# Intern rapport nr. 1521

# Dimensjonerende laster og prøvelaster for betongrør til vegkonstruksjoner

Januar 1992

Veglaboratoriet

INTERN RAPPORT

NR. 1521

# DIMENSJONERENDE LASTER OG PRØVELASTER FOR BETONGRØR TIL VEGKONSTRUKSJONER

Vegdirektoratet
**Veglaboratoriet**

Gaustadalleen 25, Postboks 6390 Etterstad, Oslo 6 Tlf. (02) 63 99 00

saksbehandler: Ø. Myhre

dato: Januar 1992

VEGLABORATORIET

# rapportsammendrag

| | |
|---|---|
| X | Intern rapport |
| | Laboratorierapport |
| | Oppdragsrapport |

| Rapportstatus*) | Seksjon/fylke | Prosjekt | | nr. |
|---|---|---|---|---|
| O | 48 | P-371 | C | 1521 |

*) N = ny O = oppdatert

**) FoU = forskning og utvikling K = konferansebidrag O = oppdrag F = forskrifter/normaler A = artikkel

**TITTEL**

Dimensjonerende laster og prøvelaster for betongrør til vegkonstruksjoner

**SAKSBEHANDLER**

| Navn | Institusjon |
|---|---|
| Øystein Myhre | Veglaboratoriet |
| | |
| | |

**RAPPORT DATA**

| Rapporttype**) | Dato | Erstatter rapport nr: |
|---|---|---|
| F | Januar 1992 | 1305 |
| **Totalt sidetall** | | **Språk** |
| 40 | | Norsk |

| Antall fotos | Ant. figurer | Ant. tabeller | Ant. litt.henv. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 7 | | |

| Sammendrag i andre språk | UTM ref. |
|---|---|
| | |

**SAMMENDRAG**


Rapporten beskriver dimensjoneringsgrunnlag og krav til prøvelaster for betongrør til vegkonstruksjoner, med utgangspunkt i vegnormalene, håndbok 018 Vegbygging (1991).

Dimensjoneringsgrunnlaget er i hovedsak det samme som i NBI-anvisning nr. 7 (1973), som har vært brukt som dimensjoneringsgrunnlag for rør etter NS 3028. Beregning av lastvirkning fra jord over og omkring rørene er endret i forhold til NBI-7, men endringene er små.

Det er utarbeidet prøvelasttabeller for både uarmerte og armerte rør etter ulike spesifikasjoner. Spesifikasjonene som er brukt er NS 3028, NS 3027, samt ALFANOR og PRE-BAS. Prøvelasttabellene dekker således de aller fleste rørtyper av betong som produseres i Norge pr. 01.07.91.

Prøvelasttabellene angir krav til rørstyrke avhengig av planlagt fyllingshøyde inntil 10 m over rørene. Det forutsettes at rørene legges og omfylles på vanlig, god måte ifølge vegvesenets leggeforskrifter. Spesialtilfeller med høyere fyllinger, avlastningslag o.l. for rørene er ikke behandlet i denne rapporten.


| | | IRRD kode |
|---|---|---|
| **FAG-OMR.** | Drenssystem | 61.2 |
| | | |
| | | |
| **NØKKELORD** | Kulvert | 3360 |
| | Rør | 3361 |
| | Betong | 4755 |
| | Retningslinjer | 0147 |
| | Belastning | 5567 |
| | Normal | 0139 |
| | | |
| | | |


Utgiver/bestilling: VEGLABORATORIET, Pb.6390 Etterstad, Oslo 6. Tlf. (02) 63 99 00, Telefax (02) 46 74 21

DIMENSJONERENDE LASTER OG PRØVELASTER FOR BETONGRØR TIL VEGKONSTRUKSJONER

**INNHOLD**


1. Sammendrag
2. Bakgrunn for rapporten
3. Gyldighet og bruk av rapporten
4. Beregning av lastvirkninger
5. Dimensjonerende last, krav til prøvelast
   - Generelt
   - Prøvelast og dimensjonerende last, krav
   - Prøvelast, tabeller
6. Armeringsoverdekning
7. Godkjenning av produsenter
8. Merking av betongprodukter til avløpsformål

Litteraturreferanser


**VEDLEGG**


1 Sammendrag av K-rådets bestemmelser: Egenkontroll ved rørproduksjon

2 Sammendrag av K-rådets bestemmelser: Merking av produkter kl. C

3 Beregning av lastvirkning fra jord (J. Vaslestad)

4 Dr. Lars Aadnesens beregninger av dimensjonerende last og prøvelast

## 1. SAMMENDRAG

Rapporten beskriver dimensjoneringsgrunnlag og krav til prøvelast for betongrør til vegkonstruksjoner, med utgangspunkt i vegnormalene, håndbok 018 Vegbygging (Ref. 4).

Dimensjoneringsgrunnlaget er i hovedsak det samme som i NBI-anvisning nr. 7 (Ref. 3), som har vært brukt som dimensjoneringsgrunnlag for rør etter NS 3027 og NS 3028. Beregning av lastvirkning fra jord over og omkring rørene er endret i forhold til NBI-7, men endringene er små.

Det er utarbeidet prøvelasttabeller for både uarmerte og armerte rør etter ulike spesifikasjoner. Spesifikasjonene som er brukt er NS 3027, NS 3028, samt ALFANOR og PRE-BAS. Prøvelasttabellene dekker således de aller fleste rørtyper av betong som produseres i Norge pr. 1.7.91.

