

0 Generelt

01 Innhold

Dette bladet er ment som et praktisk hjelpemiddel ved forberedelse og gjennomføring av mindre støpearbeider i sjøvann og ferskvann. Bladet omhandler støping av mindre konstruksjoner, f.eks. små kaier, brygger og moloer. Større støpearbeider under vann bør utføres av erfarne fagfolk.

Bladet dekker viktige forhold ved betongsammensetning og utstøping.

Hensikten er å bidra til å oppnå bestandige betongkonstruksjoner under vann. Som for alle andre betongarbeider er det kombinasjonen av materialer og metode som bestemmer resultatet.

[621] inneholder detaljerte regler for betongsammensetning, prosjektering og utførelse av konstruksjoner utstøpt i vann.

02 Henvisninger

Norsk standard:

NS 3420 Beskrivelsestekster for bygg og anlegg, kap L.

Byggdetaljer:

520.026 Betongkonstruksjoners bestandighet. Konsekvenser av miljøklasse

572.207 Tilsetningsstoffer i konstruksjonsbetong

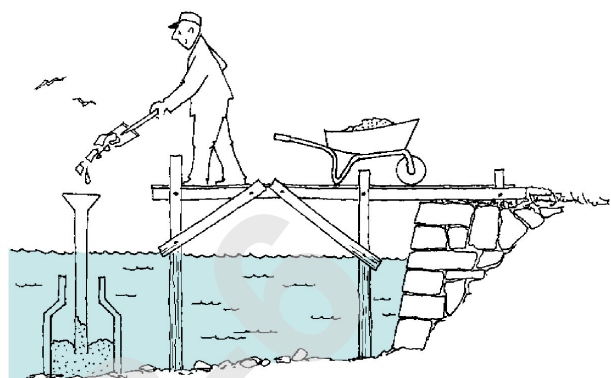
1 Betongsammensetning

11 Betongproduksjon

Betongen bør være levert av betongprodusent godkjent av Kontrollrådet for betongprodukter eller tilsvarende. Entreprenør, byggmester eller selvbygger bør på forhånd ta kontakt med betongprodusenten og beskrive støpeobjektet slik at man kan avtale betongtype, leveringsmåte osv.

Den geografiske beliggenheten til støpestedet kan gjøre det umulig å få levert ferdigbetong. Betong eller mørtel kan da produseres på støpestedet. Man bør sørge for nødvendig utstyr til oppveiing og blanding. Betong/mørtel kan enten blandes fra ferdig tørrmørtel, som fås kjøpt hos alle byggevareleverandører, eller man kan sette sammen delmaterialene på stedet etter anbefalte blandingsforhold. Det må ikke benyttes sjøvann ved betongblandingen hvis konstruksjonen er armert. Sand som har vært i kontakt med sjøvann, bør ikke benyttes som tilslag.

Ved betong- eller mørtelproduksjon bør man benytte superplastifiserende tilsetningsstoff. Den ferske beton-



gen eller mørtelen får da bedre støpbarhet ved mindre vannforbruk. Dette er gunstig for bestandigheten, se for øvrig Byggdetaljer 572.207.

12 Bestandighet og miljøklasse

Betongkonstruksjoner under vann og i soner med variasjon i flo og fjære utsettes for miljøbelastninger, først og fremst fra klorider i saltvann og fryse-/tinesykluser. Betongen må ha nødvendig bestandighet til å tåle slik påkjenning.

Betongen bør tilfredsstille kravene til miljøklasse MA både i sjøvann og ferskvann. Dette innebærer at masseforholdet $m = v/(c + s)$ bør være høyst lik 0,45. [621] anbefaler

- minimum sementinnhold på 430 kg/m³
- minimum silikainnhold på 4 % av sementvekten
- minimum finstoffinnhold (sement + silica + filler < 0,25 mm) på 530 kg/m³

Betong med antiutvaskingsstoff må ha et betydelig høyere sementinnhold, normalt i området 460 – 500 kg/m³.

13 Frostbestandighet

Betongens frostbestandighet sikres ved å:

- tilsette luftinnførende tilsetningsstoff i betongen
- produsere betong med lavt masseforhold (masseforhold $m = v/(c + s)$)

Begge aspekter bør tas hensyn til ved betongsammensetning.

