

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 rørdeler som leveres for legging i grøft. Kravene omfatter kun trykkløse rør med fritt vannspeil. Trykkløse rør må ikke brukes som trykkledninger.

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

3 FUNKSJONSKRAV

Betongrør skal tilfredsstillere kravene stilt i NS 3121, "Rør og rørdeler av betong" – Uarmert, stålfiberarmert og armert betong /1/. NS 3121 er i hovedsak, med noen endringer og tillegg, lagt til grunn for dette VA/Miljø-bladet.

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

Funksjonskravene omfatter:

- Dimensjoner (kapasitet).
- Styrke.
- Tetthet (rør og rørskjøt med tetningsring).
- Glatt innvendig overflate (ruhet/selvrens).
- Bestandighet.

Overflate

Kontaktflater i skjøtprofil skal være fri for skader og uregelmessigheter som kan motvirke varig tetthet av skjøten. Det tillates porer og ujevnheter i overflaten med største diameter 15 mm og dybde 6 mm. For rør og rørdeler med krav til tetthet skal skjøtprofilen ikke ha porer eller ujevnheter som hindrer en holdbar og vannrett skjøt. Krakelering i betongoverflaten forøvrig og svinne- eller temperaturriss med største rissvidde 0,15 mm er tillatt. Det er tillatt med resterende riss fra prøvingen av armerte rør med samme begrens-

ninger av bredden. Elementer som har andre riss enn de som er beskrevet ovenfor er ikke i samsvar med standarden (NS 3121).

Etter sluttbehandling skal et element tilfredsstillere alle relevante krav som stilles i NS 3121.

4 LØSNINGER

4.1 DIMENSJONER

Betongrørene leveres som mufferrør i mindre dimensjoner, DN 100 - DN 400 og falsrør i større dimensjoner, DN 300 - DN 3000. Begge rørtypene leveres med muffeskjøter med løs eller innstøpt gummipakning (tetningsring). Forskjellen er at falsrøret leveres som et slett rør utvendig, hvor muffedelen av røret har samme utvendig diameter som røret.

Tabell 1. Nominell størrelse og toleranser.

Nominell størrelse DN		Tillatt avvik på innvendig diameter mm	Tillatt avvik på rettvinkelethet av endeflate mm
Mufferrør	Falsrør		
100		± 5	5
150		± 5	5
200		± 5	5
250		± 5	5
300	300	± 5	5
400	400	± 6	5
	500	± 7	5
	600	± 8	6
	800	± 10	8
	1000	± 12	10
	1200	± 14	10
	1400	± 15	10
	1600	± 15	10
	1800	± 15	15
	2000	± 15	15
	2500 (2400)*	± 15	15
	3000	± 15	15

DN ≥ 300 kan armeres.

DN ≥ 800 skal armeres.

DN ≤ 600 leveres normalt uarmert dersom overdekning er ≤ 4 m.

* I Norge produseres denne som DN 2400.

Veggtykkelser

Veggtykkelse med tilhørende toleranse for rør og rørdeler skal fremgå av produsentens spesifikasjoner.

Innvendig diameter

Avvik for innvendig diameter på rør, overgangsrør og grenrør skal ikke overstige verdiene i tabell 1.

Skjøteprofil

Produsenten spesifiserer fysiske mål og utforming på skjøteprofil. Mål angitt i produsentens spesifikasjon kontrolleres med utstyr med målenøyaktighet 1/10 mm eller bedre og resultatet angis med samme nøyaktighet.

Rettvinkelhet av endeflater

Spissenden på rør, grenrør og overgangsrør skal ikke på noen sted avvike mer fra et plan parallelt med muffenden enn angitt i tabell 1.

Byggelengde

Byggelengden er definert som lengden mellom bunnen av muffen og enden av spissenden.

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 trafikklaster tilsvarende:

- 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	
		min.	maks.
Mufferør	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

* leveres også som mufferør

* 0,2 m under avkjørsler og gang/sykelveger

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

4.3 TETHET

4.3.1 TETHETS- 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 vanntetthet og vinkelendring i skjõt som nevnt i tabell 3 /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 grøftmassenes kvalitet og belastninger 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	Vinkelenndring i skjõt mm/m	Tverrlast, Fs i skjõt kN	Innvendig prøvetrykk kPa (5 mVs)
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 tetningsring i muffeskjõtene.

Tetningsringen skal tilfredsstillere kravene i NS 681-1 Elastomere pakninger – Krav til materialer for pakninger i rørskjøter for vann- og avløpsinstallasjoner – Del 1: Vulkanisert gummi 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).

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 det alltid spesifiseres varmebestandig tetningsring.

Tetningsringer i naturgummi skal ikke brukes.