Prøvelasttabellene angir krav til rørstyrke avhengig av planlagt fyllingshøyde inntil 10 m over rørene. Det forutsettes at rørene legges og omfylles på vanlig, god måte ifølge vegvesenets leggeforskrifter. Spesialtilfeller med høyere fyllinger, avlastningslag o.l. for rørene er ikke behandlet i denne rapporten.

## 2. BAKGRUNN FOR RAPPORTEN

For betongrør med spesifikasjoner som avviker fra NS 3027 og NS 3028 (se vedlegg 4) har en savnet et felles opplegg for fastsettelse av prøvelaster.

Dimensjoneringsgrunnlaget er utarbeidet av Dr. Lars Aadnesen, eget firma, og av Jan Vaslestad, Veglaboratoriet. Prøvelastene er beregnet av Dr. Lars Aadnesen (Ref. 7), se vedlegg 4. En har begrenset antall lastkombinasjoner og ser bort fra "unormale" og "verst tenkelige" situasjoner. Sikkerheten ivaretas av vanlige sikkerhetsfaktorer for geotekniske beregninger og betongdimensjonering. Denne rapporten erstatter Veglaboratoriets internrapport 1305.

Prøvelastene for de uarmerte rørene tar utgangspunkt i dagens praksis for prøving av disse rørene, men verdiene er noe justert. Prøvelastene for de armerte rørene er fastsatt ut fra nødvendig beregningsmessig styrke. Opplegget er vurdert og akseptert av betongrørbransjen v/NBIF (Norges betongindustri-forbund).

## 3. GYLDIGHET OG BRUK AV RAPPORTEN

Rapporten fastsetter krav til styrke (prøvelast) og armerings-overdekning for betongrør og gjelder fra 1.1.92. Rapporten er supplement til vegnormalene (Ref. 4), pkt. 415.2 (Rør og rørdeler av betong). Sitat fra pkt. 415.2:

> *"..... Rør til vanlig fylling eller grøft uten særskilte lastreduserende tiltak skal tilfredsstille nærmere spesifiserte krav til styrke og prøvelast ...."*

For bedrifter som ikke har innarbeidet bruk av ny type armering for dobbeltarmerte rør pr. 1.1.92 kan det fram til 1.4.92 gis unntak fra bestemmelsene.

Lasttabellene er utarbeidet for normal bruk av rør produsert etter standard-spesifikasjonene NS 3027 og NS 3028, samt diverse rørtyper fra produsentgruppene ALFANOR og PRE-BAS.

Ved endel spesielle forhold må lastvirkninger og utførelse av arbeidet vurderes av geoteknisk sakkyndig, eksempelvis ved:

1) Fundamentering av rør på peler
2) Fundamentering under fylling på meget setningsømfintlig grunn
3) Opptrekking av spunt etter tilbakefylling og komprimering
4) Fundamentering av rør i høy fylling

Ifølge vegnormalen, pkt. 441.0 (Generelt - rør i høye fyllinger), skal kulverter og stikkrenner som ligger med mer enn 8 m fyllingshøyde over topp rør, prosjekteres spesielt av geoteknisk sakkyndig (Ref. 4).

## 4. BEREGNING AV LASTVIRKNINGER

Generelt

Beregning av belastning på betongrør etter NBI-anvisning nr. 7 (Ref. 3) bygger på Marston-Spangler's teorier. I formel-grunnlaget inngår virkning fra:

- jordlast over røret og på siden av røret
- egenvekt av rør og vannfylling uten overtrykk
- jevnt fordelt nyttelast på terrenget
- punktlaster (kjøretøy)

Lastvirkninger fra jord over og på siden av røret er beregnet etter formler utviklet av J. Vaslestad (Ref. 2), se vedlegg 3. Lastvirkningene er tilnærmet de samme som ved bruk av eldre teori i NBI-anvisning nr. 7 (Ref. 3). De øvrige lastvirkninger er gitt i formler i Aadnesens rapport (Ref. 7), se vedlegg 4.

## 5. DIMENSJONERENDE LAST, KRAV TIL PRØVELAST

Generelt

Det er forutsatt at leggekvaliteten er "høy", dvs. at vanlige leggeforskrifter følges, og at belastningene på røret kan regnes som kvartsirkellaster. Som nevnt i pkt. 3 må lastvirkninger (og dermed krav til prøvelast) vurderes særskilt i en del tilfeller.

Prøvelast og dimensjonerende last, krav (etter L. Aadnesen)

Prøvene utføres som angitt i NS 3029, med følgende presisering:

> *"Prøvelasten skal økes jevnt inntil røret er påført en last lik den angitte risslast eller bruddlast. Lastøkningen pr. minutt skal være ca. 1/3 av krav til prøven. Risslast defineres som den last som fremkaller riss med åpning 0,3 mm over en lengde på maks. 300 mm."*

Kravene til prøvelast er basert på opptredende momenter ifølge elastisk analyse. Bruksgrensetilstanden blir dimensjonerende ved seigt brudd (armerte rør), og 1,5 x bruksgrensetilstanden ($Q_{B2}$) blir dimensjonerende ved sprøtt brudd (uarmerte rør).

