjonen.

1.3 Verktøy og utstyr for inspeksjon

Forberedelser til inspeksjon

Verktøy for inspeksjon må tilpasses det objektet som skal inspiseres og den tilstand objektet tilsynelatende har på oppstartstidspunktet. Det er viktig å definere hvilket inspeksjonsnivå det er hensiktsmessig å starte med, hvis da ikke byggherren/ rådgiveren er tydelig på dette. Er det en «førstegangs inspeksjon», er det vanlig å starte opp med nivå 1. Uansett nivå, må inspektøren ha tilkomst til objektet/konstruksjonen. Hvis det er begroing eller gjenstående forskaling, må dette fjernes før inspeksjon. Kartlegge skader gjennom 20 – 40 cm tykt lag med blåskjell og sjøpølser er umulig. Ofte er det gjenstående forskaling, som tilsynelatende er unnlatt å fjerne med den hensikt å beskytte konstruksjonen. Hvis dette er tilfelle i områder ved vannoverflaten, er det vanlig at forskalingen har vært brukt som en «ishud» Det er riktig å fjerne denne for tilkomst til betongen, for deretter å montere ny ishud etter endt inspeksjon/ reparasjon.

Hvis det er redusert tilkomst på grunn av tilbakefylte masser, er det den generelle graden av konstruksjonens tilstand som bestemmer hvor og i hvilket omfang det skal fjernes bunnmasser. Generelt er det ved oppstart av støpearbeidet det som oftest genereres skader i betongen. (se senere i dette kapittel). Det er derfor hensiktsmessig å ta en stikkprøve i selve fundamentet, eller i overgangen bunn/fjell og betong.

I ferskvann og elver, er det også et vanlig problem å møte på synketømmer, greiner og annet nedfall, som hindrer tilkomst til konstruksjonen. Et «befaringsdykk» før selve inspeksjonen er å anbefale, da

det vil gi en god indikasjon på hvilket utstyr som behøves for en eventuell fjerning av det som ligger i veien. Det er også et sikkerhetsaspekt ved dette befaringsdykket. Å ta seg inn i et område med greiner og fastkilte trær, innebærer en risiko som ikke er ønskelig ved noen type undervannsarbeid.

1.4 Tilkomstproblematikk – strømforhold

Det er viktig å rigge /tilrettelegge selve inspeksjonsdykket slik at sikkerhet og funksjonalitet er ivarettatt på best mulig måte. Det er viktig å aldri bygge en reparasjonsprosedyre basert på et inspeksjonsdykk i nærmest 0 sikt.

Det er også viktig å kartlegge distansene som skal tilbakelegges av dykkeren. Å svømme 40-50 meter ut til en konstruksjon for selve inspeksjonen, er meningsløst merarbeid for dykkeren. Samtidig reduserer det sikkerheten ved operasjonen. Bruk egnet tilkomstmateriell som for eksempel båt / lekter og så videre og slippe dykkeren i sjøen så nære inspeksjonsstedet som mulig.

1.5 Sikring av inspeksjonsområdet

(nedfall – liner – skarpe gjenstander, båttrafikk, og så videre)

I alle tilfeller av UV inspeksjon er det påkrevd å tenke sikkerhet. I en inspeksjonsfase er det ofte ikke rigget med tanke på annet enn et kort oppmøte på inspeksjonsstedet. Dette medfører at sikkerheten i forbindelse med mulig nedfall ikke tas på alvor.

1.6 Fjerning av begroing – bunnmasser – gjenstående forskaling

Fjerning av begroing kan gjøres ved bruk av ulike teknikker og verktøy. Omfanget og type begroing er avgjørende for valg av utstyr. Er det kun snakk om punktfjerning (0,5 x 0,5m) kan rengjøringen utføres ved skraping og stålbørsting av underlaget. Dette kan utføres når dykkeren bruker svømmeføtter.

Er det snakk om større omfang, vil i tillegg høytrykks vaskeutstyr være riktig verktøy.

Minimum kapasitet; 200bar/ -20l/min.

For å kunne fjerne rur og slamhud vil sandblåsing av konstruksjonen være hensiktsmessig. Da bør man rigge opp utstyr med god kapasitet. Sandblåser-klokka kan være fra 80 l og luftkompressoren bør være over 7,5m³ /min. og min. 7 bar trykk. Mer om sandblåsing kommer i kapittel. 6.

Ved fjerning av bunnmasser kan både sug og brannsprøyte være hensiktsmessig. Utstyrvalget avhenger av volum man ønsker å fjerne, samt om det er mye steiner/kvist, eller om det er mest slam og dynn. Sug egner seg best der bunnmassene er ens graderte, uten store fragmenter og kvist. Hvilket dyp det skal jobbes på, er også en faktor som må tas med i betraktningen. Sug egner seg best på dybder større enn 4m.

Ved fjerning av forskaling, er det viktig at dykkeren har gode stillaser å jobbe fra. Det er i tillegg vanlig å rigge løfteutstyr og hydrauliske «splittere» for å lette arbeidet. Graden av rigg må selvfølgelig tilpasses objektet og situasjonen. Ofte er det gjenstående AZ stag og annet avstivningsmateriell som også må fjernes. Dette gjøres med Oxy Arc eller vinkelkutter, avhengig av stålmengden og dimensjonene.

1.7 Visuell inspeksjon – flere detaljer.

Visuell inspeksjon er som det ligger i navnet, visuell. Her er det kun snakk om en svømmedykker som har en kniv / pigghammer /tommestokk / foto / video, som hovedverktøy. Hensikten er å få et grovt overblikk over konstruksjonen. Det er derfor viktig med god mobilitet. Er det rene flater, vil det være lett å se fargenyanser som kan indikere steinreir, støpeskjøter og separasjon. Som oftest er det et organisk «slimlag» på betongoverflatene, og selv de minste ansamlinger av vegetasjon, vil hindre sikten inn på selve betongen. Sjansen for å finne betongskader som ikke har blitt utsatt for erosjon er nesten lik 0. Derfor er det viktig å dele opp konstruksjonen i inspeksjonsfelter, og jobbe systematisk fra felt til felt. Start ved et fast punkt (hjørne / fremspring og så videre) så langt ned mot fundamentet som mulig. Skrap frem et lite parti med betong (30 x 30 cm) og se på slamlagets sammensetning. Er det lys beige/grå overflate med bare finstoff, bør ikke dette laget være mer enn et par millimeter tykt. Skrap gjennom det for å kartlegge tykkelse.

Er dette laget flere cm tykt, er dette første tegn på at det har vært en separasjon under støpeprosessen. Bruk så tilsvarende metode for å kartlegge eventuelle støpeskjøter. Det er ved en stopp i støpearbeidet man finner steinreir / separasjon og sementslam. Etabler gjerne en ca. 10 cm vertikal stripe med renskrapt betong i hele konstruksjonens høyde. Hvis det oppdages skader i betongen, er det hensiktsmessig å bruke pigghammeren (slaghammer) til å kartlegge foreløpig dybde og omfang av skaden. Hvis det «klinger» i hammeren både inne i skaden og i området rundt, er det stor sannsynlighet for at skaden er et lokalt steinreir.

Hvis det avdekkes sprekker og riss i betongoverflaten, er det viktig å følge disse for å kartlegge rissvidde, rissdybde samt risslengde og retning. Riss og sprekker forårsakes av ulike hendelser, og vil utgjøre en mulig risiko for å redusere konstruksjonens levetid. Derfor er det viktig å også kartlegge årsaken til at betongen sprekker opp. I løpet av den visuelle inspeksjonen er det også viktig å få frem om det er fremmedlegemer som er til hinder for et eventuelt fremtidig inspeksjonsnivå 2, eller en utbedring. Det kan være gjenstående forskaling, synketømmer og så videre.

1.8 Kartlegging av skadeomfang / skadetyper

For å kunne kartlegge skader på en betongkonstruksjon, er kunnskap om betong viktig, både nedbrytingsmekanismer, konstruksjonsforståelse og de ulike støpemetodene som benyttes ved støp i vann.

Det er også viktig å kjenne til samvirket mellom armering og betong, samt hvilke deler av betongen som utsettes for de ulike belastningene.

Type skade	Konsekvens
Separasjon	
Steinreir	
Isskuring	
Riss / sprekker	
Støpeskjøter	

Frostskader	
Saltsprenging	
Mekanisk belastning	
Undergraving / bunnerosjon	

Formidling av resultater til byggherre

Avhengig av hvilken hensikt og omfang inspeksjonen har, er det avgjørende at dykkeren evner å videreformidle de funn som blir oppdaget. Det skal et trent team til, for å sortere ut de viktige oppdagelsene, fra de mindre viktige. Derfor er bakgrunnskunnskap om konstruksjonen og dens hensikt, av avgjørende betydning. Videre er dykkerens kunnskap om betong og armerte konstruksjoner avgjørende for at kommunikasjonen mellom dykker og ingeniør skal resultere i et komplett situasjonsbilde.

Rent formidlingsteknisk, er bilder og video av god kvalitet overlegent. Sammen med skisser over skadearealer tegnet på mm papir med riktig målestokk, vil dette danne grunnlaget for en eventuell konklusjon og utbedringsprosedyre. Har teamet tilgang på CAD tegneutstyr bør alle blyanttegninger overføres til elektronisk versjon, før det overleveres byggherre. En komplett skaderapport bør minimum bestå av følgende;

- Foto / video av konstruksjonen og de skadene som har betydning
- Skisser av skadeområde, tegnet med målestokk inn på konstruksjonstegningene
- Angivelse av skadeårsak / skadetype (Foreløpig)
- Forslag til angivelse av skadegrad / konsekvensgrad (TG 1 / K2)
- Dokumentasjon på fundamentering hvis denne er synlig, eller er kontrollert
- Kommentarer til de ulike skadene
- Anbefaling om det er nødvendig med en utvidet kontroll / inspeksjon

Rapporten bør gjennomgås med byggherren i et møte hvor dykker og ingeniør er til stede.

1.9 Utvidet inspeksjon ved behov (nivå 2 og 3)

Om konklusjon av nåværende eller tidligere inspeksjoner er at det er skader på konstruksjonen, og det ikke er kontroll på omfanget eller alvorlighetsgraden, vil det være naturlig å gå til en «Utvidet inspeksjon». Dette er et reelt betongarbeid, hvor luft/hydraulisk verktøy må tas i bruk.

Det er vanlig å rigge stillaser ol. for at dykkeren skal ha god tilkomst til objektet. Å svømme rundt med høytrykkspyler eller pigghammer er ikke en løsning, da dette hverken gir resultater eller god økonomi.

Forskjellen på nivå 2 og 3, er først og fremst graden/mengden av informasjon vi henter opp.

Eksempel på rengjøring av begrodd pilar, nivå 2; høytrykkvask (> 200 bar / 20l /min.) av punkter på pilaren. (1 m x 1 m) Større områder nede ved bunn mot fundamentet – overgang fundament mot bunn.

Bilder av rengjøring kommer

Eksempel på rengjøring av begrodd pilar, nivå 3; Sandblåsing av hele pilaren fra fundament og opp til og med «skvalpe sonen».

Eksempel på kontroll med pigghammer på vertikale riss i pilar med totalt areal 20m², nivå 2;
1 – 2 piggeprøve inn til armering, for å måle armeringskorrosjon med et skyvelære.

Eksempel på kontroll med pigghammer på vertikale riss i pilar med totalt areal 20 m² nivå 3;
10 – 15 stk. piggeprøver inn til armering, for å måle armeringskorrosjon med et skyvelær.

Ved kontroll på **nivå 3**, er det også naturlig å ta ut kjerneprøver for å fastslå betongens trykk og strekkfasthet. Dette måles med egnet utstyr i et laboratorium.

Ved å rengjøre konstruksjonen, for deretter å kartlegge riss/sprekker og stein reir / separasjon, vil byggherren kunne planlegge reparasjon på et faktisk grunnlag, og man slipper å prosjektere underveis, etter at rehabiliteringsarbeidet har begynt.

Dokumentasjon på nivå 2 og 3, er tilsvarende som for nivå 1.

2 . Planlegging av reparasjon;

NB! Det er alltid byggherre eller prosjekterende ingeniør som skal være ansvarlig for konstruksjonens sikkerhet.

2.1 Vurdering av ulike utbedringsmetoder

Skadens årsak (skadetype), omfang og plassering, som danner grunnlaget for valg av metode. For skader som går inn bak den statiske armeringen, og spesielt der det er korrosjon på denne, vil det være hensiktsmessig at en sivilingeniør / ingeniør tar seg av prosjekteringsarbeidet. Dette for å sikre at konstruksjonen beholder sin bæreevne også under arbeidets gang og selvfølgelig etter at skaden er utbedret.

I mange tilfeller har det oppstått nye skader på en tidligere utbedring. Grunnene til dette kan være mange, men en ting har de felles, at prosjektering / utførelse manglet grunnleggende forståelse for de ulike belastningene i et maritimt miljø. Derfor er det viktig at et utbedringsforslag har en kravspesifikasjon som er hensiktsmessig i forhold til byggherrens krav til konstruksjonens forventede levetid. For en offentlig brukonstruksjon er dette normalt 100 år.

Hvis vi inspiserer en 50 år gammel betongbru og avdekker skader på bærende konstruksjoner, betyr det at en reparasjon skal prosjekteres til holde stand i minst 50 år.

Derfor er det avgjørende å kartlegge prosjektet på dette nivået, før en tar til med selve utbedringsforslaget.

Her er en typisk sjekklister, som bør brukes i forprosjekteringen;

Skaden må utbedres! Det betyr at vi må bruke reparasjonsmetoder som virkelig utbedrer skaden, og ikke bare «fyller» hullet. Stikkordet her er samvirke. Vi kommer tilbake til dette i punkt 5.

Hindre videre skadeutvikling! Dette betyr i klartekst at reparasjonen skal være av en slik kvalitet at det ikke utvikler seg nye skader i bakkant eller i tilstøtende områder.

Gi konstruksjonen en planlagt levetid! Sjekk med byggherren. Hvilken forventet restlevetid er det på konstruksjonen? Skal det utbedres med tanke på 20 – 50 års levetid, krever det profesjonell utførelse og riktig materialvalg.