Luftinnførende tilsetningsstoff bør helst tilsettes hos betongprodusenten. Luftinnholdet bør måles jevnlig under støping, og bør ligge mellom 4 – 5 % i den ferske betongen. Vi gjør oppmerksom på at nødvendig dosering ofte er lav (0,1 – 0,2 l konsentrert stoff pr. m³ betong). For stor mengde fører til for høyt luftinnhold i den ferske betongen og reduserer trykkfastheten, og

kan i ekstreme tilfeller også ha negativ innvirkning på betongens bestandighet.

Luftinnførende tilsetningsstoff er viktig i den delen av konstruksjonen som utsettes for fryse-/tinesykluser (skvalpesonen og over denne), se fig. 13.

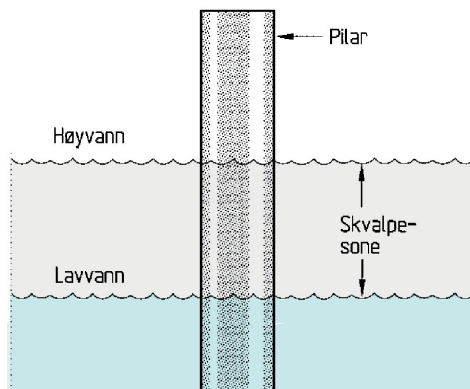


Fig. 13
Skvalpesonen på en betongpilar

2 Forskaling

Betong tilsatt antiutvaskingsstoff er ofte svært flytende og har svært god mobilitet. Det er derfor viktig at forskalingen er tett. Forskalingen bør dimensjoneres til å tåle bløt betong over hele formens høyde fordi undervannsbetong utvikler fasthet langsommere enn normal betong.

3 Armering

Armering bør utføres etter gjeldende retningslinjer. Man bør sørge for at hele konstruksjonen får tilstrekkelig betongoverdekning over armeringen.

Minste avstand mellom betongoverflate (forskaling) og nærmeste armering skal være 70 mm. Fri avstand mellom armeringsstenger, bunter og lag skal være minst 100 mm. [621] anbefaler større frie avstander. I armerte konstruksjoner som står direkte på grunn, skal horisontalarmeringen ligge minst 150 mm over grunnen.

4 Utstøping

41 Forberedelse

Før støpearbeidene starter, bør alt være godt forberedt slik at man ikke får uønsket stopp.

- Alt utstyr bør være på plass og i orden.
- Støpemetode bør være gjennomtenkt og tilpasset støpeobjektet.
- Tidevannsforløpet bør være kjent.

42 Valg av støpemetode

Utsøpingen kan utføres på tre måter:

- med pumpe
- med rør
- med nedsenket bøtte

Hva slags støpemetode man bør velge, avhenger av støpearbeidets størrelse og geografiske plassering.

43 Pumpestøp

Utsøping med pumpe gir det sikreste og beste resultatet. Her kan man anvende betong med og uten antiutvaskingsstoff. I praksis er en kombinasjon av de to betongtypene mest vanlig. Det støpes da først med antiutvaskingsstoff, slik at betongen i den delen av konstruksjonen som kommer i kontakt med vann ikke utvaskes. Senere i støpearbeidet kan mengden antiutvaskingsstoff reduseres eller fjernes helt.

Bruk av pumpe betinger støpearbeider av en viss størrelse. For ytterligere detaljer henviser vi til [621].

44 Neddykket rørstøp

Støping med neddykket rør er den tradisjonelle metoden for undervannsstøp, og den har vært brukt siden 1920. Ved bruk av antiutvaskingsstoff blir betongen

14 Betong med antiutvaskingsstoff (AUV-betong)

Uherdet betong som kommer i kontakt med vann, vil normalt bli utvasket (sementen blir vasket ut). Utvasking reduserer trykkfastheten og bestandighetsegenskapene til betongen.

Graden av utvasking vil variere med støpemetode, se pkt. 4.

For å hindre slik utvasking kan man tilsette antiutvaskingsstoff som gjør betongen bedre i stand til å tåle kontakt med vann uten å bli utvasket. Stoffene er å få kjøpt hos alle norske leverandører av tilsetningsstoff til betong. Antiutvaskingsstoff kan tilsettes i betongblander eller på betongbil. Dosering, blandetid og eventuelle andre forholdsregler må følge retningslinjene fra produsenten.