Prøvelast, generelt: $P = \xi \cdot Q \quad (kN/m)$

der $\xi$ er gitt ved $\eta = 1/\xi = 1{,}884 - 1{,}481 \cdot s/d_m$
$s = \varepsilon \cdot d_m$ = bredde av lastfordelingen
(verdiene for s er fastlagt i NS 3029, se også vedlegg 4, side 21-22)
$d_m = d + t$ = midlere rørdiameter (m)
$d$ = indre rørdiameter (m)
$t$ = godstykkelse (m)
og $Q$ = dimensjonerende total belastning på rør (kN/m)

Formler og tabeller for dimensjonerende totalbelastning (Q) på rør er gitt vedlegg 4:

- Bruksgrensetilstand: side 14-16 i vedlegget (Q)
- Bruddgrensetilstand: side 18-20 i vedlegget ($Q_{B2}$)

## Prøvelast for armerte rør og rør med diameter 600 mm oq større

Krav til prøvelast som skal tilfredsstilles for ulike rørdimensjoner og fyllingshøyder er gitt i nedenstående tabell 1 (bruksgrensetilstand, 0,3 mm riss) og tabell 2 (bruddgrense-tilstand). Se også side 23 og 26 i vedlegg 4. Produsenten må dimensjonere og eventuelt armere rørene slik at kravene til prøvelast er oppfylt.

Alle rør skal minimum tilfredsstille prøvelast tilsvarende 0,5 m fyllingshøyde. Enkelte prøvelaster knyttet til små fyllingshøyder er derfor noe høyere enn det som trengs ut fra betraktning av fyllingshøyden alene. Der det ikke er gitt verdier for riss, leveres rørene uarmerte.

| Rør-diam. d (mm) | Vegg-tykkelse t (mm) | Fyllingshøyde, H, over topp rør (m) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 |
| 600 | 94 | – | – | – | – | – | 59 | 70 | 81 | 91 | 102 | 113 |
| 800 | 98 | – | – | – | – | 58 | 72 | 85 | 98 | 112 | 125 | 139 |
| 1000 | 115 | 51 | 51 | 51 | 54 | 70 | 86 | 102 | 119 | 135 | 151 | 167 |
| 1200 | 136 | 60 | 60 | 60 | 63 | 82 | 101 | 120 | 139 | 159 | 178 | 197 |
| 1400 | 156 | 67 | 67 | 67 | 71 | 93 | 116 | 138 | 160 | 182 | 204 | 226 |
| 1600 | 176 | 74 | 74 | 74 | 80 | 105 | 130 | 155 | 180 | 205 | 230 | 255 |
| 1800 | 200 | 79 | 79 | 79 | 88 | 116 | 145 | 173 | 201 | 229 | 257 | 285 |
| 2000 | 215 | 82 | 82 | 82 | 96 | 127 | 158 | 189 | 220 | 251 | 282 | 313 |

Tabell 1. Prøvelast før 0,3 mm riss (kN/m).
Armerte rør og rør med diameter 600 mm og større.

| Rør-diam. d (mm) | Vegg-tykkelse t (mm) | Fyllingshøyde, H, over topp rør (m) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 |
| 600 | 94 | 72 | 72 | 72 | 72 | 72 | 88 | 104 | 121 | 137 | 154 | 170 |
| 800 | 98 | 67 | 67 | 67 | 67 | 87 | 107 | 127 | 148 | 168 | 188 | 208 |
| 1000 | 115 | 76 | 76 | 76 | 81 | 105 | 129 | 154 | 178 | 202 | 227 | 251 |
| 1200 | 136 | 90 | 90 | 90 | 94 | 123 | 151 | 180 | 209 | 238 | 267 | 296 |
| 1400 | 156 | 101 | 101 | 101 | 107 | 140 | 173 | 207 | 240 | 273 | 306 | 340 |
| 1600 | 176 | 111 | 111 | 111 | 120 | 157 | 195 | 233 | 270 | 308 | 346 | 383 |
| 1800 | 200 | 118 | 118 | 118 | 132 | 175 | 217 | 259 | 301 | 343 | 386 | 428 |
| 2000 | 215 | 123 | 123 | 123 | 144 | 190 | 237 | 283 | 330 | 376 | 422 | 469 |

Tabell 2. Prøvelast før brudd (kN/m).
Armerte rør og rør med diameter 600 mm og større.

Prøvelast for uarmerte rør med diameter 500 mm og mindre

Dette er rør som leveres med bestemt styrke for hver dimensjon og rørtype. Prøvelasten i tabell 3 er fastsatt ut fra erfaringsmessig kvalitet for rørene. Minimum og maksimum fyllingshøyde er innenfor det beregningsmessig tillatte, se side 24-25 i vedlegg 3. Om ledninger og kulverter med mer enn 8 m fyllingshøyde over rørene, se pkt. 3.