Må være rasjonell og økonomisk forsvarlig! I dette ligger det at vi må kartlegge/budsjettere de faktiske utbedringskostnadene opp mot restlevetid, for videre å sammenligne dette opp mot å rive konstruksjonen og bygge alt på nytt. I grensetilfeller er det hensiktsmessig å utarbeide et estimat for å lettere kunne avklare de økonomiske forholdene.

Reparasjonsmaterialet må ha godt samvirke til underliggende betong! Dette betyr i praksis at gammel og ny betong opptrer som en enhet og at statiske laster samvirker gjennom og i utbedringsområdet. Som et eksempel; hvis en pilar har betongskader som strekker seg dypt inn bak trykkarmeringen i hjørnene, vil bæreevnen være redusert. En statiker kan regne på hvor stor reduksjonen er. Dersom armeringen er korrodert, reduserer dette bæreevnen ytterligere. Poenget med en reparasjon er at konstruksjonen får tilbake, eller øker sin bæreevne. Dette krever at den nye betongen har en **heft** til underliggende betong, som er lik eller større en betongens strekkfasthet. Vi går ikke dypere inn i det statiske her, men poengterer at det avgjørende for å lykkes med dette, er å velge rett rengjøringsmetode og riktig støpemasse /støpemetode.

Når det gjelder selve utbedringsmetoden vil som tidligere forklart, type skade, omfang og plassering være avgjørende. Hvis det er isskuring i tidevannsonen, som kun har nådd inn til selve armeringen, kan det ofte være nok med en 10 – 15 cm tykk kappestøp litt under og over selve skadestedet, og en ny ishud som hindrer ny skadeutvikling.

Her er en liste over noen vanlige skader og utbedringsmetoder, vurdert opp mot skadetype og omfang;

Bilder kommer

Seperasjon/steinreir på to sidevegger (h = 60 cm / d = 20 cm) på en pilar 1 x 1 m, som er fundamentert på fjell;

Her vil det være tilfredsstillende å utbedre med en punktrepasjon som strekker seg rundt hele pilaren, og som går ca. 20 cm over skadestedet. Det betyr en liten kappestøp på ca. 80 cm høyde.

Samme pilaren, men mange lokale skader opp langs den ene veggen. Skaden skyldes usentrert armering som ligger bare 1-2cm inn fra overflaten. Korroderte jern på alle punkter det er tatt ut prøver;

Her vil det være hensiktsmessig å utbedre med en ensidig forskaling fra fundament til ca. 1m over vannlinjen.

Samme pilaren, men vertikale riss opp langs alle hjørner. Meislingsprøver viser at det er korroderte armeringsjern på alle hjørner. De synlige rissene er forårsaket av armeringskorrosjon. Korrosjonen oppstått ved at kloridioner (som finns i sjøvann) har nådd inn til armeringen;

Her er det anbefalt å støpe en armert kappe, fra fundament til 1m over vannlinjen.

Kort oppsummert er det 2 hovedgrupper for denne type reparasjon; lokal utbedring og kappestøp.

Vi kommer tilbake til flere forhold /metoder som kan belyse hva som til slutt er hensiktsmessig å velge.

2.2 Valg av tilkomst type (fra land / fra fartøy / fra dykkerflåte)

Tilkomst til reparasjonsstedet er avgjørende for sikker og rasjonell fremdrift. Ved å legge ressurser inn på dette stadiet vil kvaliteten på utbedringen øke.

Hvis det er ønske om en landbasert rigg, skal ikke skadestedet ligge mer enn ca. 10 meter fra dykkerstasjonen. Hvis arbeidet er på en brupilar, og man ønsker å rigge stasjonen på selve bruoverbygningen, bør ikke høyden ned til vannflaten vær mer enn 3m. Det samme gjelder utbedring av bærende konstruksjoner på en kaiplate. I mange tilfeller kan det være plassmangel på skadestedet, og det er kanskje hensiktsmessig å dele opp rigget, slik at dykkerstasjonen er nærmest skadestedet, men at annen produksjon foregår på ulike lokasjoner i tilstøtende områder. Uansett hva man velger, sørg alltid for at sikkerheten til mannskaper og spesielt dykkeren er i hovedfokus.

2.3 Planlegging av rigg

Størrelsen og omfanget på rehabiliteringsarbeidet, er dimensjonerende for hvordan selve rigget foregår. Som regel vil også behovet for antall dykkere på prosjektet, avgjøre hvor omfattende det må rigges.

Vi deler rigg jobben i 2 hovedgrupper.

Dykkerrigget, med komplett dykkerstasjon og sikkerhet / backup løsninger; luftforsyning, tilkomst til arbeidsstedet, arbeidslys, stillaser, heiseanordninger, servicestasjon for dykkerutstyr og så videre

Arbeidsrigget avhenger av størrelsen og type på oppdraget; luft eller hydraulisk forsyning til verktøy, strømskap, transportløsninger ut og ned til dykker, verktøycontainer, lager for materialer, servicestasjon for verktøy, inkludert reserveutstyr og deler.

Enkelte prosesser i arbeidet krever kontinuerlig drift, noe som igjen krever gode backup løsninger og et rikt utvalg av reservedeler til alt verktøy og utstyr. Mer om dette i kapittel. 10

Det er også viktig å teste ut selve rigget før arbeidsoperasjonene starter. I mange tilfeller må det opprinnelige riggforslaget justeres eller tilpasses. Det kan være praktiske og sikkerhetsmessige årsaker til dette.

2.4 Vurdering av sikring / stempling av objektet (fare for sammenbrudd?)

Ved alle typer rehabiliteringsoppdrag vil tunge betongkonstruksjoner kunne utgjøre en risiko for dykkeren. Foregår reparasjonen under en betongoverbygning, er det spesielt viktig å tenke på alle scenarier.

Når det utbedres på en pilar som bærer en drager og et betongdekke, vil det ofte også være skader på selve overbygningen. Når det pigges og bores på denne pilaren dannes det vibrasjoner som kan få betongbiter fra overbygningen til å løsne. Bruk tid og ressurser på å kartlegge om det er sannsynlig at slik kan skje, og eventuelt hvilke konsekvenser dette vil ha. Å rigge et nett for å fange opp nedfall, vil være et godt HMS alternativ. En mulig løsning er eventuelt å banke ned løse biter, før dykkerarbeidet starter.

En statiker må vurdere om tiltak skal iverksettes for å sikre selve pilaren for sammenbrudd i et utbedringsløp. Det å beregne rest bæreevne, samt statiske og dynamiske laster er ikke et arbeid for ufaglærte. Mye kan selvfølgelig tas på erfaring, men for å være helt sikker, skal det beregnes av kyndig fagperson.

Ofte kan det være behov for oppstempling med ståldragere, noe som igjen betinger at også dette prosjekteres av fagmann på området. Hvordan stålbjelker fundamenteres og festes er avgjørende for om de faktisk har en funksjon. Er tilfellet at pilaren har under 80% rest bæreevne, og det er behov for å pigge ut betong i skader bak trykkarmeringen, må det vurderes oppstempling. Om det i tillegg skal jekkes på disse oppstemplingene for å avlaste pilarens laster, må avgjøres i samarbeid med ingeniør/byggherre.

Hvis det velges å utbedre en betongskade som går inn bak hoved/trykkarmeringen, uten å avlaste pilaren, vil ikke reparasjonen ta opp brukslaster før pilaren har blitt påført en last som er høyere en konstruksjonens egenlast. Mer om dette i kapittel. 7.

2.5 Planlegging av metode for fjerning av betong

Igjen er det omfang av betongskadene og betongens fasthet som avgjør hva som er hensiktsmessig valg av utstyr. Det er 2 hovedgrupper av utstyr;

Bilder av utstyr, gjerne i drift kommer

- Luft eller hydraulisk drevet pigghammer / meiselmaskin
- Vannjet (rekylfri) med kapasitet 800 bar trykk og minst 200 l/min

Hvis det velges utstyr som ikke er tilstrekkelig dimensjonert for oppgaven vil fremdriften være lav, og kostnadene for denne operasjonen bli uforholdsmessig høye. En vanlig feil er at operasjonen starter med en liten meiselmaskin, før dykkeren senere oppdager at kapasiteten er for lav i forhold til planlagt fremdrift.

Ved planlegging av meisling eller vannjet, er det svært viktig å sjekke dette opp mot valg av stillaser og tilkomstsutstyr. Det er dårlig økonomi å la arbeidet foregå fra mangelfulle stillaser. Rigg opp på en slik måte at dykkeren har god mulighet til å variere arbeidsstillingen, samt bruke ulike veggfester for å etablere mothold. Det å oppleve å skyve seg fra veggen, når energien egentlig skulle gå inn i betongen er trøttende og forsinkende. Rigg også for å heve/senke stillasene på en rasjonell måte.

Bruk gjerne aluminium stillaser, så vekten blir så lav som mulig.

Det er også viktig å rigge opp et avlastingssystem for piggmaskinen så dykkeren kun har et par kilo å bære. Mer om detaljene her i kapittel. 5.

Når det gjelder vannjett er det først og fremst viktig at maskinparken er kraftig nok, og at det er 100% rekylfri løsning på pistolen. Her er det også viktig at sikkerheten er ivaretatt, slik at det ved en tilstopping i en av dysene øyeblikkelig blir stopp i vanntransporten.

2.6 Planlegging av rengjøringsmetoder

Om dårlig/skadet betong er fjernet med vannjet kan som regel ytterligere rengjøring av betongoverflaten sløyfes. Vannjet er så kraftig at den kan som regel også erstatte sandblåsing av armeringen.

Hvis det derimot er brukt piggmaskin vil det være nødvendig med sandblåsing før vi går videre i reparasjonsprosessen. Når det skal planlegges for sandblåsing er det logistikken på land som må få oppmerksomhet. Her er det viktig at blåseklokken står skjermet fra vær og vind, samt at sanden lagres på tørt sted. Bruk gjerne en container eller et telt for å få dette så bra som mulig (6 eller 10 fot). Det går fort 10 - 20 kg sand pr. m² rengjort areal, så bruk en rasjonell metode for å frakte sand frem til blåseapparatet.

Når det gjelder kapasitet på selve utstyret, bør luftkompressoren ha en minimums kapasitet på 7 m³/min. og 7 – 9 bar trykk. Luften fra kompressoren kobles til blåseapparatet med min. 2 tommer slange. Det er viktig med god kapasitet, da undervanns sandblåsing er tidkrevende og liten luftkapasitet medfører meget lav fremdrift.

Kommunikasjon er også et avgjørende punkt. Kun radiokommunikasjon er akseptabelt.

Når det gjelder betjening av selve sandblåseapparatet, er det flere varianter av start/stopp styring tilgjengelig. Det er å foretrekke at start/stopp funksjonen er på land. Det er mange tilfeller hvor betjening av denne funksjonen er montert nær blåsedysen for at dykkeren selv skal kunne operere denne, men at funksjonen fra tid til annen ikke virker som den skal. Dette kan få fatale konsekvenser! Hvis dykkeren mister dysen uten at sandblåserapparatet er stengt, vil dette kunne skade utstyr og personell.

Når det gjelder planlegging av sandblåsing for dykkeren, er det igjen behov for gode stillaser som for prosessen med vannjet og pigging. Les mer om sandblåsing i kapittel. 6.

2.7 Planlegging av armeringsarbeidet/riggen

Hvis det er snakk om å armere for en kappestøp som allerede er prosjektert vil bøyelister og armeringstegninger være på plass allerede ved rigg tidspunktet. Da vil arealbruken og utstyrsbehovet være avhengig av omfanget på prosjektet.

På lokale reparasjoner eller ved arbeid som kun er igangsatt etter inspeksjonsnivå 1, er behov for forankringsarmering eller tilleggsarmering ofte ikke avdekket før meislingsarbeidet er ferdig, eller godt i gang. Planlegg logistikken med å få armeringen i sjøen, og hvordan armering skal settes sammen. Det er flere muligheter;

- Ferdig bøyde og tilpassede lengder som leveres fra produsenten.
- Hele armeringsnett som er ferdig sveiset fra fabrikk.
- Lengder som bøyes /kappes på arbeidsstedet.
- Kombinasjon av de ovennevnte. Dette er mest vanlig, og krever en egen bøye/kappe rigg.

Ved tilpassing av armering på land, kan ofte en skrustikke og en vinkelsliper med stålkutteblad være tilstrekkelig. Her er det mengden armeringsjern og dimensjonene på denne som avgjør. Skal det kun bøyes noen 10 – 12mm forankringskroker, er dette en lett sak å få til med stikka. Skal det benyttes lengder med diameter over dette, er det nødvendig å etablere en bøyebenk, samt bruke

skjærebrenner for å kappe til riktige lengder. Hvor mye riggplass det er behov for, vil måtte avgjøres etter at armeringstegningene er ferdige.

2.8 Valg av forskalingstyper og metoder

Forskaling skal dimensjoneres etter valg av støpomfang og metode. Hvis det er valgt punktvis reparasjon med begrenset omfang, vil trefiberplater med bolteforankring til underliggende betong være tilstrekkelig. Høyden på skadeområdet avgjør hvor mye det må avstives. Les mer om dette i kapittel. 8. Skal det benyttes kappestøp med høyder over 1m, vil det være praktisk og tidsmessig rasjonelt å benytte seg av systemforskaling. Her er grunnavstivingen lagt inn i selve kassetten, men ofte må det benyttes ekstern avstiving i tillegg. Disse kassetene er tunge, og det må rigges for innheising av modulene. Det er derfor veldig viktig å danne seg et bilde av hvilken forskalingsform som skal benyttes på et så tidlig stadium i prosjektet som mulig.

Det er også viktig å avgjøre hvordan selve forskalingen skal fundamenteres eller tettes mot bunn. Det finne et utall av muligheter, men dette betinger ofte at det planlegges i detalj før prosjektet starter.

Valg av forskalingsform/type vil også påvirke utstyrvalg/behov. Bruk ressurser på å bestemme detaljene på et tidlig stadiet, for å unngå unødig venting / omrigg / utgifter i siste liten.

Alle detaljer om forskalingsarbeide finner du i kapittel. 8. *Forskaling* i dette vedlegget

2.9 Valg av støpemetode og støpeutstyr

For å velge rett støpemetode, må det være avklart hvilket volum og omfang det skal støpes i pr. støpeseksjon.