Noen av antiutvaskingsstoffene inneholder silikastøv. Når man skal bestemme masseforholdet i betongsammensetningen, bør man derfor ta stilling til hvilket antiutvaskingsstoff som skal benyttes slik at man kan regne med riktig silikamengde fra antiutvaskingsstoffet.

I soner av konstruksjonen der betongen frostsikres med luftinnførende tilsetningsstoff, bør den ikke inneholde antiutvaskingsstoff.

Betongen bør være svært flytende før man tilsetter antiutvaskingsstoff – helt på kanten til separasjon. Leverandøren av tilsetningsstoff gir råd om hvilket superplastifiserende stoff som egner seg sammen med antiutvaskingsstoffet og om hvilke doseringer som bør benyttes.

Ved normal temperatur oppnås tilfredsstillende flyteegenskaper flere timer etter blanding.

Betong med antiutvaskingsstoff er seig og klebrig, og vanskelig å vaske bort. Hvis man mangler erfaring med slik betong, bør man lage en prøve først.

svært seig slik at den kryper sakte ned gjennom røret, med utflytingslengde på ca. 4 – 5 m avhengig av mengden og typen antiutvaskingsstoff. Utflytingslengden blir vesentlig kortere, størrelsesorden 1,5 – 2 m, når man ikke bruker antiutvaskingsstoff.

Som retningslinjer gjelder at betong med antiutvaskingsstoff kan brukes til rørstøp:

- 12 ± 5 m langt rør ved bruk av 200 mm rør
- 7 ± 3 m langt rør ved bruk av 150 mm rør

Det plasseres et eller flere støperør i forskalingen. Hvis et støperør ikke dekker støpeobjektets overflate, bør man benytte flere støperør samtidig.

Under støpearbeidene må støperøret være neddykket i bløt betong, der det er mulig til en dybde på 1 – 1,5 m, men minimum 0,7 m. Stigehastigheten bør være minimum 0,6 m pr. time ved bruk av normalbetong. Ved bruk av betong med antiutvaskingsstoff kan stigehastigheten reduseres.

Før støpingen begynner, heises en ventil ned i røret i wire eller liknende. Røret bør ha påfyllingskrage på toppen. Når betongen fylles i røret, presses ventilen nedover helt ned til bunnen, og betongen slipper ut. Wiren til ventilen kuttes (kan godt støpes inn), se fig. 44 a, og støpearbeidene fortsetter uten stans til støpen er avsluttet. Etter støpingen fyller man røret med vann og heiser røret sakte opp slik at betongen unngår utvasking, se fig. 44 b.