*NB! Til stikkrenner gjennom veg anbefales det ikke å bruke mindre rørdimensjon enn 400 mm (i visse tilfeller 600 mm). Til stikkrenner under avkjørsler anbefales det ikke å bruke mindre dimensjon enn 300 mm, kfr. vegnormalenes pkt. 413.2 (Ref. 4).*

| Rørtype Rør-diam. d (mm) | Vegg-tykkelse t (mm) | Bygge-lengde L (mm) | Prøve-last P (kN/m) | Fyllingshøyde over topp rør, H Min. (m) | Maks. (m) |
|---|---|---|---|---|---|
| NS 3027 (mufferør) | | | | | |
| 100 | 24 | 1000 | 40 | 0,5 | 8,0 |
| 125 | 25 | 1000 | 40 | 0,5 | 8,0 |
| 150 | 28 | 1000 | 40 | 0,5 | 8,0 |
| 200 | 32 | 1000 | 45 | 1,0 | 6,5 |
| 250 | 37 | 1000 | 50 | 1,0 | 6,0 |
| 300 | 44 | 1000 | 50 | 1,0 | 5,5 |
| 400 | 50 | 1000 | 60 | 1,0 | 5,0 |
| 400 | 58 | 2000 | 43 | 1,0 | 3,0 |
| 500 | 60 | 1000 | 65 | 1,0 | 4,5 |
| 500 | 72 | 2000 | 50 | 1,0 | 3,0 |
| MUVA (mufferør) | | | | | |
| 100 | 29 | 1000 | 58 | 0,5 | 15,0 * |
| 125 | 30 | 1000 | 58 | 0,5 | 12,0 * |
| 150 | 33 | 1000 | 56 | 0,5 | 10,0 * |
| 150 | 33 | 1500 | 56 | 0,5 | 10,0 * |
| 200 | 37 | 1000 | 60 | 0,5 | 8,0 |
| 200 | 37 | 1500 | 60 | 0,5 | 8,0 |
| 250 | 42 | 1000 | 58 | 0,5 | 7,0 |
| 250 | 42 | 1500 | 58 | 0,5 | 7,0 |
| 250 | 48 | 2000 | 58 | 0,5 | 7,0 |
| IG (mufferør) | | | | | |
| 150 | 33 | 1000 | 56 | 0,5 | 10,0 * |
| 200 | 37 | 1000 | 60 | 0,5 | 8,0 |
| 200 | 41 | 1500 | 60 | 0,5 | 8,0 |
| 250 | 42 | 1000 | 60 | 0,5 | 7,0 |
| 250 | 45 | 1500 | 60 | 0,5 | 7,0 |
| 250 | 48 | 2000 | 60 | 0,5 | 7,0 |
| 300 | 45 | 1000 | 58 | 0,5 | 6,0 |
| 300 | 53 | 2000 | 60 | 0,5 | 6,0 |
| 400 | 50 | 1000 | 61 | 0,5 | 5,0 |
| 400 | 63 | 2000 | 65 | 0,5 | 5,0 |
| FAVA (falsrør) | | | | | |
| 300 | 65 | ** | 84 | 0,5 | 7,0 |
| 400 | 70 | ** | 72 | 0,5 | 5,5 |
| 500 | 85 | ** | 70 | 0,5 | 4,5 |
| PREBAS (falsrør) | | | | | |
| 400 | 85 | ** | 118 | 0,5 | 9,0 * |
| 500 | 92 | ** | 93 | 0,5 | 6,0 |

* *Ved fyllingshøyder større enn 8 m skal ledningen prosjekteres av geoteknisk sakkyndig*

** *Varierende byggelengder, kfr. produsentenes brosjyrer.*

Tabell 3. Prøvelast før brudd (kN/m). Uarmerte rør med diameter 500 mm og mindre.

## 6. ARMERINGSOVERDEKNING

For dobbeltarmerte rør til stikkrenner og kulverter skal nominell armeringsoverdekning *) være 25 mm. Generell toleranse for overdekningen er ± 10 mm. I tillegg tillates 3 ringer med overdekning ned til 10 mm pr. rør.

Toleranser for plassering av armering i enkeltarmerte rør er under utarbeidelse.

Nominelle dimensjoner for armeringsringene finnes i tabeller utarbeidet av Norges betongindustriforbund (NBIF). Nærmere regler for måling av armeringsoverdekning gis av Kontrollrådet for betongprodukter (KR).

*Merknader:*

**) Nominell armeringsoverdekning = tilsiktet verdi, som også inngår i beregninger, skal være 25 mm. Angitt toleranse (10 mm) betyr at armeringen overalt skal ha overdekning 15-35 mm, dog tillates inntil 3 ringer å ha overdekning ned til 10 mm på ett eller flere steder. Overdekningen måles fra rørets konturlinje, uten fradrag for dybden av eventuelle porer.*

*Kravet er fastsatt ut fra nye prosedyrer for produksjon av armeringsringer. Kravet vil bli løpende vurdert, avhengig av bl.a. erfaring med de nye prosedyrene.*

## 7. GODKJENNING AV PRODUSENTER

Produsenter av betongrør til vegkonstruksjoner skal være godkjent av Kontrollrådet for betongprodukter. Kontrollrådet (KR) sender hvert år ut meddelelse om hvilke produsenter (bedrifter) som er godkjente for produksjon av ulike typer betongprodukter (Ref. 6).

Vedlegg 1 viser sammendrag av Kontrollrådets bestemmelser for kontrollhyppighet ved produsentenes egenkontroll, herunder kontroll av risslast og bruddlast (Ref. 5).

## 8. MERKING AV PRODUKTER TIL AVLØPSFORMÅL

Alle produkter i klasse C (Betongprodukter til avløpsformål) skal være sortert og merket etter type og kvalitet, etter nærmere regler fra Kontrollrådet for betongprodukter (KR).