- Punktreparasjon med volum på under 50 liter («bøttestøp»)
- Punktreparasjon opp til 2m²
- Kapestøp opp til 2m³
- Kapestøp over til 2m³
- Injeksjonsstøp

Er det snakk om en enkelt lokal skade med et volum opp til 3m³, kan støp med mørtel og en Putzmeister P11 betongpumpe være å foretrekke. Også ved flere lokale små skader er denne pumpetyper velegnet. Putzmeister P13 er en skruepumpe som kan pumpe kornstørrelser på 6 mm.

Da bestilles fabrikkprodusert tørr-betong i hele paller, og blandes direkte i pumpen.

Er det snakk om volum over 3m³, er det naturlig å vurdere ferdigbetong fra blandeverk, levert i støpeformen med Putzmeister BSF 38 betongpumpe. Kapasiteten på pumpeutstyret, bestemmes av støpevolumet og omfanget. Skal det støpes en kapestøp rundt en hel skivepilar på 16 meter i omkrets og et totalt volum på over 40m³, vil det måtte rigges med backup pumpe og backup blandeverk. Dette for å være sikker på at det ikke blir stopp i støpearbeidet ved et eventuelt maskin havari. Det er også viktig å vurdere behov for flere støperør. Da rigges det med ventiler, og løfting av ventiler og støperør skjer da kontrollert med for eksempel en mobilkran.

Injeksjonsstøp kan også være aktuelt, særlig hvis det skal utbedres uten at tverrsnittet på konstruksjonen skal endres/økes.

Når det skal planlegges for støp, er det viktig at transportlengder vurderes nøye. Det er best at pumpen er plassert så nære støpestedet som mulig. Er det mulig å støpe fra land vil transport av betong være mindre uproblematisk. Skal betongen fraktes ut til støpestedet med lekter el. kreves en egnet rigg for dette.

Husk også å etablere kontrollrutiner, slik at mottatt betong kan sjekkes mot flyteegenskaper, og at det tas ut betongprøver som støpes i terninger.

2.10 Materialvalg

Det er ikke mange materialvalg man kan gjøre ved betongrehabilitering under vannlinjen. Det viktigste valget er om det skal støpes med fabrikkframstilt tørr-betong med AUV-stoff, eller om det skal benyttes ferdigbetong fra blandeverk. Prinsipielt skal det benyttes samme fasthet i betongen som benyttes til reparasjon som er i opprinnelig konstruksjon. Det er viktig å bestemme graden av AUV dosering, og riktig d-max. Ved støp i vannlinjen og i skvalpe sonen, er det også viktig å støpe ut skadene med en betong som har god frost motstand. Dette er nærmere beskrevet i kap. 1 hoveddelen.

Det er viktig å kalkulere de ulike støpemetodene og materialvalgene, for å kunne konkludere hvilken metode/materialvalg som gir best kostnadseffektiv drift / fremdrift i forhold til byggherrens ønsker og behov.

3 Fjerning av betong i skadeområdet

3.1 Utstyr, Helse Miljø og Sikkerhet (HMS)

Rigg – mekanisk fjerning av betong

Fjerning av betong er i utgangspunktet et veldig tungt og tidkrevende arbeid. Når dette arbeidet i tillegg skal foregå ved bruk av dykkerutstyr, vil fremdriften være helt avhengig av at meiselutstyret er designet for oppgaven, og at kapasiteten er tilpasset betongens kvalitet og betongvolumet som skal fjernes.

Husk at fjerning av skadet betong, først og fremst er en prosess som gjøres i den hensikt å gi høy kvalitet på reparasjonsarbeidet, samt å oppnå en reparasjon som gir konstruksjonen tilbake sin opprinnelige bæreevne og levetid. Hvis det slurves på dette punktet, vil utbedringsbetongen legge seg mot skadet betong, eller betong med redusert kvalitet. Dette gir byggherren en «falsk trygghet» om at alt er i orden. Sannheten kan være at skadeutviklingen / armeringskorrosjonen fortsetter i det skjulte, bak en fasade av reparasjonsbetong.

Det at dykkeren står på stabile og robuste stillaser er også viktig for kvaliteten i arbeidet, fremdriften og ikke minst for sikkerheten. Det å rigge en «Sky Climber» aluminiums stillas med rekkverk i bakkant, vil gjøre en vesentlig forskjell på fremdrift samt gi forsvarlig HMS.

Lette Sky Climber stillaser kan skaffes i moduler fra 1 m og opp til 12 m lengder.

Når det gjelder selve meiselmaskinen må det avgjøres om utstyret skal driftes på luft eller hydraulikk. Hvis det er tilgang på et hydraulisk aggregat, er maskinene som går på dette noe mer driftssikre. Hydrauliske meiselmaskiner har høyere vekt og litt hurtigere slagkraft. Det positive er også at de ikke gir retur-luft, som forstyrrer dykkeren i arbeidet. Uansett type er prinsippet det samme. Piggene skal «splitte» betongen, og ikke knuse den.

Når det meisles i eller rundt et skadet området er det viktig at dykkeren bruker maskinen til å jobbe og ikke øver for stort press på utstyret (2 -4 kg mottrykk). Bruk maskinen i ulike vinkler, helt opp til 45 grader, for å effektivt ta ut avskallinger. Piggene i et steinreir eller en separasjonskade, er det viktig å ta mange små tak. Piggene vinkelrett på flaten, vil som regel meiselen kile seg fast i betongskaden. Pigg aldri rett på et armeringsjern. Dette er støpt inn i betongen for å gjøre en jobb, og en meiselpigg kan raskt skade jernets egenskaper/styrke. Om mulig er det en fordel å frilegge et jern i skadeområdet, slik at en får tak i dette med den frie hånden. Da blir det lettere å styre kraften og retningen man bruker på meiselutstyret.

Når det gjelder selve pigg meiselen, er det viktig at denne alltid er ny-smidd. Det er ikke en løsning å «skjerpe» piggene med en vinkelsliper og så videre Dette skader herdingen i stålet, og piggene blir butt etter bare noen minutters bruk.

Sørg for at det er tilstrekkelig med meiselpigger på riggen, og at det er en smed/verksted i nærheten som kan sette opp piggene ved behov. Det er vanlig å ha 5 – 10 pigger på riggen.

Når utstyret (uansett type) har vært brukt i vann, er det viktig å kjøre maskinen tom for vann for deretter å sette den inn med olje. Slik vil verktøyet virke ved neste gangs bruk.

Fjerning av betong ved bruk av «Vann Jet»

Vannjet er et begrep som benyttes når høytrykksutstyret blir så kraftig at vannet skjærer i stål eller betong. For å kunne splitte sementpastaen fra tilslaget (grusen) må vi opp i over 800 bar trykk. For å kunne erstatte meislingsutstyrets fremdrift, må vannkapasiteten være over 200l /min. Et slik utstyr må være rekylfritt, så det brukes et spylehåndtak som har et «T - uttak». Her går det like mye vann ut begge veier. Dysen som spylar bakover har normalt en jecto funksjon, (spalter som tar inn vann i dyseområde) så det blir mye vann og lite trykk. Dette er av sikkerhets hensyn.

Skal det forsvares å benytte vannjetutstyr for å fjerne skadet betong, bør prosjektet være av en viss størrelse og skadene av et minimum av volum. Dette må kalkuleres på forhånd. Rigg og driftskostnadene er høye, og det skal noe til før denne type utstyr kan forsvares rent økonomisk.

Beskrivende bilder av forarbeid og type skade kommer

3.2 Betongkvalitet (hva er skadet betong og hvordan avgrense omfanget)

Den planlagte betongkvaliteten på selve konstruksjonen må være kjent før vi med sikkerhet kan avdekke om det er avvik på denne. Det vi kan se av betongskader med det blotte øye og uten bruk av hjelpemidler, er kun der det maritime miljøet selv har erodert vekk betongen, eller hvor skadene ble generert på støpe-øyeblikket.

Når vi har kommet så langt i prosessen at det skal meisles i betongen vil det selvfølgelig være en del kjente skader på konstruksjonen. Utfordringen er å avdekke hvor stort omfanget egentlig er, og om det er skader mellom de allerede synlige skadeområdene. Veldig ofte er det nettopp det.

Det er ikke mulig å sette opp en enkelt regel for hvordan man skal avgrense eller avsløre skadeomfang.

Nedenfor er det angitt noen eksempelskader og forslag til hvordan disse angripes;

Separasjonsskader- Her vil sementpastaen ligge i sjikt eller lommer og dette laget har meget lav fasthet. Ved fjerning av dette, bør man kartlegge med meiselmaskinen hvor avgrensingen ligger alle veier. Deretter meisles det i sentrum av området for å kartlegge dybden av laget. I enkelte tilfeller går dette sjiktet gjennom hele tverrsnittet av pilaren. Da blir det vanskelig å fjerne alt uten å stemple/jekke opp konstruksjonen og få full avlastning på den bærende delen. En annen mulighet er seksjonsvis utbedring. Fjerne så mye det er besluttet av statikeren å ta ut i en operasjon, forskale og støpe ut dette, for så å ta neste seksjon. Det er tidkrevende å pigge ut denne type materiale, da det har en lav fasthet, og er seigt å splitte. Det er viktig å få ut alt sementslam da dette også gir dårligere heft til ny betong. Slamlaget er lett å se da det har en litt beige farge, og er helt uten tilslag.

Steinreir- Består av betongens tilslag i fragmenter som er større enn filler /fin sand. Som regel er det de største sand og grusfragmentene som har hopet seg opp i slike lommer eller sjikt (som en konsekvens av separasjon eller for lavt synkmål /dårlig flyt på utstøpingstidspunktet).

Omfanget på steinreir området / volumet er avhengig av årsaken til at det har oppstått.

Ved oppstarten av utmeislingssekvensen anbefales det bruk av en mindre meiselmaskin. Denne er lettere å styre, og problemene med å kile piggen inn i reiret unngås til en viss grad. Bruk samme meiselteknikk som for separasjonsskader og ta små tak, i hvert fall til å begynne med. Steinreir kan være meget dype, og gå langt inn bak armeringen. Det kan fort gå utover konstruksjonens bæreevne. Når det først tas hull på et slik reir begynner ofte stein å rase ukontrollert ut. De har ligget på hverandre siden konstruksjonen ble støpt, og har derfor hatt en viss bæreevne. Denne forsvinner når vi tar hull på reiret og jobber oss innover. Viser det seg at steinreiret går mer enn 20% inn i den totale dimensjonen, må statiker kontaktes for å sette grenser for hva som kan tas ut i en operasjon. Det er relativt enkelt å finne avgrensingen i steinreir skader, da overgangen til normal betong som oftest er brå og markert.

Isskuring- Det ligger i navnet at skaden først og fremst har oppstått på grunn av isens friksjon mot betongen. Dette problemet oppstår i området fra nederste vannstands nivå, og opp til det øvre laget av isens flate. Vann fryser i de ytterste porelagene av betongen og isens bevegelse opp og ned river med seg de ytterste betongporeveggene. Dette er en prosess som langsomt går inn i betongen, og stanser i prinsippet ikke før hele betongtvernsnittet er vekk. Betongens porestruktur, volum og innbyrdes avstand, kombinert med betongens fasthet og proporsjon, er avgjørende for hvor raskt prosessen går fremover. Derfor er det ikke nødvendig å fjerne mye betong før en slik skade skal utbedres. Det er kun viktig å påse at det ikke er svake soner inne i skadeområdet (kontrollmeisling) og at det er riktig skadegeometri i området som skal støpes ut. (se pkt. lenger ut i dette kapittelet.)

Riss / sprekker- er langsgående spalter eller åpninger i betongen som først og fremst skyldes **armeringskorrosjon**, overbelastning, eller setninger. For å sjekke om risset er forårsaket av armeringskorrosjon er det enklest å meisle ut en bit av risset, inn til ca. 10 - 15 cm dybde. Normalt ligger armeringen plassert 5 – 7 cm inn fra overflaten. Det hender armeringen er feilplassert, eller forskyver seg under støp, slik at den ligger grunnere eller dypere enn dette.

Er det korrosjon på armeringen og risset følger retningen til det nærmest liggende armeringsjernet (trykk - eller strekkarmering) , må vi anta at risset skyldes den utsprengingskraft armeringen utøver under korrosjonsprosessen. Denne kan sammenlignes med telekrefter når vann fryser til is.

Ved utmeisling av riss for å frigjøre korrodert armering, er det viktig at alt av eksisterende betong rundt hele armeringsjernet omkrets blir fjernet. Bare slik kan ny støpemasse gi tilbake jernets oksydsjikt (passivfilmen) Husk at det ikke skal meisles på selve armeringsjernet.

Fjerne betong til det er en åpning på ca. 3 – 5 cm bak jernet. Dette er viktig fordi det skal være mulig å rengjøre / fjerne korrosjon på hele omkretsen til armeringsjernet før støping.

Riss som ikke korresponderer med trykkarmeringen eller, følger samme retning som bøylearmeringen, kan være forårsaket av **overbelastning**. Rissene kan gå i alle retninger, men er ofte usymmetriske.

Ta en meiselprøve for å kartlegge om det finnes armeringsjern i risset, og kartlegg om riss dybden er gjennom hele konstruksjonen. Overbelastning kan være en statisk last som er jevn, eller som kommer i perioder hvor trafikken over konstruksjonen er større enn vanlig. Overbelastning kan også være dynamiske laster som påvirkes av flom, stormvind, eller andre krefter konstruksjonen utsettes for i spesielle tilfeller.

Setningskader er også en mulig forklaring på riss i konstruksjonen. Det må da sjekkes om det er noe med fundamenteringen som ikke er riktig. Hvis konstruksjonen er fundamentert på løsmasser eller friksjonspeler, må det en nivellering til for å kartlegge om det har vært setninger. Hvis dette er tilfelle, må byggherren sammen med rådgivende ingeniør, se på muligheter for å stabilisere setningene, eller gjøre andre tiltak for å motvirke videre skadeutvikling. Riss og sprekker vil føre vann inn til armeringsjern som deretter vil starte en korrosjonsprosess.

Meisling i riss og sprekker som skyldes overbelastning eller setninger er normalt ikke nødvendig, med mindre det er påvist korrosjon på armering som ligger i kryssende posisjon til risset.

