

1 FORMÅL

Betongrør brukes i Norge i hovedsak til avløpsformål, og finnes både som armerte og uarmerte.

Dette VA/Miljø-bladet gir veiledning til kravspesifikasjon for denne type rør. Med dette skal det bli lettere å sortere ut uegnede alternativer og samtidig anviser forsvarlige valg innenfor norske og internasjonale standarder. Det er tatt hensyn til at vi i Norge har dype grøfter, mye fjell, frost og vanskelige anleggsforhold.

2 BEGRENSNINGER

Dette VA/Miljø-bladet tar kun opp krav til rør og deler som leveres for legging i grøft. Kravene omfatter kun trykkløse rør med fritt vannspeil. Trykkløse rør må ikke benyttes som trykkledning.

Det er ikke tatt opp spesielle krav i forbindelse med NO-DIG metoder. Monteringsprosedyrer for rørene er ikke behandlet.

3 FUNKSJONSKRAV

Utviklingen innen betongrørproduksjonen har gått med stor hastighet på 80- og 90- tallet og nye standarder er utarbeidet. Betongrør skal tilfredsstille krav stilt i NS 3121, "Rør og rørdeler av betong" /1/. NS 3121 er i hovedsak, med noen endringer og tillegg, lagt til grunn for dette VA/Miljø-bladet.

Levetiden for betongrør og deler levert i henhold til dette bladet, skal være minst 100 år. Det stilles samme krav til levetiden av tetningsringene.

Funksjonskravene omfatter:

- Dimensjoner (kapasitet).
- Styrke.
- Tetthet (rør og rørsjøt med tetningsring).
- Bestandighet.

4 LØSNINGER

4.1 DIMENSJONER

Betongrørene leveres som mufferrør i mindre dimensjoner og falsrør i større dimensjoner, se tabell 1.

Tabell 1: Dimensjoner, mufferrør/ falsrør.

mufferrør	falsrør
DN	DN
150	300
200	400
250	500
300	600
400	800
	1000
	1200
	1400
	1600
	1800
	2000
	2400 *
	3000 *

* kun løs pakning

DN $\geq$ 300 kan etter behov armeres.
DN $\geq$ 800 skal armeres.

4.2 STYRKE

4.2.1 OVERDEKNING

For grøfteutforming og valg av omfyllingsmasser henvises det til VA/Miljø-blad nr. 6, «Grøfteutførelse stive rør».

Ved beregning av rørets styrke er det foruten jordtrykk fra overdekningen tatt hensyn til trafikk-laster tilsvarende /4/:

- jordlast + 1 tonn/ m² jevnt fordelt last.
- jordlast + 26 tonn akseltrykk inkl. støttilllegg.

Minimum overdekning er basert på en aksellast på 130 kN, uforutsett last på 20 kN og støttilllegg på 75 % eller 110 kN. Tung anleggsdrift fra dumpere eller tungt komprimeringsutstyr kan gi vesentlig større laster, særlig ved liten overdekning. I slike tilfeller må rørstyrke i kombinasjon med minste tillatte overdekning vurderes spesielt.

Overdekningen regnes fra topp rør, se tabell 2.

Tabell 2: Minimum/ maksimum tillatt overdekning for uarmerte betongrør /1/.

rørtype	DN	overdekning (meter)	
		min	maks
muffe-rør	150	0,5	10,0
	200	0,5	8,0
	250	0,5	7,0
falsrør	300*	0,5	12,0
	400*	0,5	7,0
	500	0,5	6,0
	600	0,5	4,0

* kan også leveres som mufferrør

Der det avvikes fra tabell 2 må overdekning spesifiseres spesielt. Dette gjelder også ved DN ≥ 600.

4.3 TETTHET

4.3.1 TETTHETS- OG RØRKLASSER

Betongrør merkes i henhold til tetthetsklasse og maksimal overdekning:

- T-merkede rør er tetthetskontrollert på fabrikk og skal oppfylle tetthetskravene i NS 3121.

4.3.2 SKJØT

Tette rørledninger skal oppfylle krav til vann-tetthet og vinkelendring i skjõt som nevnt i tabell /1/.

Produsenten skal gi opplysning om maksimal uttrekk i skjøten, min. 20 mm, samt hva som kan aksepteres av samtidig uttrekk og avvinkling ved legging av rør i kurver. Noe av den tillatte avvinklingen kan brukes til legging i kurver. Hvor mye av dette som brukes ved legging er avhengig av massenes kvalitet og belastning på røret. Normalt kan 50 - 70 % av den tillatte avvinklingen brukes ved legging. For krav til samtidig tverrlast som skjõtene skal kunne motstå, henvises det til NS 3121. Skjõtene skal være tette for et utvendig prøvetrykk like stort som det innvendige.