Produktene skal bl.a. merkes med maksimum tillatt overdekning (fyllingshøyde over topp rør). Unntatt er rør med diameter mindre enn eller lik 250 mm, som ikke skal merkes med overdekning (fyllingshøyde).

Vedlegg 2 viser mer detaljert hva som skal inngå i merkingen av produktene; utdrag av Kontrollrådets bestemmelser (Ref. 5). NB! AN-merkede produkter skal ikke brukes i vegkonstruksjoner!

## LITTERATURREFERANSER


1. Statens vegvesen (1987): Intern rapport 1305, Betongrør, delrapport 3 - Forslag til dimensjonerende laster og prøvelaster

2. Jan Vaslestad (1990): Soil structure interaction of buried culverts (Dr.ing. avhandling, Norges Tekniske Høgskole)

3. Lars Aadnesen: Beregning og dimensjonering av nedgravde betongrør (NBI-anvisning nr. 7, Norges byggforsknings-institutt, 1973)

4. Statens vegvesen (1991): Vegnormalene, håndbok 018 Vegbygging

5. Kontrollrådet for betongprodukter (1989): Bestemmelser for klasse C - betongprodukter til avløpsformål

6. Kontrollrådet for betongprodukter (årlig): Meddelelse om godkjenning

7. Lars Aadnesen (1990): Betongrør - forslag til krav til dimensjonerende laster og prøvelaster

Til orientering - sammendrag av Kontrollrådets bestemmelser:

**BETONGPRODUKTER TIL AVLØPSFORMÅL - HYPPIGHET AV KONTROLL**

Tabellen viser et sammendrag av Kontrollrådets bestemmelser for egenkontroll i bedrifter som produserer betongprodukter til avløpsformål (klasse C). Tallene angir hvor stor andel av produksjonen som skal kontrolleres, evt. hvor mange produkter som skal kontrolleres.

Klasse C, betongprodukter til avløpsformål, er generelt inndelt i varegruppe 1 (til avløpssystemer uten tetthetskrav) og varegruppe 2 (til avløpssystemer med tetthetskrav). I handelen med slike produkter betegnes de som G-merkede respektive T-merkede produkter.

| Kontroll | Uarmerte rør med diameter d (mm) | | | | | | Armerte rør, kumelementer, lokk, topplater d = 600-1200 mm | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | d = 100,125,150 | | d = 200,250,300 | | d = 400,500,600 | | | |
| Varegruppe --> | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| Tetthetsklasse --> | T | G | T | G | T | G | T | G |
| Tolk i ringleie på spissende | 100 % | | 100 % | | 100 % | | 100 % | |
| Tetthet luft/vann *) | 100% | 1(3) /1000 | 100 % | 1(3) /1000 | 100 % | 1(3) /1000 | 100 % | 1(1) /75 |
| Risslast | - | | - | | - | | Som for bruddlast | |
| Bruddlast | 1(3)/2500 | | 1(3)/1500 | | 1(2)/1000 | | 1(1)/500, minst 1 pr. serie | |
| Armeringskontroll med detektor | - | | - | | - | | 10 % av produsert mengde | |

*) F.eks. 1(3)/1000 betyr 1 prøve (3 rør) pr. påbegynt 1000 produserte rør.
1(2)/1000 betyr 1 prøve (2 rør) pr. påbegynt 1000 produserte rør.
osv.
1(1)/75 betyr 1 prøve (1 produkt) pr. påbegynt 1000 produserte.

REFERANSE

- Kontrollrådet for betongprodukter (KR), 1989: Bestemmelser for kl. C - Betongprodukter til avløpsformål

Til orientering - sammendrag av Kontrollrådets bestemmelser:

**BETONGPRODUKTER TIL AVLØPSFORMÅL - MERKING**

Tabellene viser et sammendrag av Kontrollrådets bestemmelser for merking av betongprodukter til avløpsformål (klasse C). Alle produkter i klasse C skal være sortert og merket etter type og kvalitet. Produktene sorteres i kvalitetene T, G og AN som vist i tabell 1. Omfang av merkingen skal være som vist med "x" i tabell 2. Detaljer for merkingen, se Kontrollrådets bestemmelser.

*NB! AN-merkede og SEKUNDA-merkede rør skal ikke brukes til vegkonstruksjoner og er derfor ikke tatt med i tabell 2.*

TABELL 1

| | |
|---|---|
| T-merkede produkter | = tette spillvanns- og overvannsledninger med spesifiserte tetthetskrav til ledning og enkelt rør |
| G-merkede produkter | = overvannsledninger o.l. uten spesifiserte tetthetskrav til ledning, men med krav til enkelt rør |
| AN-merkede produkter | = drenasje- og overvannsledninger uten spesifiserte tetthetskrav og uten bruk av tetningsringer i skjøtene |

TABELL 2

| Merking | T-merkede produkter | G-merkede produkter |
|---|---|---|
| K-merket | x | x |
| Type produkt (NS 3027, NS 3028, MUVA, IG, ...osv.) | x | x |
| Rørnummer (gjelder rør etter NS 3028) | x | x |
| T-merket | x | - |
| G-merket | - | x |
| Reg.nr. hos Kontrollrådet | x | x |
| Støpeuke/-år | x | x |
| Fyllingshøyde, maks. (ikke kummer) *) | x | x |
| Innvendig diametermål/ringstørrelse | x | x |
| Uarmert (når rørets diameter er $\geq$ 600 mm) | x | x |
| Vekt (når vekten er $\geq$ 500 kg) | x | x |

*) Iflg. KR's rundskriv 1/91 skal rør med diameter $\leq$ 250 mm ikke merkes med fyllingshøyde. Rør med diameter > 250 mm skal merkes med maks. fyllingshøyde.