Støpeskjøter- er skjøter mellom ulike støpeseksjoner/ støpeavsnitt i betongen. Som oftest er det avslutning av et horisontalt eller vertikalt støpeavsnitt. Det kan også være en utilsiktet stopp i støpearbeidet på grunn av betongpumpe havari, lekkasje i forskalingen, eller andre uforutsette hendelser.

Rene støpeskjøter uten slammlag er i seg selv ikke noe problem. Dette fordi betongen skal ha samme fasthet og egenskaper på hver side av skjøten. Det er ved horisontale skjøter hvor det har bygget seg opp et slammlag der betongen fronter vannet, vi må kartlegge omfanget av dette problemet.

For å kartlegge arealet eller lengden på skjøten, må man se etter en stripe med annen sjattering / annen farge, enn omkringliggende betong. Det vil det være umulig å se en støpeskjøt som ikke har erodert, før betongen blir høytrykkvasket eller sandblåst.

Slammlaget inneholder kun finstoff og sement med høyt VC -tall. Det har en betydelig lavere fasthet enn den fastheten som er planlagt i konstruksjonen. Når dette slammlaget herder, vil en ny støpeoppstart også generere slam og separasjon. Dette legger seg på den eksisterende slammfronten og det dannes et relativ tykt sjikt med finstoff og slam.

Det å meisle ut denne skjøten blir på samme måte som ved separasjonsskader. Betongen består bare av sementslam og finstoff, så det er vanskelig å få splittet ut større fragmenter. Prøv å finne avgrensingen opp og ned, for deretter å ta meiseltak fra dette nivået og inn mot sentrum av skjøten. Det er viktig at det på forhånd er avtalt med ingeniør/byggherre, hvor dypt det skal tas ut slammasse i støpeskjøtene.

Frostskader- er betong som har fått porene fylt med vann, som ved minusgrader fryser til is. Tine/fryse sykluser over flere år medfører en nedbrytningsprosess som gjør at betongoverflaten forvitrer. Betong fra 1980 og fremover er tilsatt luftinnførende tilsetningsstoffer som gir betongen god frostmotstand. Betong støpt før 1980 har ikke de samme gode egenskaper, og forvitrer fort i skvalpe-sonen.

Når det skal fjernes dårlig betong i et slikt område, gjelder det å meisle med liten maskin, samt å ta små tak i selve skaden. Det merkes raskt om det er betong som er i ferd med å forvitte. Frostskadet betong har meget lav fasthet og faller lett fra hverandre.

Bruk meiselmaskinen skånsomt for ikke å skape riss innover i konstruksjonen. Vær nøye med å frigjøre synlig armering rundt hele jernets tverrsnitt slik at den nye reparasjonsbetongen kan omslutte armeringen 100%, og skape en ny passivfilm.

Avgrensning av frostskader opp og ned på konstruksjonen er enkelt. Betongoverflaten i et frostskaideområde er slik en betongoverflate er etter sandblåsing eller vasking med vannjet. Sementpastaen ligger bak yttersjiktet på tilslaget. Det er sementpastaen som fryser i stykker, og dette medfører at tilslaget blir overdrevet eksponert i skadeområdet.

Saltsprenging – er salt fra sjøen som fraktes innover i betongen med sjøvannet, og avleires i betongens porestruktur. Ved mange og langvarige sykluser, vil denne saltkrystalliseringen til slutt sprengte poreveggene i betongen, og betongoverflater forvitrer. Ofte går denne prosessen dypt inn i betongen og sprengkraften skapes langt bak armeringsjernet. Da får betongen et «spindellev» lignende rissmønster på overflaten. Betongen «splittes» fra hverandre, men det betyr ikke alltid at bitene faller ut.

Problemet med saltsprenging er størst på moderne høyfast betong. Dette fordi poreveggene og avstand mellom porene er designet for maksimal frostmotstand og ikke med tanke på krystallisering av salt. Eldre betongresepter har større porer og større avstand mellom porene, og lavere fasthet. Dette gir betongen mer elastisitet når det gjelder å håndtere denne type saltekspansjoner.

For å fjerne saltsprengt betong må det benyttes meiselutstyr som er designet for det volumet som skal tas ut. Alternativet er å vurdere bruk av vannjet.

Igjen er det også viktig å kartlegge hvor mye det er mulig å fjerne i ett skadeområde, før de statiske / dynamiske kreftene er større enn betongens (konstruksjonens) restkapasitet. Sjekk dette med prosjekterende ingeniør.

Mekanisk belastning – er ytre belastning som blir påført betongen utilsiktet og som overgår betongens styrkekapasitet. Det kan være påkjørsel fra skip, ferdsel med tyngre kjøretøy enn beregnet, tilbakefylte masser som ekspanderer på grunn av frost, stormflo, bølger og andre ytre belastninger.

Skadebildet etter en slik belastning, er avhengig av hvilken type belastning og hvor ofte denne har inntruffet.

Uansett årsak vil det være behov for å kartlegge nøye på forhånd. Det å sette i gang med å meisle ut riss og sprekker eller ta ut ytterligere betong i et område hvor betonger er krakelert / erodert, er ikke hensiktsmessig.

Bruk meiselutstyr / vannjet som er designet for reparasjonsoppgavens volum og karakter, samt den betongkvalitet som er på skadestedet. Ikke skyt «*spurv med kanon*». Det vil si at utstyret ikke skal være større og kraftigere enn det som er nødvendig for en rasjonell og forsvarlig drift. Kraftige meiselmaskiner på slanke betongkonstruksjoner kan skape skjulte skader, som får konsekvenser for konstruksjonens bæreevne og levetid.

3.3 Riktig skadegeometri

Riktig skadegeometri, figurer

Når det meisles i en betongskade, er det flere hensyn å ta. Selvfølgelig er det viktig å ta ut den dårlige betongen, uansett om det er et steinreir, en støpeskjøt eller en separasjonsskade. Hva som er dårlig betong, er et definisjonsspørsmål som ikke alltid er like lett å besvare. Det beste rådet er å gå til et område som er 100% skadefritt og gjøre en meiselprøve der. Bruk den fasthet/kvalitet som oppleves i dette området, som en referanse når det meisles i skaden. Da skal det være mulig å kartlegge om det finnes samme betongkvalitet i det indre området av skaden.

Når all dårlig/skadet betong er fjernet, vil det mest sannsynlig være en skadegeometri som ikke er ideell for en utstøping.

Skadegeometri er kort fortalt den formen selve skaden har. Hvis man tegner betongkonstruksjonen som en snittegning og skisserer hvilket område som er fjernet, vil det fremkomme om geometrien tillater all luft /vann å evakuere ut av skaden under støpeprosessen.

Dette er umulig å kartlegge godt nok uten bruk av luft.

Legg luft i skadens øverste parti, gjerne ved bruk av en 3/8 luftslange med blåsepistol. Da er det lett å se om luften blir stående i «taket» av skaden, eller om all luft evakueres ut av skadeområdet.

Hvis luft blir stående, må betongen som hindrer luftevakueringen, fjernes.

Hvis dette er store volum /områder med god betong, kan et alternativ være å bore hull fra overliggende betong, og ned i luftlommene. Dette vil sikre at den nye betongen får 100% utfyllingsgrad.

Det er viktig at arbeidet med å forme skadene kontrolleres nøye, gjerne av en uavhengig kontrollør som representerer byggherren, slik at ikke dykkeren blir sittende alene med ansvaret for kvaliteten i det ferdige arbeidet.

3.4 Seksjonering av skaden / delreparasjon

Seksjonering er ikke ideelt i en undervannsstøp, da dette genererer støpeskjøter. Støpeskjøter skaper mer arbeid, og er et forsinkende/fordyrende ledd. Det finnes likevel tilfeller hvor det ikke er mulig å unngå dette. De fleste seksjonerings må gjøres i horisontalplanet, da det er en begrensning i hvor

høyt det er forsvarlig/mulig å støpe i et avsnitt. Undervannsbetong er retardert, ofte på grunn av lang transportvei. AUV tilsetningen gir også en retarderende effekt. Sammen med behovet for god flyt, vil en AUV betong være flytende i nær sagt hele støpehøyden. Dette gir et ekstremt trykk på forskalingen. Ved støpehøyder over 2,5m i en operasjon, vil det være behov for tilleggsforsterkninger på systemforskalingen. Graden av dette behovet, og kostnadene med etablering, må sees opp mot kostnadene og tidsbruken ved seksjonering.

Uansett skal slamlaget fra forrige støpe etappe fjernes helt (ved bruk av meisling / sandblåsing / vannjet), før videre forskaling etableres. Dette gir konstruksjonen en mulighet til å oppnå monolittisk binding mellom seksjonene. (flere seksjoner oppfører seg som ett stykke og styrken mellom ny og gammel betong er lik eller over den gamle betongens opprinnelige fasthet)

Når det gjelder seksjonering i vertikalplanet, er dette som regel en konsekvens av at en skade strekker seg langt inn i, eller på tvers gjennom en betongkonstruksjon. Som et eksempel, vil en skivepilar med skade i hele betongtverrsnittet, måtte utbedres seksjonsvis.

Da er det naturlig å meisle ut en del av skaden for så å utbedre dette helt, før neste seksjon tas ut.

I alle slike tilfeller må en prosjekterende ingeniør utføre beregningene på hvor mye som skal meisles ut i hvert snitt.

4 Rengjøring av skaden og skadeområdet;

Bilder av utstyr og resultat av rengjøring kommer

4.1 Valg av utstyr (vannjet / sandblåsing)

Som med alt innen UV arbeid, er planlegging av prosessen et nøkkelord. For å kunne velge riktig utstyr til en rengjøringsoperasjon, må det være klart i hvilket omfang det skal rengjøres.

Hvis skadet betong ble fjernet ved bruk av vannjet er videre rengjøring med sandblåsing ikke nødvendig. Unntaket er om det går lang tid mellom ferdig uttak av skadet betong, og til armering/forskalingsarbeidet starter. Det er viktig at det ikke på nytt danner seg begroing på betongen, før det skal støpes med reparasjonsbetong.

Ved sandblåsing, vil omfanget av arealet som skal sandblåses danne kriterier for valg av kapasitet og utstyr.

4.2 Kompressor; kapasitet – slangedimensjoner – dysetyper.

En luftkompressor til sandblåsing bør ha en kapasitet på minimum 7m³/min. I de fleste tilfeller vil en 9, 6m³/min kompressor være ideelt. Trykket må være mellom 8 og 9 bar.

For å unngå fukt og klumper er det viktig at det kobles på en vannutskiller (eller flere) så nærme sandblåserutstyret som mulig. Denne vannutskilleren må ha tilstrekkelig gjennomstrømningskapasitet så den ikke reduserer kapasiteten av luften som skal inn i sandblåserutstyret.

Normalt blåses det med et sandblåserapparat med 100 – 200 liter sandkapasitet. Til sandblåsing av betong og armering under vann, anbefales 10 eller 11 mm dyseåpning.

Dyse-diamenter	Luftforbruk ved 8 bar - l/min.	Anbefalt Kompressor-kapasitet	Ca. sandforbruk /t ved 8 bar
8,0mm	3800	6 m ³	300 kg
9,5mm	5500	8,5m ³	450 kg
11,0mm	7000	10m ³	600 kg
12,5mm	9500	12m ³	900 kg

Tabell 15 Tabell for sandblåserdyser - kapasitet og dimensjoner

4.3 Kommunikasjon / start - stopp /sikkerhet

God kommunikasjon mellom dykker og overflatemannskap er meget viktig ved sandblåsing. Det er helt avgjørende for sikkerheten at stoppventilen er kontinuerlig bemannet under sandblåser prosessen.

4.4 Sandkvalitet og sandforbruk

Star Grit er en sandkvalitet som anbefales som blåsemiddel. Dette er produsert av Nikkel-Kobberslagg og er silikosefritt. Dimensjonen på sandkornet er fra 0,2 – 1,6 mm. Denne sanden er hard og skarp, og vil oppleves som meget rasjonell.

Star Grit er ikke klassifisert som brann-, helse- eller miljøfarlig iht. gjeldende regelverk.

(Klassifisering i henhold til 67/548/EEC, 99/45/EC & 2001/58/EC (DSD/DPD) Klassifisering i henhold til 1272/2008 (CLP)

Mannskapet som fyller sand på sandblåserapparatet må uansett benytte egnet åndedrettsvern med filter type P2. Standard EN 149.

Sandforbruket avhenger av flere faktorer. Kapasiteten på utstyret, hva som faktisk skal fjernes og hvor trent dykkeren og det øvrige mannskapet er i denne prosessen. Det er ikke uvanlig at utrent mannskap starter opp med et forbruk på over 40 kg /m². Et team med erfaring kan gjøre samme jobb med halvparten av dette forbruket.

Ved fjerning av slamhud, vil det ofte være riktig å redusere sandmengden i ventilen slik at det er mulig å komme ned på et forbruk på 10 kg/m²

I en betongskade hvor det er behov for å fjerne rester etter separasjon vil det være bedre å kjøre opp sandforbruket noe, for å kunne redusere blåsetiden.

4.5 Rengjøring - Hva er godt nok? (heftproblematikk / mekanisk forankring)

Billedokumentasjon kommer

Ved støp med AUV betong, vil man **kun** oppnå mekanisk heft til underlaget. Det vil si at sementpastaen trenger seg inn i mikro riss og porer og vil etter herdefasen, skape millioner av små ankere inn i underlaget. Hvis underlaget er forurenset med slam eller begroing, vil denne forankringen bli markant redusert, eller i verste fall blir det ingen forankring i det hele tatt.

Når dykkeren skal starte sandblåsing må det på forhånd være avtalt hva som skal fjernes og i hvilken grad. Et eksempel er at dersom det er betongskader som er forårsaket av separasjon, vil det ofte være spor av sementslam innerst i skaden. Det er en fordel å fjerne mest mulig av dette, men det går en grense for kost/nytte. Sementslam på betongoverflaten gir dårlig heft til ny betong..