Tabell 3: Krav til rør og skjõt ved prøving av vanntetthet /1/.

nominell størrelse DN	vinkelen-dring i skjõt mm/m	tverrlast, F _s i skjõt kN	innvendig prøvetrykk kPa
150	50	4,5	50
200	50	6	50
250	50	7,5	50
300	42	9	50
400	32	12	50
500	25	15	50
600	21	18	50
800	16	24	50
1000	13	30	50
1200	11	36	50
1400	9	42	50
1600	8	48	50
1800	7	54	50
2000	7	60	50

4.3.3 TETNINGSRINGER

For alle typer betongrør brukes innstøpt eller løs gummi-tetningsring i skjõtene.

Tetningsringen skal tilfredsstille kravene i NS 681-1 eller NS INSTA 219 og være utført i en syntetisk gummikvalitet som EPDM (Etylen Propylen polymer), eller en annen syntetisk kvalitet med tilsvarende gode ozon- og aldringsegenskaper, f.eks. SBR (Styren Butadien Rubber) eller TPE (Termo Plastiske Elastomerer).

For oljeholdig avløpsvann, eller ved oljeholdig ledningsgrunn, skal det brukes NBR-gummi (Nitril-Butadien-Rubber), eller en annen syntetisk kvalitet med tilsvarende gode oljebestandige egenskaper.

Ved høy temperatur skal alltid varmebestandig tetningsring spesifiseres.

Tetningsringer i naturgummi skal ikke godkjennes.

Ved bruk av fast innlagt tetningsring skal denne beskyttes mot skader ved lagring, transport etc. med et lokk eller tilsvarende beskyttelse.

Tetthetskrav

Tetthetskravene gjelder både for innvendig og utvendig vanntrykk. Skjõtene skal tåle et utvendig og innvendig vanntrykk på min. 0,5 bar (5 m v.s.). Dersom tetningsringen skal tåle et høyere trykk enn dette, må leverandøren dokumentere tettheten spesielt.

For øvrig henvises det til VA/Miljø-blad nr. 24, Tetthetsprøving av trykløse ledninger.

4.4 BESTANDIGHET

Betongrør er utsatt for visse typer kjemiske angrep. Denne korrosjonen kan forekomme både utvendig som følge av grunnens beskaffenhet og innvendig fra mediet.

4.4.1 KORROSJONSFORMER

Generelt gjelder at surt ($\text{pH} < 7,0$), bløtt ($\text{Ca}^{2+} < 10\text{mg/l}$) og bikarbonatfattig (alkalitet $< 0,3\text{ mmol/l}$) vann er aggressivt for betong.

I sigevann fra f.eks. avfallsfyllinger kan kjemisk korrosjon oppstå. Ved høy temperatur skal alltid varmebestandig tetningsring spesifiseres.

Ved trykkfasthet lavere enn anslagsvis C55 og vannabsorpsjon over 4-5% kan bløtt vann gi korrosjonsfare. Som ekstra sikkerhet (f.eks. ved stor overdekning eller at det lokalt langs ledningsstraseen er spesielt korrosivt) bør pozzolaner (tilsetningsstoff i sementen) brukes. Eventuelt andre tiltak vurderes avhengig av fyllingens innhold.

Spillvann fra slamavskiller, i forbindelse med pumpeledninger og/ eller hvor oppholdstiden er spesielt lang, og uten tilgang på oksygen, kan hydrogensulfid dannes. Når hydrogensulfid reagerer med oksygen dannes svovelsyre (H_2SO_4). Svovelsyre er sterkt aggressivt mot betong. Det er imidlertid viktig å presisere at dannelse av hydrogensulfid for enhver pris må unngås av hensyn til personellsikkerheten i forbindelse med drift, da gassen er meget skadelig og gir løsemiddelskader ved langvarig kontakt. Standardene NS-EN 752 «Utvendige stikklednings- og hovedledningssystemer - Del 2 Ytelseskrav, Del 3 Planlegging» forbyr dannelse av hydrogensulfid på nettet. Dannelsen av denne og andre kloakk-gasser kan unngås med enkle midler, f.eks. tilsetninger eller god lufting.

Strømmende myrvann i f. eks. overvannskulverter kan føre til utlutningskorrosjon, forårsaket av bløtt, kalkfattig vann, hvor det dannes fri CO_2 fra grunnen som løser ut betongens kalsiumhydroksid.