SEKUNDA

Sitat fra Kontrollrådets bestemmelser: "Produkter som ikke tilfredsstiller spesifiserte krav samt skadde produkter skal merkes med sekunda." ..... "På sekunda-merkede produkter skal all annen merking fjernes eller blendes, slik at kun reg.nr. og sekunda-merket er leselig."

REFERANSER

- Kontrollrådet for betongprodukter (KR), 1989: Bestemmelser for kl. C
- Kontrollrådet for betongprodukter (KR), 1991: Rundskriv 1/91

**J. VASLESTAD: VIRKNING AV JORDLAST PÅ NEDGRAVDE, STIVE RØR**

Den angitte lastvirkning forutsetter at fundamentering og omfylling utføres etter vegnormalenes krav til massetyper, lagtykkelser, komprimering m.v. Se vegnormalenes pkt. 441.2 og pkt. 441.3 (Statens vegvesen, 1991: Håndbok 018 Vegbygging).

Vertikallast: $Q_{vert} = C_F \cdot \gamma \cdot D^2$

der $C_F = (e^{4Svn} - 1)/2S_{vn} + (H/D - 2) \cdot e^{4Svn}$
Forutsetter friksjonsvinkel $\phi = 31°$ (som i NBI-anvisning nr. 7) og ruhet r = 0,8. Dette gir friksjonstallet $S_{vn} = 0,124$ slik at:

$C_F = 1,642\ H/D - 0,69$

$\Rightarrow Q_{vert} = \gamma \cdot D^2 \cdot (1,642\ H/D - 0,69)$

Horisontallast: $Q_{hor} = \gamma \cdot D^2 \cdot (0,485 \cdot H/D + 0,243)$
(som i NBI-7)

Momentgivende last: $Q_M = Q_{vert} - Q_{hor} = \gamma \cdot D^2 \cdot (1,157 \cdot {}^{H}/_{D} - 0,447)$

$Q_M$ regnes i kN/m,
$\gamma$ = egenvekt av jord ($kN/m^3$)
D = utvendig rørdiameter (m)
H = leggedybde = fyllingshøyde over topp rør (m)

Formelen for $Q_M$ tilsvarer formel (1) side 5 i "Betongrør - forslag til krav til dimensjonerende laster og prøvelaster" (rapport v/Dr. Lars Aadnesen, 1990)

Øvrige lastvirkninger

Formlene for de øvrige lastvirkninger er gitt i Aadnesens rapport:

- Egenvekt rør og vannfylling: Formel (2) side 5
- Jevnt fordelt nyttelast: Formel (3) side 6
- Punktlast: Formel (6) side 6

REFERANSER

- Jan Vaslestad (1990): Soil structure interaction of buried culverts (Dr.ing. avhandling, Norges Tekniske Høgskole)
- Lars Aadnesen: Beregning og dimensjonering av nedgravde betongrør (NBI-anvisning nr. 7, Norges byggforskningsinstitutt, 1973)
- Lars Aadnesen (1990): Betongrør - forslag til krav til dimensjonerende laster og prøvelaster

VEGLABORATORIET

VEDLEGG 4
(SIDE 1-26)

# BETONGRØR

# FORSLAG TIL KRAV TIL

# DIMENSJONERENDE LASTER

# OG PRØVELASTER

DR. LARS AADNESEN & CO A/S

RÅDGIVENDE INGENIØRER I BYGGETEKNIKK
ROSENBORGGT. 1B - 0356 OSLO 3
SENTRALBORD 60 43 95
TELEFAX 69 66 32

Oslo, des. 1990

ANDNES

INNHOLD


| | | SIDE |
|---|---|---|
| 1. | INNLEDNING | 2 |
| 2. | LEGGE- OG SKADEKONSEKVENSKLASSER | 2 |
| 3. | RØRTYPER OG -DIMENSJONER | 3 |
| 4. | BASIS FOR BEREGNING AV LASTER PÅ RØR | 5 |
| 4.1 | Generelt | 5 |
| 4.2 | Belastning på rør fra jord | 5 |
| 4.3 | Belastning fra egenvekt rør og vannfylling | 5 |
| 4.4 | Jevnt fordelt nyttelast på terrenget | 6 |
| 4.5 | Punktlaster | 6 |
| 5. | BELASTNINGER PÅ BETONGRØR | 8 |
| 5.1 | Belastning fra jord | 8 |
| 5.2 | Belastning fra egenvekt og vann | 10 |
| 5.3 | Belastning fra jevnt fordelt last på terreng | 11 |
| 5.4 | Belastning fra punktlast | 12 |
| 6. | LASTKOMBINASJONER | 13 |
| 6.1 | Generelt | 13 |
| 6.2 | Total belastning, bruksgrensetilstand | 14 |
| 6.3 | Total belastning, bruddgrensetilstand 1 | 16 |
| 6.4 | Total belastning, bruddgrensetilstand 2 | 18 |
| 7. | MOMENTER I RØR | 20 |
| 8. | KRAV TIL PRØVELASTER | 21 |
| 8.1 | Generelt | 21 |
| 8.2 | Grunnlag for bestemmelse av prøvelaster | 22 |
| 8.3 | Krav til utførelse av prøvene | 23 |
| 9. | KRAV TIL PRØVELASTER, BRUKSGRENSETILSTANDEN | 23 |
| 10. | KRAV TIL PRØVELASTER, BRUDDGRENSETILSTANDEN | 24 |
| 11. | ANDRE KRAV | 26 |
| 12. | LITTERATURHENVISNING | 26 |