Når det gjelder sandblåsing av korrodert armering, vil det normalt være godt nok å sandblåse til renhetsgrad SA 2,0 Den nye sementpastaen som vil omslutte armeringen, kommer straks til å etablere et nytt passivsjikt på armeringsjernet, og på den måten beskytte mot fremtidig korrosjon. Husk å sandblåse rundt hele armeringens omkrets. Det kan være vanskelig å komme til på baksiden av jernet, men det går an å benytte rekyleffekten der sanden treffer innerst i skaden og returnerer tilbake til jernet. Her er det bare å prøve seg frem.

Hvis det er sannsynlig at det vil gå lang tid mellom sandblåsingsprosessen og videre arbeid med forskaling og støp, anbefales det å utsette rengjøringen av armeringen til et tidspunkt som er så tett på videre arbeid som mulig. Sandblåst stål vil anløpe (korrodere) i løpet av 1 dag, og får betydelig rustbelegg etter noen uker.

Det er også viktig å rengjøre utenfor selve betongskaden, da det som hovedregel skal være kontaktstøp i randsonen rundt skaden (normalt 0,2 – 0,5m utenfor selve skaden). Her er det tilstrekkelig å fjerne det ytterste slamlaget slik at sandpartiklene i overflaten kommer til syne.

5 Armering;

Armeringsstål er tungt, og det må rigges talje / kran for nedheising til dykkeren. Ofte kan det være hensiktsmessig å gjøre en prefabrikasjon av enkeltseksjoner ferdig på land, for deretter å senke dette ned til dykkeren for endelig montasje. Da er det viktig at seksjonene heises forsiktig og kontrollert ned.

Stillaser er også viktig ved montering av armeringsjern, og det er hensiktsmessig å benytte det samme stillaseopplegget som ved fjerning av betong. Godt lys er også essensielt.

5.1 Armeringstyper og omfang

Ved rehabilitering er det viktig å **ikke** fjerne noe armering, med mindre en statiker / ingeniør har godkjent dette.

Å prosjektere selve armeringen er en ingeniør oppgave. Det som er viktig for en arbeidsdykker, er å kjenne til prinsippene, samt forstå viktigheten av å gjøre armeringsarbeidet på en god håndverksmessig måte. Dykkeren må også kunne lese og følge en armeringstegning. Det og forstå hvordan armeringen samvirker med betongen er vesentlig.

Nedenfor er noen eksempler på ulike armeringsfunksjoner;

Trykkarmering; medvirker til at betongen øker sin kapasitet for å ta et høyere trykk enn den kapasiteten betongen i den aktuelle betongresepten har i seg selv. Trykkarmeringen i en pilar er som oftest vertikalt orientert. Ved rehabilitering er det ofte behov for tilleggsarmering. Hvis det skal etableres et nytt sett, eller det skal tilleggsarmes med trykkarmering i en pilar, vil ikke denne ta opp egenvektlaster før konstruksjonsdetaljen avlastes under utførelse. Hvis det er planlagt at den nye armeringen skal ta opp laster sammen med eksisterende armering, bør pilaren/konstruksjonen

avlastes før det armeres /støpes. Dette gjøres ved at overbygningen jekkes opp med hydrauliske jekker, og stemples opp på stålbjelker, mens rehabiliteringsarbeidet pågår. Etter at ny betong har herdet til ca. 80% av sin slutfasthet, kan lastene overføres til den nystøpte konstruksjonen. Skal det overføres lastekapasitet til en ny kappe rundt en pilar, er det behov for armering som kan overføre de lastene som påføres pilaren. Detaljer rundt dette tema utarbeides av prosjekterende ingeniør.

Strekkarmering; gjør at betongen tåler en vesentlig høyere strekklast enn det den ville ha tålt uten armering. Strekkarmeringen er oftest horisontalt orientert, men kan opptre i ulike grader ut fra det horisontale planet. Strekkarmeringen går som regel i minst to retninger; langsgående og tverrgående, slik at strekkrefter tas opp fra flere sider.

OBS! Ved ytterste pilar rad på en kai, kan det være behov for strekkarmering i pilarsiden som vender ut mot sjøen.

Skjærarmering; hjelper betongen å tåle skjærkrefter. Dette er ofte brukt i konsoller og dragere. Denne armeringstypen kan opptre i alle ulike vinkler og retninger.

Bøyler / lukkebøyler; benyttes til å endre retning på en armeringsføring, eller til å «bunte» eller avslutte et sett med armering.

Svinnarmering; som beskrevet i kapittel. 2 vil betongen i herdefasen bli utsatt for svinn. Selv om det støpes i /under vann vil sluttproduktet være mindre i volum enn opprinnelig støpevolum. Det er derfor i gitte tilfeller viktig at det etableres armering som skal motvirke disse kreftene.

Forankringsarmering /dybler; benyttes til å skjøte /forankre armering i et eksisterende underlag. Underlaget er oftest fast fjell eller konstruksjonsbetong.

Innstøpingsgods: er stål som har en funksjon utover å styrke selve betongkonstruksjonen. Den er knyttet sammen med armeringen for å få tilstrekkelig forankring/styrke. Dette kan være oppleggsbraketter, puller, rekkverksfester, øye ringer til oppheng og så videre.

Ved alle typer betongrehabilitering av bærende betongkonstruksjoner som står i vann, er armeringsarbeidet en vesentlig del av det totale prosjektet. Etter alle anstrengelser for å kartlegge skader, fjerne skadet betong og rengjøre med sandblåsing, vil en dårlig utført armeringsjobb kunne redusere kvaliteten og levetiden på rehabiliteringen vesentlig.

Den som utarbeider en armeringsbeskrivelse, skal benytte ståltabeller fra produsenter som leverer dette i henhold til standarden i det landet konstruksjonen befinner seg.

I Norge fremstilles kamstål etter kravene gitt i norsk standard NS 3576-3 «Armeringsstål», Del 3: «Kamstenger klasse C. Mål og egenskaper».

Armeringsjern kan bøyes, ut fra egne regler, uten at det forringer sine egenskaper.

Minstekravet for flytgrense skal være 500 MPa. Unngå å sveise sammen lengdene da dette vil endre stålets karakter. Mindre sveisepunkter spredt på et større område kan godtas for å skape en bedre stivhet i det totale armeringsarbeidet. Det bør uansett godkjennes av prosjekterende ingeniør.

Vanlige dimensjoner ved rehabiliteringsarbeid er diameter fra 12 – 32 mm, og standard lengder på 6m.

5.2 Armeringstegninger / bøyelister

Armeringens form, lengde, dimensjon og plassering er ikke tilfeldig. Alt arbeidet med å dimensjonere og tegne eksakt plassering er en oppgave som utføres av prosjekterende ingeniør.

Når alle laster er analysert og statiske beregninger er utført, vil resultatene bli nedtegnet i et sett med armeringstegninger. Tegningene er ikke lette å lese for en utrent utøver. Det anbefales at dykker /dykkerleder får separat opplæring, for å sette seg inn i hvordan tegningene skal leses og forstås. Dette er en forutsetning for at armeringen blir montert riktig.

Basert på armeringstegningene, blir det utarbeidet en bøyeliste. Denne beskriver i detalj hvordan hvert enkelt armeringsjern skal se ut i ferdig form, lengde og diameter. Armeringsjern i henhold til bøyeliste kan tilvirkes på stedet, eller bestilles ferdig levert fra stålleverandør.

5.3 Boring av forankringshull / montering av forankringsjern / sementinjeksjon

Armeringen skal alltid ha en forankring i underlaget. Det kan være direkte i fjell eller i eksisterende betongstruktur. Ved prosjektering av armering vil også forankringstype, dimensjon og omfang være beskrevet. Ved forankring i fjell er det viktig å kartlegge fjellets egenart, før det besluttes en endelig boreddybde og dimensjon. Hvis fjellet er «forvitret» må borediameter og boreddybde økes for å sikre kvaliteten på festet. Hvis det er snakk om boring mot et horisontalt plan, er det viktig at borehullet rengjøres med vannspyling, og holdes forseglet før det skal gyses. Benytt gjerne plasthylser med lokk.

Ved montering av forankringsjern i vertikale betongstrukturer er det helt avgjørende at det bores i ca. 20 grader nedover, slik at injeksjonsmassen blir værende i borehullet.

Hvis det armeres til en kappestøp på veggskive/pilar vil det være nødvendig å bøye forankringsarmeringen i ca. 70 grader. Da vil den synlige delen av jernet følge betongunderlagets linje.

Ved lange serier av forankringshull er det rasjonelt å etablere en «boremal» som festes på underlaget.

Dybden på forankringen bestemmes av prosjekterende ingeniør, men normalt bores det ca. 300mm dybde.

Husk å måle eksakt dybde i hvert enkelt hull, for å avstemme den endelige lengden på den delen av forankringsbøylene som skal inn i betongen. Hvis dette blir feil kan man risikere at bøylene blir stående langt ut fra eksisterende vegg, eller kommer alt for langt inn på betongveggen. Det ideelle målet er at ferdig gyst forankringsbøyle har et mellomrom til eksisterende betongvegg på ca. 3 – 4 cm.

Bore hullene litt større en den aktuelle armeringsdiameteren. Hvis det skal forankres med 20mm stål, vil jeg anbefale at det bores med 30mm borkrone. Boret vil alltid dra seg i en retning slik at hullet ikke blir rett. Da er det en fordel at det er romslig, så armeringen ikke kiler seg fast før det når helt inn.

Når alle hullene er etablert, fylles gysemasse til riktig nivå, for deretter å montere forankrings-jernet direkte i rett posisjon. Bruk ferdig designet sementmørtel med antiutvaskingsstoff (eks. Mapei 50 UV-T) for å fylle borehullene. Den ferdige blandede sementmørtelen fylles på en kanne med helleut. Dykkeren vil da lett få injeksjonsmassen fra kannen og over i borehullet. Fyll på til mørtelen renner ut

av hullet. Er det store borevolum og/eller mange hull, vil det være rasjonelt å benytte en injeksjonspumpe.

Mørtelens herdetid avhenger av temperaturen i vannet, men normalt vil det være ok å starte på med det videre armeringsarbeidet etter ca. 24 timer. (se mer info i TDS på produktet)

5.4 Kjerneboring gjennom objektet

I enkelte tilfeller er det behov for å skape forankring gjennom hele den eksisterende betongstrukturens tverrsnitt. Ved tynne konstruksjoner < 200mm og ved armeringsdiameter på under 20mm, kan dette arbeidet utføres med trykkluft/ hydraulisk borhammer.

Ved større tykkelser og ved armeringsdiameter på > 32 mm, er det hensiktsmessig å benytte kjernebor utstyr. (F.eks. Cedima HM 51 hydraulisk drevet boremaskin + Cedima P 6000 borestativ)

Ved å etablere flere 26mm «Dywidag» eller «AZ» stag gjennom hele konstruksjonen og forankre denne med stålplate og mutter i den nye kappestøparmeringen, vil det dannes en solid og varig forbindelse. På prosjekter med store laster, hvor det skal støpes en kappe rundt en skivepilar, vil denne teknikken være avgjørende for å oppnå god nok kapasitet på den nye betongkonstruksjonen.

Det er viktig at det gjennomgående staget gyses med AUV gysemørtel inne i den eksisterende konstruksjonen, før forskalingen lukkes. Det er umulig å få til en kontinuerlig omslutning av tverrjernet, ved bare å benytte den ordinære AUV støpe-betongen. Hvis det blir hulrom her, blir kapasiteten til jernet redusert, og det er fare for at jernet utsettes for korrosjon.

5.5 Binding av jern med jernbinderutstyr /sveisepunkter

Armeringstegningen danner grunnlag for hvordan det er hensiktsmessig å gå frem. Utgangspunktet er de forankringsjern som er montert i underlaget, uansett om det er i fjell eller i eksisterende betong. Det er naturlig å starte montering fra disse forankringspunktene, og derfra binde hele nettet som til slutt vil danne det ferdige resultatet.

Hvis vi bruker armering av en kappestøp på en rektangulær 90 x 70 cm søyle (6 m høyde) som et eksempel, vil fremgangsmåten være som følger;

Det er på forhånd boret 4 hull i fjellet, et ut for hvert hjørne på pilaren. I disse hullene er det gyst inn 32 mm skjøtejern som stikker ca. 1m over fjellbunnen.

Det er også boret hull vertikalt i linje, 6 hull i senter av hver vegg på søylen. Det er ca. 1 m avstand mellom hvert hull. Her er det gyst/montert en armeringsbøyle som er bøyd i 70 grader vinkel, slik at den ferdig montert ligger vertikalt parallelt med betongen.

I toppen av pilaren er det boret en serie med 20 hull i horisontal planet. Disse brukes for å etablere en solid forankring av kappestøpen og overføre krefter fra den opprinnelige pilaren, og over til den nye kappestøpen.

Deretter skal det monteres et armeringsjern som går fra bunnen og opp til der ferdig støp skal avsluttes. Det er anbefalt å avslutte ikke mindre enn ca. 0,5 m over høyeste vannstand, minus 15 cm overdekning i fra toppen av støpen.

Dette jernet skal bindes fast i samtlige forankringsbøylar. Gjenta dette på alle 4 sider av pilaren.

Deretter monteres to «U» lukkebøyler mot hverandre ca. 15 cm fra bunn / fundamentet og en lukkebøyle i topp av søylen. Disse overlappes med 20 ganger stålets diameter eller minimum 300mm, og danner en lukket bøyle.

Monter deretter trykkarmeringen i de 4 hjørnene, og bind dette sammen med skjøtejernet i bunn og mot lukkebøylen i toppen.

Fortsett med å montere samtlige horisontale jern på samme måte.

Sett så på en lukkebøyle ca. halvveis opp på pilaren. Fortsett med lukkebøyler fra bunn og opp til midten, og deretter fra midten og opp.

Når det gjelder bindetråd for bruk under vann, er det en fordel å benytte ferdig kappet lengde som bøyes i to (dobbel tråd). Denne kan benyttes med vanlig jernbinder tang, eller en binderkrok. (Se ill.)

I enkelte tilfeller er det behov for ekstra stivhet i armeringspunktene. Dette kan oppnås med sveising. Husk at jernets egenskaper endrer seg ved denne type behandling, så antall sveisepunkter må reduseres til et minimum.

Skal armeringen bindes ferdig på land, er det behov for noen sveisepunkter for å unngå at den ferdige armeringsstrukturen skal bli «slarkete» og upresis under nedheising.