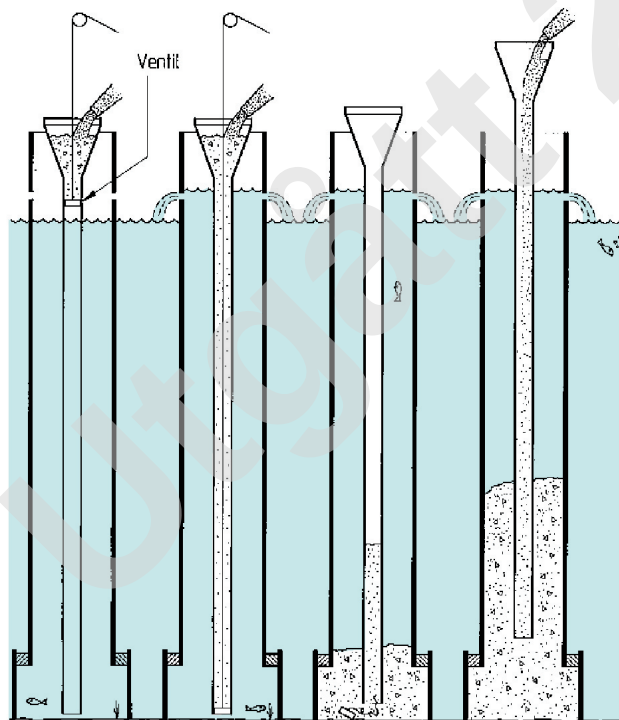


Fig. 44 a
Støping med neddykket rør

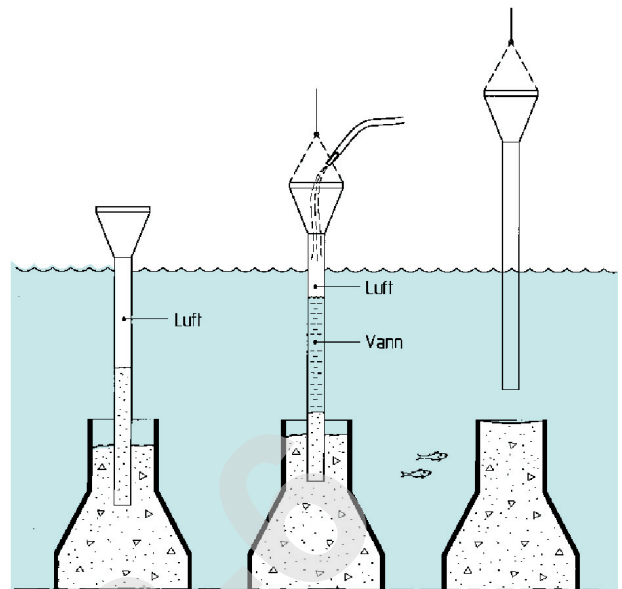


Fig. 44 b
Avslutning av støp under vann

45 Støping med nedsenket bøtte

Til mindre støpearbeider, for eksempel med firesidig forskaling, kan man støpe med nedsenket bøtte.

En bøtte med snor festet både til hanken og bunnen av bøtta senkes ned. Når bøtta er nede, drar man til den snoren som er festet i bunnen. Bøtta snus, tømmes og heises opp. Se fig. 45. Til denne metoden bør man bruke antiutvaskingsstoff i hele støpearbeidet.

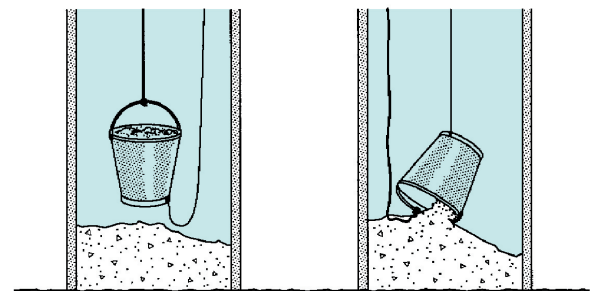


Fig. 45
Utstøping under vann med bøtte

46 Fritt fall gjennom vann

Betong som støpes ut ved fritt fall gjennom vann, må være tilsatt antiutvaskingsstoff. Denne metoden gir mest utvasking og anbefales normalt ikke. Man bør derfor tilstrebe så lite fritt fall gjennom vann som mulig. Det er en fordel å la betongen skli langs en skråflate under vann før den glir på plass i forskalingen, istedenfor å la den falle fritt.

5 Etterarbeider

51 Rengjøring av utstyr

Å rengjøre utstyr brukt til betong med antiutvaskingsstoff kan være noe vanskelig. Fordi betongen da er vannavstøtende, blir rengjøring med vann ikke lett. Bruk av pukk i vannet kan lette rengjøringen. Utstyr brukt til normalbetong rengjøres på vanlig måte med vann. Høytrykksspyling letter rengjøringen.

52 Avforskaling

Forskalingen kan i noen tilfeller utgjøre en permanent del av konstruksjonen og skal i så fall ikke fjernes. For øvrig avhenger tidspunktet for avforskaling av temperatur i vann, betongtype, mengde antiutvaskingsstoff. Betongens fasthetsutvikling kan bli vesentlig forsinket ved bruk av antiutvaskingsstoff. Det kan ta flere døgn før betongen har oppnådd tilstrekkelig fasthet til at konstruksjonen kan avformes. Lavere temperatur gir lengre forsinkelse.

6 Referanser

61 Utarbeidelse

Dette bladet er utarbeidet av Trine Tveter. Saksbehandler har vært Jan Chr. Krohn. Redaksjonen ble avsluttet i november 1998.

62 Litteratur

- 621 Norsk Betongforenings publikasjon nr. 5. Prosjektering og utførelse av betongkonstruksjoner i vann (august 1994)
- 622 Søpler, Birger. Betongboka. Norcem. Oslo, 1995