## 1. INNLEDNING

Ved Veglaboratoriet's internrapport nr. 1305 delrapport 3, [1]*) er det lagt frem et forslag til dimensjonerende laster og prøvelaster for betongrør. I den foreliggende rapport behandles dette spørsmål videre på grunnlag av diskusjoner med først og fremst representanter for Veglaboratoriet og Norges Betongindustriforbund. Norges Betongindustriforbund's synspunkter er gitt i brev av 23/2-90 til Veglaboratoriet. Den foreliggende rapport følger disse synspunkter når det gjelder beregning av belastninger og prøvelaster for henholdsvis bruks- og bruddgrensetilstand.

Rapporten behandler ikke spørsmål som kan relateres til utførelse av rørene ved fabrikk, merking samt legging av rørene på byggeplass. Dette forutsettes ivaretatt andre steder.

Når det gjelder beregning av laster på rør, benyttes stort sett samme forutsetninger som i delrapport 3 nevnt ovenfor. Det er imidlertid foretatt noen små korreksjoner i formelene for belastning for rør fra fylling (1) og for virkning av jevnt fordelt nyttelast på terreng (3) i [1]. Disse endringene er foretatt av Veglaboratoriet [2]. De resulterende belastninger blir imidlertid ikke endret vesentlig fra delrapport 3.

Det henvises forøvrig til de følgende punkter 2 og 3. Det forutsettes at man ved bruk av rørene følger leggeforskrifter som er godkjent av Veglaboratoriet.

## 2. LEGGE- OG SKADEKONSEKVENSKLASSER

I Veglaboratoriet's internrapport [1], var det foreslått brukt to leggeklasser, henholdsvis høy leggeklasse og lav leggeklasse.

Når kravene til høy leggeklasse ble fulgt, ble det antatt at belastningene på rørene ble kvartsirkellaster. Dersom kravene til lav leggeklasse ble fulgt, antok en en lastfordeling i bunn og topp som var mer konsentrert slik at momentfaktoren ble øket.

Norges Betongindustriforbund har foreslått at man kun benytter en leggeklasse. Denne vil tilsvare den nevnte høye leggeklasse, og det antas at de leggeforskriftene som Veglaboratoriet baserer seg på, vil tilsi resultater som tilsvarer kravene til lastfordeling etter høy leggeklasse.

---

*) Litteraturhenvisningene er gitt i pkt. 12.

I [1] ble det også foreslått å bruke to skadekonsekvensklasser. Dette hadde sin bakgrunn i at rør brukes under vidt forskjellige forhold. Noen steder vil utskifting av skadede rør ikke volde noen videre vanskeligheter, mens andre steder kan det være praktisk talt umulig. Et eksempel på det siste er rør under motorveier og andre sterkt trafikkerte gater og veier. Her kan reparasjonsarbeider være meget vanskelig å utføre, uten en sterkt økt omkostning ved f.eks. nattarbeid eller ved en sterk hindring i trafikken.

I den foreliggende rapport har man valgt ikke å bruke to skadekonsekvensklasser. Det anbefales imidlertid at de prosjekterende tar hensyn til dette, slik at man ved prosjekter hvor mulighetene for utskifting er sterk begrenset, velger rør med en høyere styrke i bruks- og bruddgrensetilstanden enn det de etterfølgende tabeller viser.

## 3. RØRTYPER OG -DIMENSJONER

Da belastninger på rør vil være avhengig av rørdimensjonene har man i denne rapport valgt å ta hensyn til de rørtyper og -dimensjoner som finnes på markedet ifølge opplysninger fra Norges Betongindustriforbund. Disse opplysninger er gitt ved brev av 12/10-90 til Veglaboratoriet og telefax av 22/11-90. De viktigste dimensjoner for disse rør er som gitt i følgende tabeller. Her er d = indre rørdiameter, t= godstykkelse, $D = d + 2 \cdot t$ og $d_m = d + t$

RØR TYPE NS 3027 - UARMERT

| d mm | t mm | D mm | dm mm |
|---|---|---|---|
| 100,0 | 24,0 | 148,0 | 124,0 |
| 125,0 | 25,0 | 175,0 | 150,0 |
| 150,0 | 28,0 | 206,0 | 178,0 |
| 200,0 | 32,0 | 264,0 | 232,0 |
| 250,0 | 37,0 | 324,0 | 287,0 |
| 300,0 | 44,0 | 388,0 | 344,0 |
| 400,0 | 50,0 | 500,0 | 450,0 |
| 400,0 | 58,0 | 516,0 | 458,0 |
| 500,0 | 60,0 | 620,0 | 560,0 |
| 500,0 | 72,0 | 644,0 | 572,0 |