5.6 Kontroll av armering / armerings stoler

Armeringen har størst effektiv kapasitet når den er plassert så langt ut mot ytre forskalingstverrsnitt som mulig. Av hensyn til bestandigheten som er påkrevd, skal det i en konstant neddykket konstruksjon være en betongoverdekning på 100mm (+/- 20mm). Dette er viktig for å sikre at armeringen ikke blir utsatt for korrosjon, som alltid er et problem med vanlig handelsstål som er i kontakt med vann. Anbefalt overdekning kan reduseres dersom det benyttes syrefast stål. (S4 kvalitet)

For å sikre korrekt overdekning, monteres det avstandsstykker på armeringen som forskalingen skal støte mot. Disse avstandsstykkene produseres i plast eller betong. Den mest vanlige utgaven i forbindelse med UV støp, er en «L» formet kloss av betong. Ved å montere disse klossene jevnt fordelt på armeringen, vil forskalingen få tiltenkt posisjon og overdekningen blir som planlagt.

Bilder av rengjøringsgrad av armering kommer

6 Forskaling;

6.1 Valg av forskalings type og materiell

Bilder av ulike typer forskaling og forskalingsmetoder kommer

Type forskalingsmateriell velges normalt sett ut fra hvilket areal og volum som skal støpes, og hvilken form det ferdige resultatet på betongstøpen skal ha. Fersk betong skaper et støpetrykk på forskalingen, som må hensyntas ved valg av forskalingstype og dimensjon. Jo høyere støpehøyde, jo høyere støpetrykk. Derfor er først og fremst høyden på hvert støpeavsnitt medvirkende til valg av forskalingsmateriell og behov for innfestning /avstiving. Hvis det planlagte støpeavsnittet skal være over 2,5 m høyt, bør det konfereres med en statiker vedrørende beregning av støpetrykk og nødvendig avstivingsarbeide. Kontakt leverandøren av systemforskalingen, for å få data på hvilken

kapasitet selve systemet har. Skulle det være for dårlig utført tette/avstivingsarbeid, og forskalingen brister, vil alt forskalingsarbeidet måtte utføres helt forfra igjen. AUV betong bruker lang tid på å sette seg, så mest sannsynlig vil formene tømmes helt.

Den enkleste form for forskalingsmateriell, er enkeltstående forskalingsbord og plank. Dette materialvalget egner seg ved etablering av fundamenter mot fjell og løsmasser, samt ved små enkeltstående utbedringer på runde betongkonstruksjoner. Ofte kombineres bord og plank med bruk av «strekmetall» duk, som kan formes mot underlaget og tette for utglidning av betong i støpefasen.

Ellers er filmbelagt forskalingsfiner et godt alternativ der det er snakk om litt større areal som skal utbedres (0,3 – 2 m²). Platene leveres i tykkelser fra 12 – 22 mm, og i størrelser fra 750 x 1500mm og oppover.

For større utbedringer og høye støpetrykk vil det være hensiktsmessig å velge en prefabrikkert systemforskaling. Disse fås i mange materialkombinasjoner og størrelser. Her er det ferdig profilerte utvendige og innvendige hjørner, og tilpasset avstivingsmateriell. De ferdige modulene settes sammen med tilhørende skjøte/låssystem.

I tilfeller hvor det er ønskelig at forskalingen skal bli stående etter utstøping, eller ved runde konstruksjoner, kan det benyttes stålforskaling med skjøteflenser, eller forskaling som kan sveises sammen. Er det krav til bestandighet på forskalingsformen, er det naturlig å velge syrefast stål kvalitet. Denne type forskaling benyttes ofte når det er snakk om konstruksjoner som er utsatt for isskuring og/eller tine/fryse sykluser i tidevannsonen / skvalpe sonen.

I enkelte tilfeller er det også aktuelt å benytte geoduk forskaling, som sys til på ønsket mål. Disse er **ikke** egnet som forskaling i forbindelse med betongrehabilitering, men er egnet for erosjonssikring, der det er problemer med undergraving under betongfundamentene på grunn av mye vann i bevegelse (f.eks. fergeleier og så videre). Denne håndboken går ikke lenger i å forklare geoduk forskaling, da det her først og fremst dreier seg om betongrehabilitering.

6.2 Montering av forskaling

Når det er valgt type forskalingsmateriell eller system skal selve byggingen/monteringen prosjekteres. Det er viktig å tegne opp den eksisterende konstruksjonen med alle relevante mål, og sette forskalingssystemet inn på arbeidstegningen. Nøye og detaljert planlegging av monteringen er meget viktig og vil rasjonalisere arbeidet når det starter opp. Beskriv alle nødvendige detaljer og sett på alle relevante mål. Ved utbedring/kappstøp på slanke og høye konstruksjoner må det måles loddavvik.

Det enkleste verktøyet for å måle loddavvik, er å senke ned en tynn nylon line (fiskesnøre) med et blylodd i enden, parallelt med konstruksjonen. Det er viktig at blyloddet er omsluttet av en bømme, da tidevannsstrøm eller strøm i ellevann kan påvirke loddet. Deretter måles avstand fra line til konstruksjon. Det er viktig å vite noe om dette avviket, da modulene må plasseres korrekt for å kunne følge eksisterende konstruksjon, og samtidig opprettholde riktig armeringsoverdekning.

I hvilken rekkefølge det skal forskales, og hvordan denne festes, påføres tegningen. Husk å beregne riktig armeringsoverdekning, og riktig plassering av støperør.

Her er en enkel beskrivelse av de ulike forskalingstypene vi benytter til rehabilitering, samt noen monterings tips;

Fundamentforskaling:

Fundamentforskaling etableres hvis det skal støpes et avrettende betonglag på eksisterende grunn, eller at eksisterende fundament skal utvides. Dette er påkrevd hvis vi skal kunne benytte systemforskaling på konstruksjoner på opp mot 3m høyde, da denne type forskaling krever et perfekt avrettet underlag.

Normalt støpes fundamentet på underlag av fjell eller steinmasser. Det er også vanlig å benytte fundamentforskaling hvis det er store separasjonsskader mellom underlaget og eksisterende betongkonstruksjon.

Husk at det bør være 150mm betongoverdekning på armeringsjern i fundamentet.

Det er viktig at fjell eller steinunderlaget er rent og fritt for begroing, slam eller annen type organisk forurensing (treverk, kvist, og så videre). Det er viktig å spyle / suge rent underlaget slik at betongen får god kontakt. Hvis det skal støpes mot fast fjell, vil det være hensiktsmessig å starte med å etablere fjellbolter i alle forskalingshjørnene, samt på alle lengder over 1 m. Hullene bør være min. 30cm dype og boltedimensjonen kan gjerne være minimum Ø 30mm. Bruk gjerne armeringsjern til dette. Alle fjellboltene gyses med egnet gysemasse (eks. Rescon 50 UVT), og høyden på boltene bør være litt over det ferdige fundamentet. Dersom det skal støpes videre opp på pilaren etter at kappetøpen er ferdig, bør det bores skjøtejern i fjell, samt hjørnejern ca. 3 cm ut fra alle hjørner på eksisterende pilar. Disse gyses på samme måte som hjørnejernene for forskalingen.

Ned mot underlaget og på innsiden av hjørnejernet legges en justert plank (48 x 98 mm) som festes til fjellboltene med spiker som bøyes rundt jernet. Gjenta operasjonen på alle sider slik at planken danner en ramme ned mot underlaget. Gjenta denne operasjonen i riktig høyde der betongen skal avsluttes. Hvis den totale høyden er over 50 cm, etableres det en plank for hver 30 cm. Dette gir nødvendig stivhet til forskalingen.

Når rammen er etablert ned mot underlaget og i rett posisjon i overkant fundament, fylles rammen på innsiden med vertikale pløyde bord (f. eks. 28 x 100mm) som kappes til i riktig høyde. Disse bordene får støpetrykk når det støpes, så det er viktig kun å feste disse med skruer eller spiker, slik at de holder seg i rett posisjon i monteringsøyeblikket. Jo mer nøyaktig bordene tilskjæres ned mot underlaget, jo færre lekkasjer oppstår under støpeprosessen.

Hvis fundamentforskalingen blir over 0,7m, er det viktig at det etableres en sikring mot at forskalingen skal «spjære». Dette kan enkelt utføres med lastestopper.

Hvis det er grovt underlag og det ikke er mulig å tilpasse alle bordene nøyaktig, kan det legges inn strekkmetall på innsiden av formen, ned mot underlaget. På utsiden av forskalingen legges det da sandsekker.

Platforskaling:

Filmbelagte trefiberplater benyttes som regel der det er snakk om en ensidig forskaling på et flatt betongunderlag. Dimensjonen er avhengig av størrelsen på arbeidet, men de vanligste

platetykkelsene er 15, 18 eller 21 mm, og platene leveres som standard på 75mm x 150mm og 120mm x 240mm.

For å montere platene rett på en betongflate, må ønsket støpetykkelse på det ferdige arbeidet avgjøres. Det er mulig å bolte platen rett på betongen, men da hindres støpeslangen i å entre forskalingen ovenfra på vanlig måte. Det vil da måtte etableres en støpenippel med tilbakeslagsventil i nedre kant av forskalingen. Dette er en metode som krever en meget god flyt i betongen, og det er liten mulighet for fyllingskontroll. Det er også viktig at det etableres «vann evakueringshull» i toppen av forskalingen, slik at vannet /luften kan evakuere der.

Mer vanlig er det å etablere en 98 x 98mm justert plank på betongunderlaget. Denne monteres i underkant av skaden, samt der støpen skal avsluttes sideveis. Toppen av skaden holdes åpen.

Boltedimensjonen og avstand mellom boltene må avgjøres etter hvor høy støpen blir, og betongkvaliteten i underliggende betongkonstruksjon. Er det snakk om en høyde på 1 m vil det være aktuelt å benytte 12mm eller 16mm HKD slagankere (bolte lengde ca. 200mm, og f. eks. cc 200mm mellom boltene.) det er viktig å senke boltehodet og firkantskiva inn i planken, så forskalingsplata får et jevnt underlag. Det er rasjonelt å forberede planken på land ved å bore alle hull, samt etablere nedsenkningen for skiver og boltehoder.

Når planken er montert på betongen er det viktig å sjekke om det er tett mellom plank og betong. Det er lettere å ta denne tettejobben nå enn å jobbe med lekkasjene mens støpearbeidet pågår. Bruk epoxy sparkel eller sementsparkel til dette arbeidet (Mapepoxy UVS eller Rescon Rapp).

Det neste trinnet i prosessen er å etablere selve platen. Denne bukseres ned til dykkeren ved hjelp av liner. Det er viktig å nøytralisere oppdriften med vekter. Platen festes med Franske treskruer (8x 80mm) og firkantskiver. Her er det igjen høyden på støpen og platetykkelsen, som avgjør hvor tett det skal skrues. Det er bedre med litt for tett innfesting, enn at platene glipper under støpen. Bruk gjerne cc 150mm.

Når platen er festet i underkant og på sidene etableres avstivingsbjelker vertikalt over platen. Benytt gjerne kanaljern av stål (100 x 50 x 4,0 mm) og fjellbolter over og nedenfor selve forskalingsplata.

Hvis det er praktisk mulig, er det anbefalt å sikre forskalingen for brudd, ved å montere lastestopper rundt hele konstruksjonen. Dette vil være en rimelig måte å sikre at det ikke blir brudd i forskallingen under støpeprosessen.

Systemforskaling:

Systemforskaling er ferdige moduler som bygges sammen på stedet. Det er ulike materialer tilgjengelig i handelen. Behovet for styrke og eventuelt hvordan modulene skal gjenbrukes, danner føringer for materialvalget.

Det finnes ulike systemer hvor bæresystem/avstiving er bjelker av tre-plank og forskalings huden er filmbelagt finerplate. Disse systemene har totalt sett mye oppdrift og liten trykkapasitet, så det er ikke vanlig å benytte dette på UV konstruksjoner.

Kombinasjonen aluminium/forskalingsfiner eller stål/forskalingsfiner er å foretrekke.

Dette er langt tyngre materialer, og det er viktig at det etableres en trygg metode for nedheising av hvert element. Det er også mulig å sette sammen flere elementer på land for deretter å senke dette ned i riktig posisjon. Som nevnt i kapittelet om fundamentforskaling, er det avgjørende at underlaget er plant og helt i vater. Skal det forskales rundt en høy konstruksjon (> 3m) må det avgjøres om det skal støpes i etapper eller om hele høyden støpes i ett. Når hver enkelt modul settes i riktig posisjon, er det viktig at denne stemples/sikres så den ikke kan falle tilbake over dykkeren mens arbeidet pågår. Benytt gjerne eksisterende armering som midlertidig forankring. Forskalingsflaket kan bindes til armeringen i overkant av forskalingsflaket med et tau. Til forskalingssystemet følger det med ferdig tilpassede hurtigkoblinger for å skjøte hvert enkelt flak til det neste, eller etablere utvendige eller innvendige hjørner. Når det er etablert en runde med forskaling sikres denne med skråstøtter, før neste høyde monteres på tilsvarende måte. Når hele forskalingen er etablert til riktig høyde, skal hele forskalingen sikres med klaver og «strek». Dette er viktig slik at forskalingen ikke revner. Ved bruk av UEB og HEB stålbjelker i riktig dimensjon, samt AZ -eller Dywidag stag, sikres forskalingen mot utilsiktet utbuling eller sammenbrudd. Alle de seriøse systemforskalingsleverandørene har egne manualer og systemhåndbøker som vil gi detaljert informasjon om de ulike systemenes muligheter. Det er også vanlig at en statiker kvalitetssikrer det planlagte forskalingssystemet og kapasitetene som trengs i hvert enkelt tilfelle.

Når forskalingen blir over 1,5m høy, er det en fordel å plassere støperøret i riktig posisjon **før** forskalingen lukkes. Dette sikrer at støperøret /støperørene får riktig plassering og at det/de når helt ned til fundamentet. Det er mange som har erfart at de ikke får plassert røret helt ned til fundamentet, fordi armeringen kommer i veien. Dette er spesielt vanlig ved slanke påstøper, eller når det støpes mot «kone» konstruksjoner. Les mer om dette i dette vedleggs kapittel. 10.