Armeringskorrosjon kan oppstå dersom en har tilgang på fri CO_2 som gir en karbonatisering og senket pH i betongen. Med lavere pH ødelegges den passive beskyttelsesfilmen som betongen har gitt armeringen.

Armeringskorrosjon er ikke noe stort problem med dagens betongkvalitet. Utlutningskorrosjon er et sjeldent fenomen.

Store mengder sulfater, f.eks. fra alunskifer eller sulfatrik jord (lukt av råtne egg oppstår ved graving, og jord/ fjell sveller), samt fra gjødningsfremstilling, kan forårsake sprengningskorrosjon som er en kjemisk reaksjon mellom betongens C_3A -innhold og sulfat/ nitrat-krystaller. I disse tilfellene skal SR-sement, eller annen dokumentert løsning foreskrives.

4.4.2 TILTAK

Økt kjemisk bestandighet oppnås enten med spesialsement, og/ eller tilsetningsstoffer (pozzolaner). Betongrør kan beskyttes innvendig ved å påføre et belegg med epoxy, lateks, bitumen eller en foring f.eks. i PE, PVC etc., evt. utføres i en polymerbetong.

Er det fare for sprengningskorrosjon anbefales det å bruke sulfat-resistent (SR) sement, eller annen tilfredsstillende dokumentert løsning.

Er det mistanke om mulig korrosjon fra mediet som rørene skal transportere, eller fra omgivelsene, skal det brukes rør med økt korrosjonsmotstand. Korrosjonsmotstand skal dokumenteres av leverandør.

Som retningslinje kan en bruke følgende klasseinndeling:

1. Ikke aggressivt og $\text{pH} > 5,5$, vanlig sement.
2. Noe aggressivt og $\text{pH} > 4,5$, pozzolaner.
3. Aggressivt og $\text{pH} > 4,0$, spesiell beskrivelse f.eks. med innvendig epoxy belegg eller folielining.

4.5 KVALITETSTALL

For spillvannsledninger bør det i tillegg til forannevnte punkter stilles ytterligere krav til betongkvalitet i form av et kvalitetstall. Kvalitetstall er ikke et begrep som blir brukt i norske/ europeiske standarder for betongrør, men er beskrevet bl.a. i SINTEF-rapport STF22 A97324 /6/.

Kvalitetstallet beregnes etter følgende formel:

Kvalitetstall =

$0,25 \times [(\text{målt bruddlast} / \text{bruddlastkrav} *) + (\text{målt trykkfasthet} / 50) + (4 / \text{målt vannadsorpsjon}) + (10 / \text{målt sugporøsitet})]$

* Bruddlastkrav = 56 - 116 KN/m, avhengig av rørdimensjon og veggtykkelse.

Rørleverandør skal dokumentere et kvalitetstall > 1 . Hver delverdi skal også være > 1 .

4.6 DIMENSJONERING

Ved dimensjonering og trykktapsberegninger for avløpsrør av betong anbefales følgende bruksruhetkoeffesienter (k_b), hvor det er tatt hensyn til vanlige singulærtap og ruhetsøkningen over tid:

Tabell 4: Dimensjonerende ruheter (mm).

$v < 1\text{ m/s}$	$v < 1\text{ m/s}$	
	spillvann	overvann
3,0	1,5	0,6

Trykkløse avløpsledninger skal også kontrolleres for selvreising.

4.7 KONTROLL OG KVALITETS-SIKRING

Leverandøren skal kunne dokumentere at han følger produsentens anvisninger til håndtering, transport og lagring. Rørmateriellet skal håndteres og oppbevares i overensstemmelse med anvisningene. Rør levert til anleggs-plassen skal innvendig og utvendig være jevne, glatte og uten synlige feil av betydning for bruken.

Innvendig og på tetningsflatene tillates ingen skader.

Mindre defekter eller uregelmessigheter i overflaten skal være begrenset til en diameter på maksimalt 10 mm og en dybde på maksimalt 5 mm.

Antall defekter eller uregelmessigheter i et område på 100 mm x 100 mm skal være maksimalt 10 stk. hvorav maksimalt 1 stk. pore med maksimal tillatt diameter og dybde. Spissende og muffe skal være fri for defekter og uregelmessigheter i tetteflatene som kan ha innvirkning på muffeskjøtens tetthet. Det skal her tas hensyn til tillatt vinkelendring og tillatt uttrekk i skjøtene.