Tetthetskrav

Tetthetskravene gjelder både for innvendig og utvendig vanntrykk. Skjøtene skal tåle et utvendig og innvendig vanntrykk på min. 0,5 bar (5 mVS). 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 trykkløse 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 vannet som transporteres.

4.4.1 KORROSJONSFORMER

Betong

Kravnivåer som gjør at betongen skal/vil tåle:

- Meget aggressivt miljø tilsvarende bestandighetsklasse M40.
- Moderat aggressivt miljø tilsvarende bestandighetsklasse M45.

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

I sigevann fra f.eks. avfallsfyllinger kan kjemisk korrosjon oppstå. I avfallsfyllinger skal det alltid, på grunn av fare for høy temperatur, spesifiseres varmebestandig tetningsring.

Ved trykkfasthet lavere enn anslagsvis B45 (C55) og vannabsorpsjon over 4 - 5 % kan bløtt vann gi korrosjonsfare. Som ekstra sikkerhet (f.eks. ved stor overdekning eller at det lokalt langs ledningsstraseén 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, kalk-

fattig 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 sprenningskorrosjon 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 sprenningskorrosjon anbefales det å bruke sulfat-resistent (SR) sement, eller annen tilfredstillende dokumentert løsning.

Er det mistanke om mulig korrosjon fra vannet 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 pH > 5,5, vanlig sement.
2. Noe aggressivt og pH > 4,5, pozzolaner.
3. Aggressivt og 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 /3/.

Kvalitetstallet beregnes etter følgende formel:

Kvalitetstall =

$$0,25 \cdot \left(\frac{\text{målt bruddlast}}{\text{bruddlastkrav}^*} + \frac{\text{målt trykkfasthet}}{50} + \frac{4}{\text{målt vannadsorpsjon}} + \frac{10}{\text{målt sugporøsitet}} \right)$$

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

Rørleverandøren skal dokumentere et kvalitetstall > 1. Hvert delforhold skal også være > 1.

4.6 DIMENSJONERING

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

Tabell 4. Dimensjonerende bruksruheter, k_b (mm).

$v < 1$ m/s	$v > 1$ m/s	
	Spillvann	Overvann
$k_b = 3,0$	1,5	0,6

Trykkløse avløpsledninger skal også kontrolleres for selvreising. Se VA/Miljø-blad nr. 79.

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 anleggsplassen skal innvendig og utvendig være jevne, glatte og uten synlige feil av betydning for bruken. For eventuelle porer eller ujevnheter i overflaten: Se punkt 3, funksjonskrav (i dette blad).

For rør og rørdeler med krav til tetthet skal skjøtprofil, tetningsflatene ikke ha porer eller ujevnheter som hindrer en holdbar og vanntett skjøt. 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, samt CE merking for T-merkede rør med utforming, dimensjon og styrke som omfattes av NS-EN 1916, Rør og rørdeler av betong.
- 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.
- Vanntetthet (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 KRAV-SPEKIFIKASJON

Nedenfor følger et forslag til kravspesifikasjon for DN 400 uarmerte betongavløpsrør med utgangspunkt i NS 3420 og de momenter som er trukket frem i dette VA/Miljø-blad.

UTENDØRS AVLØPSLEDNING - RØR AV BETONG

Type avløpsledning:	Spillvannsledning
Materiale:	Betong - uarmert
Pakning:	Fastsittende pakninger
Nominell diameter:	DN/ID 400
T-merket:	Ja
Maksimal tillatt løsmasseoverdekning:	7 m

Rørene skal være produsert og tetthetsprøvd i henhold til NS 3121.

Tetningsringen skal tilfredsstillte kravene i NS 681-1 og være utført i en syntetisk gummikvalitet som EPDM (Etylen Propylen polymer) eller en annen syntetisk kvalitet med tilsvarende gode ozon- og aldringsegenskaper.

Tillatt avvik på innvendig diameter: ± 6 mm.

Tillatt avvik på rettvinkelhet av endeflate: 5 mm.

Rørene skal ha en minimumsmerking som beskrevet i kap. 4.7.2. All merking skal være tydelig.

Rørprodusenten skal ha et fungerende kvalitetssikringssystem, slik at krav NS 3121 sikres. 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:

Oljebestandige tetningsringer er aktuelt, f.eks. der man tar hånd om sigevann fra avfallsdeponi eller der rørleningen 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>mars 2018</i>	<i>Norsk Rørsenter AS</i>
<i>/2/</i>	<i>NS 3420 og vegnormalene Håndbok N200</i>	<i>/4/</i>	<i>VA/Miljø-blad nr. 6. Grøfteutførelse stive rør</i>	
<i>/3/</i>	<i>SINTEF-rapport STF22 A97324, Beregning av kvalitetstall for uarmerte betongavløp-sledninger</i>			