Etter at hele forskalingen er lukket og avstivet, er det viktig at den sikres for oppdrift. Når betongen flyter ut inne i forskalingen, vil den utøve et trykk på innsiden av forskalingen. Dette trykket øker med høyden på støpen. I og med at betongen stiger opp inne i formen vil gjerne forskalingsformen samme vei. Dette motvirker vi på to måter. Fjellbolter ned i underlaget, som holder forskalingen fast, og/eller avstimpling mot overbygningen hvis mulig. På kai eller bruarbeider, er det som regel en overbygning som kan benyttes som mothold.

Før selve støpearbeidet starter, er det viktig å tette eventuelle glipper i underkant av forskalingen. Hvis det er åpninger > 2cm er det viktig at dette forsegles med epoxysparkel og /eller forskalingsbord.

Hvis det oppstår lekkasjer under støpeprosessen er det viktig å ha en plan for hvordan dette kan tettes. Planlegg eventuelle scenarier, og rigg utstyr og materialer for et eventuelt forskalingsbrudd. (se dette vedleggets kapittel. 10)

Forskalingsarbeid kan fort ta noe tid. Fremmedlegemer og marin begroing kommer utrolig raskt, spesielt i sommerhalvåret. For å unngå dette problemet, og spesielt ved forskalingsarbeide som strekker seg over flere uker, er det viktig å skape et «overtrykk» inne i forskalingsformen. Dette kan lett etableres ved å benytte en lavtrykk vannpumpe med høy vannkapasitet. Det er viktig at pumpa går 24/7 for å holde forurensningen ute av formene.

Hvis forskalingen ender over vann, er det viktig å etablere dreneringshull for vann som skal ut av formen. Disse må dimensjoneres slik at det går like mye vann ut her, som det går betong inn i formen. Hullene skal tettes før betongen når dette nivået.

7 Valg av støpemateriale;

I tillegg til materialsammensetning og forutsetninger som er omtalt i publikasjonens kapittel 6 -10 kan det for rehabiliteringsarbeider benyttes tørrbetong. Tørrbetong er først og fremst hensiktsmessig der det er små volum eller tynne sjikt som skal støpes. Normalt leveres produktene på pall i 25 kg sekker eller i big bag (500 – 1000 kg). D.max er som regel fra 4 – 6mm. Dette betyr at det er en begrensning i hvor store volum og tykkelser det er kvalitetsmessig mulig å prosjektere med denne type produkt. Normalt vil en påstøptykkelse på 150mm være maksimalt tykkelse for en tørrbetong med D.max på 6mm. Skal det støpes tykkere enn dette, må det tilsettes tilslag opp til 12 eller 16mm.

Tørrbetong produseres etter standarden NS-EN 1504-9 «Produkter og systemer for reparasjon av betongkonstruksjoner: Definisjoner, krav, kvalitetskontroll og evaluering av samsvar. Allmenne regler for bruk av produkter og systemer», og kravene beskrevet i NS-EN 1504-3 «Reparasjonsmørtel for bærende og ikke bærende reparasjoner, klasse R4»

Produsenten av tørrbetong må alltid dokumentere kvaliteten, og det er viktig at AUV effekten er tilstrekkelig god slik at det ikke oppstår separasjon under utstøping. Tørrbetong uten AUV tilsetning må ikke benyttes.

Når det støpes med tørrbetong, som blandes på stedet, er det viktig å dimensjonere betongpumpen til hvilket volum det er på støpen eller støpeavsnittet, samt hvilken D.max som skal benyttes. Det er anbefalt å benytte tørrbetong opp til volum på 3m³ i ett støpeavsnitt, eller ved tykkelser < 150mm. Ved større volum eller tykkelser benyttes AUV betong fra blandeverk.

8 Støpemetoder;

Skisser og bilder av metodene kommer.

Å fylle forskalingsformene med er kronen på verket etter uker eller måneder med forberedelser. For å lykkes med undervannsstøp kreves planlegging, erfaring, og ikke minst riktig verktøy, utstyr og teknikk.

Å velge riktig utstyr og teknikk krever innsikt i de ulike metodene, materialkunnskap, og hvilke begrensninger som ligger i hver enkelt støpemetode. Det er også sammenheng mellom valg av forskalingsmateriale, valg av støpemateriale og valg av støpeteknikk.

Følgende metoder vil bli gjennomgått;

- Nedsenk med bøtte /støpetobb uten støperør
- Rørstøp med tobb
- Rørstøp med mørtelpumpe og pumpebil

Lag en komplett plan med egen sjekklister for hele støpearbeidet. Denne planen må også inneholde eventuelle reserveløsninger, reserveutstyr og reservemannskap.

Vi skiller mellom å senke betongen ned i et kammer (bøtte / tobb) eller frakte betongen ned til forskalingen via en pumpe slang og støperør. Å benytte kammer kan være hensiktsmessig der det er små volum og mange enkeltstående små forskalinger som skal fylles. Typisk prosjekt er en rekke med flere mindre fundamentforskaling til en brygge eller kai. (under 1m³)

Skal det støpes for eksempel en 20 cm tykk og 5 meter høy kappe rundt en 10 meter lang skivepilar, er pumpe og støperør det eneste som fungerer i praksis, og som vil gi byggherren et godt sluttresultat.

Utstyr og teknikk ved bruk av bøtte eller tobb uten støperør;

Kran / heiseutstyr for kammeret	manuell tautalje til mobilkran
Bøtte / tobb -. Husk å male kammeret i signal farge.	Volum fra 10 – 1000 liter
Betongprøve utstyr	Synkkjegle, terningsforskaling til prøver, og loddesnor
Aluminium rettholt	Til å rette av støpen i overkant
Slager	Til å slå på forskalingen for å fjerne luft og vannlommer
Kommunikasjonsutstyr	Kommunikasjon mellom linemann, støpebas og kranbetjening
Loggbok	For å føre protokoll på vann og lufttemperatur, støpehastighet, antall batcher og så videre

8.1 Planlegging før støp;

Det er viktig å gjøre en prøvebuksering av kammeret før selve støpen starter. Her avdekkes eventuelle hindringer som må justeres /fjernes, uten at det blir stress i systemet på grunn av betong som herder i bilen eller tobben.

Det er også viktig at alt essensielt utstyr gjennomgås før støpeprosessen. Som hovedregel må det tas høyde for at alle typer verktøy og utstyr kan svikte når man minst venter det. Sørg for å ha nødvendig reserveutstyr tilgjengelig. En stopp i støpen er kritisk, da dette kan medføre behov for avforming, rengjøring av slamlag, og etablering av ny forskaling.

Etabler hvert støpeavsnitt som et eget kapittel i loggboka og før inn støpedato, støpestart og støpeavslutning, lufttemperatur, vann temperatur, antall batcher, resultat fra slumpmål /utflytningsmål fra betong tester, støpehastighet, og eventuelle stopp eller andre hendelser under støpningen.

Produseres betongen på stedet med tørrbetong er det viktig at det benyttes eksakt vannmengde i henhold til produsentens anvisning. (bruk målebeger og les Teknisk datablad). Ved overdosering av vann øker VC -tallet og betongkvaliteten reduseres. Ved for lite vann reduseres flytegenskapene, og det kan oppstå slamlommer og hulrom.

Benyttes det AUV betong fra blandeverk gjennomføres forprøving og dokumentasjon som angitt i publikasjonens kapittel 6-8.

8.2 Støpearbeidet;

Når dykkeren står i rett posisjon, heises botten/tobben ned på utsiden av forskalingen. Det er viktig at kammeret er malt i signalfarger, slik at den er lett å se i grumsete eller mørkt vann. Dykkeren markerer til linemann at kammeret har rett høyde, og bistår med å buksere tobben til rett posisjon over forskalingen. Når det gjelder støpe-tobben, er det viktig at åpningsmekanismen er lett å åpne/lukke, slik at det ikke utilsiktet blir et ras av betong ut i formen. Test dette på land før oppstart!

Start alltid støpen i det laveste punktet på forskalingen. La kammeret komme så lavt som mulig mot underlaget så ikke betongen slippes unødvendig langt gjennom vannet. Max fallhøyde er 0,5 meter. Hvis det ikke er mulig å komme nærmere enn dette, må det monteres en slange stubb som en forlengelse av åpningen i kammeret. Da vil betongen sige gjennom slangen og utvaskingsproblemet elimineres. Slange- dimensjonen tilpasses lengden og betongens tilslagsdiameter (D.max). Hvis det benyttes en D.max på 16 mm, og lengden på slangen er 1 m, er det greit med 125mm tykk slange.

Når det støpes en batch (en full støpe-tobb) vil betongen bruke tid på å flyte ut i formen. Beregn riktig tid mellom alle tobb-ned-senkene som er planlagt. Det er utrolig arbeidskrevende å flytte betongen sideveis i formene, så her må tiden og betongflyten jobbe. Hvis forskalingen har et areal over 1m², vil det være hensiktsmessig å plassere den neste batchen i utkanten, men ikke utenfor «flytfronten», til hele arealet er dekket med betong. Repeter prosessen til hele forskalingen er fylt. I en forskaling med et støpeareal over 4 m², vil det være avgjørende at det benyttes en slangestubb for å ikke skape slammlommer. Slangestubben dykkes litt ned i den første batchen, før luken i tobben åpnes. Da vil den nye betongen sige ut, inne i den eksisterende batchen som allerede er plassert, og slamfronten kommer opp og ut mot forskalingen.

Når forskalingen nærmer seg halvveis fylt er det viktig å banke litt på utsiden av forskalingen slik at luft og vannlommer kan evakuere til overflaten. Gjenta dette med jevne mellomrom til støpearbeidet er ferdig.

Når en forskaling fylles med betong vil den utsettes for et voldsomt trykk mot sideflatene og en oppdrift i forskalingen skapes etterhvert som støpehøyden økes. Det er derfor viktig at dykkeren kontinuerlig sjekker forskalingen for lekkasjer. Oppstår det små lekkasjer kan disse tettes underveis, uten at støpen avbrytes. Er det snakk om betydelige lekkasjer må støpen avbrytes inntil lekkasjen er under kontroll. (for å repetere, gå tilbake til kapittel. 8)

Bruk loddesnor til å sjekke støpehøyden. Loddesnoren merkes som et meterbånd, med markering for hver 0,5 meter. Hvis forskalingen er over 1 meter, skal det logges for hver 0,5 meter støpehøyde. Normalt skal støpehastigheten være 0,5 - 0,7 m pr. time.

Loggboka skal overleveres til byggherre sammen med informasjon fra laboratorieresultatene av betongtestene og opplysninger om hvordan reparasjonen/konstruksjonen skal forvaltes, driftes og vedlikeholdes (FDV).

8.3 Etterarbeid;

Når forskalingen er ferdig fylt, er det viktig å skrape av slamlaget. Dette laget er gjerne 2 – 5 cm tykt. Benytt en aluminiums rettholt i praktisk lengde, tilpasset forskalingens bredde. Vær varsom med bevegelsene så det ikke skapes nytt slamlag ved denne operasjonen.

Sjekk at forskalingen har de opprinnelige linjene, og rapporter om det oppdages utbulinger og så videre. Legg alle støpeterningene fra prøvetakingen ved siden av forskalingen, så de herder ut i samme miljøet som selve støpen.

8.4 Støping med tobb og støperør;

Verktøy, prøveutstyr, selve arbeidet og prosedyrene med støperør er som for støping med tobb direkte i forskalingen, men det er en vesentlig forskjell.

Med støperør til overflaten, er det ikke lenger dykkeren som styrer støpearbeidet. Derfor betinger denne teknikken god kommunikasjon mellom overflatemannskap som styrer tobben, og dykkeren som ser utviklingen på selve støpestedet. Plasser støperøret / støperørene i rett posisjon. Det er viktig at røret er påmontert en avstandspigg, som sveises på innsiden av røret, slik at støperøret aldri kan legge seg direkte mot underlaget. Piggens lengde bør være min. 50mm lengre enn støperøret. Rørets diameter bør være 100 – 120mm. Røret plasseres i forskalingens nederste parti og festes slik at det ikke kan flytte seg utilsiktet.

Røret må også merkes for hver 0,5 meter, slik at både dykker og overflatemannskap kan følge oppstigningen etter hvert som støpearbeidet går fremover. Dykkeren må påse at støperøret alltid er neddykket. Det er anbefalt å benytte støperør av stål, gjerne syrefast, da dette er lett å rengjøre for gjenbruk.

Hvis det støpes med tørrbetong og små rørdimensjoner (50 - 70mm), bør det etableres en ventil, basert på skumplastball som glir ned røret før første mørtelbatch. Det er anbefalt å kjøre litt sement tilsatt AUV stoff for smøring av røret, etter plassering av skumplastballen.

Denne teknikken passer best for små utstøpninger, gjerne utbedringer på slanke konstruksjoner, hvor det ikke er hensiktsmessig eller mulig å rigge en betongpumpe. Det er viktig at støperøret alltid er neddykket i betongen.

Er det snakk om større volum ($> 1\text{m}^3$) er det hensiktsmessig å vurdere større rør diameter (100 – 125mm), samt benytte en ventil basert på wire, pakning og stålplate. (se fig. nn) Ved utstøping av forskalinger med begrenset flateareal opp til 6m^2 , er det vanligvis tilstrekkelig med ett støperør. Da blir det ingen koordineringsoppgaver mellom de ulike rørene, men det er viktig å støpe med riktig hastighet, samt måle utflytningen fra hver batch. (se fig. Nn)

Skal det benyttes flere rør, er det viktig at det lages en plan for hvordan støpen skal veksle mellom de ulike rørene. Det er også viktig at dykkeren og / eller den som lodder støpehastigheten er påpasselig med å kartlegge nivået i hele forskalingens utbredelse, slik at støpen stiger horisontalt. Skulle dette svikte og det bygger seg opp en vertikal rygg, blir det etterhvert et «ras» og det vil kunne oppstå slamlommer og separasjon.

Når støpearbeidet går mot slutten, er det viktig at røret er tomt for betong i det det forlater betongoverflaten. I motsatt fall vil betong rase ut av røret og skape problemer for dykkeren.

8.5 Støping med betongpumpe og slange / rør;

Verktøy, prøveutstyr, selve arbeidet og prosedyrene med pumpestøp, er som for støping med tobb og støperør, men nå er det ikke tyngdekraften alene som skaper fremdrift.