Dersom porer og defekter utbedres med reparasjonsmørtel skal produsenten skriftlig dokumentere mørtelkvalitet, egenskaper og arbeidsutførelse.

4.7.1 PRODUSENTKONTROLL

Produsenten skal være godkjent av "Kontrollrådet" eller av annet 3. parts kontrollorgan.

Produsenten av rør og tetningsringer skal ha et aktivt KS-system basert på ISO 9002 eller tilsvarende. Kvalitetsplaner skal inkludere:

- Produktkontroll ved produksjon.
- Tidsplan for levering.
- Retningslinjer for lagring og transport.
- Rutiner for kontroll ved levering, særlig med tanke på transportskader.
- Kriterier for kassasjon, evt. om utbedring av skadet materiale aksepteres.
- Prosedyre for utbedring av skadet materiale.

4.7.2 KRAV TIL MERKING

Alle betongrør skal varig og tydelig merkes etter krav i NS 3121. Merkingen skal minst omfatte:

- Produsentens navn, varemerke og produksjonssted.
- Nummer på standard (NS 3121) eller produsentgruppering.
- Produksjonsdato (uke og år).
- Materialkvalitet når det er avvik fra standarden.
- Eventuelt sertifiseringsorgan.
- Styrke angitt ved overdekning og nominell størrelse.
- Bruksegenskaper som er forskjellige fra de normale.
- Angivelse om tetteprøving (T).
- Spesielle bruksområder (M40).
- Produktets vekt, i tonn. (gjelder bare rør og rørdeler med masse over 500 kg).
- Ved bruk av sulfatresistent sement skal rør og rørdeler merkes med «SR».

Disse opplysningene skal også oppgis i et sertifikat som leveres ved leveranse av rørene.

4.8 EKSEMPEL PÅ KRAVSPESIFIKASJON

Nedenfor følger et forslag til kravspesifikasjon for DN 300 uarmerte betongavløpsrør med utgangspunkt i NS 3420-H og de momenter som er trukket frem i dette VA/Miljø-blad.

H32.11511 Trykkløs ledning av uarmert betong DN 300
Prøvd etter LC - NS-EN 1610
Innstøpte tetningsringer

Rørene skal være produsert og tetthetsprøvd i henhold til NS 3121 og skal imøtekomme kravene i VA/Miljø-blad nr 14.

NS 3121 regulerer krav til tetningsringen og den skal tilfredsstille kravene i NS 681-1 og være utført i en syntetisk gummikvalitet som EPDM (Etylen Propylen polymer) eller en annen syntetisk kvalitet (SBR, TPE) med tilsvarende gode ozon- og aldringsegenskaper. Tetningsringer av naturgummi skal ikke brukes. Rørskjøtene skal tåle en minimum avvinkling på 1,7 ° (30 mm/m).

Rørene skal ha en minimumsmerking som beskrevet i NS 3121 kap. 8. All merking skal være tydelig.

Rørprodusenten skal ha et fungerende kvalitets-sikringssystem, minst i henhold til krav NS 3221. Rørleverandøren har ansvar for rørets kvalitet helt frem til tiltakshavers lagerplass. Rørene skal leveres i arbeidstiden med en representant for tiltakshaver tilstede for mottakskontroll.

Det skal fremlegges norsk leggeanvisning senest ved levering av rør.

Eventuelle tilleggskrav:

Når det gjelder tetningsringen, så kan man alternativt beskrive løse tetningsringer. Oljebestandige tetningsringer er aktuelt, f.eks. der man tar hånd om sigevann fra avfallsdeponi eller der rørledningen ligger i oljeholdig grunn.

Vurder armerte betongrør for større dimensjoner.

<i>Henvisninger:</i>		<i>Utarbeidet:</i>	<i>oktober 1997</i>	<i>Hjellnes COWI AS</i>
<i>/1/</i>	<i>NS 3121 Rør og rørdeler av betong</i>	<i>Revidert:</i>	<i>mai 2000 mars 2007</i>	<i>Norsk Rørsenter AS</i>
<i>/2/</i>	<i>NS 3420 og vegnormalene Håndbok 018</i>			
<i>/3/</i>	<i>Norsk Rørsenter A/S. Rutiner for kvalitetssikring. 1994</i>	<i>/5/</i>	<i>VA/Miljø-blad nr. 6. Grøfteutførelse stive rør</i>	
<i>/4/</i>	<i>Rør- og kumsystemer av betong, Basal 2007</i>	<i>/6/</i>	<i>SINTEF-rapport STF22 A97324, Beregning av kvalitetstall for uarmerte betongavløpsledninger</i>	