En maskindrevet pumpe skaper et støpetrykk, som presser betongen gjennom støpeslangen og ned til forskalingen. Den vanligste typen pumpeystem for små volum og D.max opp til 6mm, er en skru pumpe, som mater ferdig blandet mørtel fra et slippkammer, inn i et «stator /rotor» kammer som skyver mørtelen fremover i slangen, som igjen medfører at det bygger seg opp et trykk i støpemassen.

Kapasiteten på pumpeutstyret og typen pumpeystem skal dimensjoneres etter betongvolumet som skal støpes, og hvilke betongresepter som skal benyttes. For tørrbetong med D. max på 6mm og volum fra 0,1m³ – 3m³ kan det ofte være hensiktsmessig med en pumpe på størrelsen med **Putzmeister SP 11** eller tilsvarende. Det er, uansett pumpetype og kapasitet, veldig viktig at pumpen kan reguleres med hensyn til pumpekapasitet. Pumpeutstyr med kun en hastighet bør unngås.

Arbeidsprosedyre for støpe-utførelse med tørrmørtel og mørtelpumpe;

Etabler en riggplass for pumpen og for pallene med AUV mørtelen som skal blandes. Etabler riggplassen så romslig som mulig, da det ofte skjer uforutsette ting som krever ytterligere rigg. Husk verneutstyr til blande og pumpemannskap, da sementbaserte produkter er særlig etsende. (briller / P3 støvmaske / gummierte hansker)

Husk å rigge for grundig vask av pumpe og slanger, samt rigg for uforutsette hendelser.

Sjekk at det finnes reserve deler til alle mekaniske pumpefunksjoner (reimer, koblinger, stator/rotor, El. koblinger, og så videre)

Sjekk at pumpen fungerer i alle fartsområder, ved å kjøre rent vann gjennom pumpa og i hele slangesystemet.

Bland en «smøre batch» tilsatt AUV stoff, og rundkjør denne i pumpa med første slange påkoblet.

Koble så på en og en slange, og kjør smørebatches til hele slangelengden er smurt. Husk at det må være gode og hele gummipakninger i hver koblingsskjøt på slangene

Start blanding og pumping av den utvalgte kvaliteten av støpemørtelen (AUV mørtel)

Kjør hele systemet slik at mørtelen går jevnt i hele slangelengden (gjerne rundkjøring til pumpe vis mulig). Ikke kjør noe rett i sjøen. Det vi skape mulighet for dårlig sikt og unødvendig forurensing.

Ta ut en støpeprøve, og legg til lagring i vann.

Putt en «**slitt vaskeball**» inn i siste kobling før støperøret. Ballen må være lik eller mindre enn selve rørets indre diameter.

Stram opp støpeslangen, så den ikke ligger som en kveil ned under forskalingsnivået. Koble på det allerede etablerte løftesystemet. Koblinger til betongslanger er harde og koblingsflensen må ofte slås på med slager. Rigg for dette med en gang, så slipper dykkeren å vente unødig.

Koble på støperøret og kjør forsiktig til ballen er i enden av røret. Dette kan ikke sees fra dykker eller overflatemannskap, men her er det viktig å beregne volumet i røret, og se at denne mengden er pumpet ut fra støpetrauet på pumpa.

Start selve støpeprosedyren. Pumpetrykket medfører at ballen presses ut av støperøret og betongen flyter nå ut i forskalingen. Av og til kommer ballen til overflaten, av og til blir den værende inne i støpen. Start alltid på laveste pumpehastighet til det er uomtvistelig at støperøret er neddykket i mørtel. Øk deretter hastigheten til det er 50 – 70 cm støpehøyde / time. Dykkeren sjekker nå at forskalingen er tett. Dykkeren skal kontinuerlig holde forskalingen under oppsikt, for å oppdage eventuelle utbulinger eller andre tegn til brist i forskalingssystemet. Husk å rigge til med back up løsninger (strammestropper, plank/spiker, skumplast, strekkmetall, sandsekker, og så videre). Det er også viktig at det blandes og pumpes kontinuerlig, slik at støpemassen holder god flyt, og at det ikke kommer luft inn i slangsystemet.

Hvis det skal støpes med flere rør, må det etableres et forgrenings og ventil system på land. Det er fullt mulig å kjøre to eller flere rør på en pumpe, men de må være helt uavhengig av hverandre når det gjelder oppheising. Ventilene som benyttes er som regel mekaniske, og det benyttes en slager til å slå ventilen i åpen/lukket stilling. Ved å benytte flere rør og bare en pumpe, er det viktig at det legges opp til en rullerende støping i rørene, så ikke en eller flere rør «setter» seg. Lytt kontinuerlig på slangen, så det er sikkert at mørtelen flyter i den riktige slangen (dette punktet gjelder også hvis det pumpes med pumpebil).

Når det er fullt i støpeformen, stoppes pumpen, og røret føres til overflaten. Her frikobles slangen fra røret. Skal det støpes på en ny forskaling umiddelbart, repeteres prosessen fra og med «**slitt vaskeball**»

8.6 Arbeidsprosedyre for støpeutførelse med pumpebil;

Etabler et riggområde for betongpumpa og betongbilen. Her må det være klargjort for at betongsøl kan spyles vekk, og at det skal tas betongprøver fra bilen. Rigg dette utstyret, slik at det kan tas prøver allerede fra første bil.

Hvis det er store volum som skal støpes, er det viktig å kartlegge pumpeleverandørens evne til å stille med back up utstyr, hvis noe skulle svikte. Det samme gjelder blandeverket.

Om det er store dyp eller flere støperør som skal støpes under et, er det muligens nødvendig å rigge en kran for å heise støperørene. Bommen på pumpebilen klarer ofte et rør, og en dybde på 10 – 12 meter for egen maskin. Flere rør og dypere vann, vil kreve kran.

Pumpeoperatør har ansvaret for å rigge nødvendig slanger, men det må besluttes hvilke diameter det skal benyttes (75, 100, eller 125mm) Dette må også stemme med støperøret/ støperørene som er plassert. Hvis støperøret er 75mm, vil det kunne pumpes med 100mm slange, for så å gå over via en «reducer» til 75mm i siste slangen før slangen går i vannet. Alt i alt er det lengden fra pumpa og ned til forskalingen, som avgjør hvilke dimensjoner som er hensiktsmessig.

Hvis ikke støperøret synes over vannflaten, må det etableres en slange på støperøret, til man kommer over vannflaten. Det presses deretter en «**slitt vaskeball**» inn i denne slangen. Denne dyttes ca. 0,5 meter inn i slangen, slik at det etableres et lite volum for en smørebatch. Husk at det nå ikke

må være noen innsnevring på systemet. Hvis vaskeballen er større enn støperøret, vil det kunne danne seg en propp i slangen.

Støpe slangene må strammes opp med løfteutstyret, slik at ikke overflødig slangelengder henger under støpestedet. Her er det snakk om tunge løft, så det er kun taljer og kranhjelp som nytter.

Operatøren vil kjøre vann i systemet, før det etableres en smørebatches i pumpa. Da denne kommer ut gjennom tårnet, helles litt sement i neste slange, før denne kobles sammen.

Operatøren kjører nå AUV betong gjennom tårnet, og etablerer en og en slange med smørebatches og AUV betong, til hele slangelengden er etablert.

Deretter pumpes ca. 100 liter AUV betong i et tomt kammer, slik at det er 100% AUV betong som kommer ut av pumpesystemet (diesel, vann og sement uten AUV stoff skal i bøtta)

Ta ut en støpeprøve, og gjennomfør en flyt test. Prøvene lagres i vann (på støpestedet)

Hell inn ca. 20 liter med AUV sementbatch i det volumet som er skapt over «**vaskeballen**»

Operatøren kobler sammen slangen fra tårnet, med støperøret, eller slangen fra støperøret.

Start pumpingen på laveste hastighet, til betongen er etablert over støperørets utløp.

Pump jevnt og lodd jevnlig støpehøyden.

Heis støperøret slik at det alltid er godt neddykket i betongen. Det skal alltid være minst 0,5 meter overdekning mellom rørets nederste punkt og støpefronten. Noter støpehastighet i loggboken.

Ved behov for flere støperør, må det etableres et forgrenings- og ventil system på land. Det er fullt mulig å kjøre to eller flere rør på en pumpe, men de bør være helt uavhengig av hverandre når det gjelder oppheising. Ventilene som benyttes er som regel mekaniske, og det benyttes en slager til å slå ventilen i åpen/lukket stilling. Ved å benytte flere rør og bare en pumpe, er det viktig at det legges opp til en rullerende støping i rørene, så ikke en eller flere rør «setter» seg. Lytt kontinuerlig på slangen, så det er sikkert at mørtelen flyter i den riktige slangen.

Avslutt støpen på samme måten som for rørstøp.

9 Riving av forskaling / etterkontroll;

For fabrikkfremstilt tørrbetong skal det være mulig å få et herdediagram fra produsenten. Dette gir en mulighet til å forutsi når utstøpingen for eksempel har oppnådd 50% av sin slutfasthet, men det er knyttet usikkerhet til analysen, da fasthetsutviklingen også styres av forhold på anleggsplassen (vann temperatur, tykkelse på støpen, v/c tallet, og så videre).

For betong fra blandeverk, er det også vanskelig for betongprodusenten å gi opplysninger vedrørende fasthetsutviklingen og herdekurven. De støtter seg i en viss grad på produsenten av tilsetningsstoffene. Det er også her mange utenforliggende parametere som styrer herdebetingelsene (vanntemperatur, tykkelse på støpen, valgt type og dosering av tilsetningsstoffer, og så videre).

9.1 Betongens herdebetingelser

Når forskalingen er ferdig utstøpt, er det viktig å vite hvor tidlig det er mulig å starte av-formingen. Venter en for lenge kan vi risikere at forskalingen «brenner» seg fast i støpen.

En tommelfinger regel sier at det skal være oppnådd minst 50%, helst 80% av slutfastheten før av-formingen starter. En statiker skal beslutte fasthetsnivået som skal til før riving om det er tvil.

For å holde kontroll på fasthetsutviklingen kan en fylle en bøtte med betong samtidig som det støpes, og lagre denne i det samme området det er støpt. Det er viktig at det er tilsvarende herdebetingelser i prøvene som tas. Betongen vil herde fra kjernen og ut, og det er temperaturavhengig hvor raskt dette utvikler seg. (se kapittel. nn)

Etter to døgn, kan «bøtteprøven» heises på land, og fastheten i overflaten kan testes med «Schmidt hammer»

9.2 Riving / demontering av forskalingen;

Ved riving av systemforskaling, starter arbeidet med å fjerne all avstiving. Er dette sveiset på plass, må det kuttes med Oxy Arc eller vinkelsliper.

Når all avstiving er heist på land, er det viktig å fjerne platelåsene/ hjørnelåsene i et felt av gangen og heise hvert flak på land. Ikke la forskalingen ligge igjen på bunn. Dette skaper uryddige og uoversiktlige situasjoner som utgjør en reell sikkerhetsrisiko. Dette er tunge forskalingsmaterialer som lett kan skade dykkeren hvis det ikke tas tilbørlig sikkerhetshensyn.

Det er smart å skrape rent forskalingen etter hvert som den kommer på land.

Vær oppmerksom på at treplank /plater som kun har ligget i vannet noen uker, fortsatt har en betydelig oppdrift. Ved frigjøring av denne type forskalingsmateriell er det en betydelig risiko og la platene løfte seg uten kontroll. De kan rive med seg verktøy og utstyr, og i verste fall skade dykker eller dykkerutstyr. Bruk motvekter og liner til å styre oppdriften.

Alle fjellbolter og annet hjelpegods skal også fjernes. Husk at det vil komme en dykker på inspeksjon om noen år.

10. Sluttinspeksjon;

Når all forskaling er fjernet og bunnen rundt konstruksjonen er ryddet, kan sluttinspeksjonen starte.

Kartlegg all kontakt mellom underlag og betong. Her skal det være 100% kontakt hele veien. Er det støpt ned mot fast fjell, skal det ikke være områder med glipper mellom betong og underlag. Det vanligste problemet, også ved rehabilitering, er å få separasjon i støpeoppstarten. Disse støpefeilene finnes da i overgang mellom fundament og konstruksjon.

Kartlegg deretter samtlige støpeflater for å se etter støpeskjøter og steinreir. Det er ikke akseptert at det er dype uregelmessigheter i overflaten. Hvis det skulle være noe å sette fingeren på, er det viktig å pigge forsiktig i dette området for å avdekke om uregelmessighetene går i dybden på konstruksjonen, eller om det bare er «overflatefeil». Overflatefeil har bare kosmetisk betydning, og utbedres ikke.

Det er også viktig å kartlegge at det er jevne hjørner og plane flater. Hvis det er uregelmessigheter her, kan det tyde på at forskalingen har sviktet, og at det derfor kan ha oppstått heftbrudd mellom ny og gammel betong.

Ved påstøparbeid, er det anbefalt at kvaliteten på støpen og heften mellom ny og gammel betong dokumenteres ved hjelp av kjerneboring og test av utborede kjerner. Ta minst en prøve fra hver flate. Er det snakk om støpeflater på over 10m², vil det være nødvendig med flere prøver.

Kjerneprøvene sendes til et laboratorium som tester heften mellom ny og gammel betong. Trykk -og strekkfasthet i selve påstøp-betongen testes også. Heften mellom ny og gammel betong bør være mer enn 1MPa.

Dokumentasjon med foto / video - støperapport

Avslutningsvis skal alt arbeidet dokumenteres med bilder og / eller video.

Ta en bildeserie som dekker alle kritiske områder, og dokumenter alle overganger mellom fundament/underlag og øvrig reparasjonsbetong.

Det kan også være aktuelt å skisse inn på en «AS BUILDT» tegning, de områder som er utbedret.

Støperapporten utvides med informasjon fra laboratorieresultatene og bildedokumentasjonen.

Til slutt leveres all dokumentasjon til byggherren, som kan lagre dette til senere inspeksjoner.

Høringsutgave - brukes kun til høringsformål

NB norsk
betongforening

En forening
tilknyttet
Tekna  Tekna

Kontaktinformasjon:
nb@tekna.no
www.betong.net

Copyright Norsk Betongforening