RØR TYPE MUVA - UARMERT

| d mm | t mm | D mm | dm mm |
|---|---|---|---|
| 100,0 | 29,0 | 158,0 | 129,0 |
| 125,0 | 30,0 | 185,0 | 155,0 |
| 150,0 | 33,0 | 216,0 | 183,0 |
| 200,0 | 37,0 | 274,0 | 237,0 |
| 250,0 | 42,0 | 334,0 | 292,0 |
| 250,0 | 48,0 | 346,0 | 298,0 |

RØR TYPE IG-RØR - UARMERT

| d mm | t mm | D mm | dm mm |
|---|---|---|---|
| 150,0 | 33,0 | 216,0 | 183,0 |
| 200,0 | 37,0 | 274,0 | 237,0 |
| 200,0 | 41,0 | 282,0 | 241,0 |
| 250,0 | 42,0 | 334,0 | 292,0 |
| 250,0 | 45,0 | 340,0 | 295,0 |
| 250,0 | 48,0 | 346,0 | 298,0 |
| 300,0 | 45,0 | 390,0 | 345,0 |
| 300,0 | 53,0 | 406,0 | 353,0 |
| 400,0 | 50,0 | 500,0 | 450,0 |
| 400,0 | 63,0 | 526,0 | 463,0 |

RØR TYPE FAVA - UARMERT

| d mm | t mm | D mm | dm mm |
|---|---|---|---|
| 300,0 | 65,0 | 430,0 | 365,0 |
| 400,0 | 70,0 | 540,0 | 470,0 |
| 500,0 | 85,0 | 670,0 | 585,0 |

RØR TYPE PRE-BAS - UARMERT

| d mm | t mm | D mm | dm mm |
|---|---|---|---|
| 400,0 | 85,0 | 570,0 | 485,0 |
| 500,0 | 92,0 | 684,0 | 592,0 |

RØR TYPE NS 3028, FAVA OG PRE-BAS ARMERT

| d mm | t mm | D mm | dm mm |
|---|---|---|---|
| 600,0 | 94,0 | 788,0 | 694,0 |
| 800,0 | 98,0 | 996,0 | 898,0 |
| 1000,0 | 115,0 | 1230,0 | 1115,0 |
| 1200,0 | 136,0 | 1472,0 | 1336,0 |
| 1400,0 | 156,0 | 1712,0 | 1556,0 |
| 1600,0 | 176,0 | 1952,0 | 1776,0 |
| 1800,0 | 200,0 | 2200,0 | 2000,0 |
| 2000,0 | 215,0 | 2430,0 | 2215,0 |

## 4. BASIS FOR BEREGNING AV LASTER PÅ RØR

### 4.1 Generelt

Laster på rør beregnes på grunnlag av [1], [2] og [3].

### 4.2 Belastning på rør fra jord

Fyllingsteorien benyttes alltid.

$$Q_f = \gamma D^2 \cdot (1{,}157\ h/D - 0{,}447) \quad (kN/m) \qquad \ldots (1)$$

Tilsvarende til ligning (4) i [3] med modifikasjon iflg. [2].

hvor

$Q_f > 0$

$\gamma$ = tyngdetettheten

= 20 $kN/m^3$

D = utvendig rørdiameter (i m)

h = leggedybde (i m) regnet fra overkant rør opp til terreng

### 4.3 Belastning fra egenvekt rør og vannfylling

Belastning fra egenvekt rør og vannfylling uten overtrykk regnes

$$Q_v = 24\ t\ d + 5\ d^2 \quad (kN/m) \qquad \ldots (2)$$

tilsvarende til ligning (5) i [3]

hvor

t = rørets godstykkelse (i m)

d = innvendig rørdiameter (i m)

4.4 Jevnt fordelt nyttelast på terrenget

Med jevnt fordelt nyttelast p (kN/m²) på terrenget blir belastningen på røret gitt ved

$$Q_p = 1{,}157\ p \cdot D \qquad (kN/m2) \qquad \ldots (3)$$

Tilsvarende til ligning (6) i [3] med modifikasjon iflg. [2].

Som i [3] regnes nyttelasten p = 10 kN/m² og den maksimale last på røret fra fordelt last eller punktlaster benyttes ved dimensjonering av røret.

4.5 Punktlaster

Belastningene beregnes på samme forutsetninger som i [1].

Fig. 1 gir rørbelastninger for 250 kN akseltrykk (125 kN hjultrykk). Den belastning det nå skal regnes med, er 260 kN akseltrykk (130 kN hjultrykk) som er basert på 75% støttillegg. Uten støttillegg er derfor belastningene 260/1,75 = 148,6 kN akseltrykk (74,3 kN hjultrykk). Dette må multipliseres med et konsentrasjonstillegg (1+K) som i [3] er gitt ved

$$\left.\begin{aligned} K &= 0{,}7 \quad \text{for } h/D \geq 4{,}5 \\ K &= \frac{0{,}7\ h/D}{4{,}5} \quad \text{for } h/D < 4{,}5 \end{aligned}\right\} \qquad \ldots (4)$$

Dessuten skal støttillegget ifølge [3] regnes

$$\psi = 1{,}3 - h/7 \geq 1{,}0 \qquad \ldots (5)$$

dvs. maks 30% som reduseres til 0 ved leggedybde h = 2,1 m. Virkningene av punktlaster på større dybder enn 3-4 m kan diskuteres. Imidlertid er $Q_p > Q_P$ for leggedybder større enn 3-4 m for d < 600 mm og for leggedybder større enn 2-3 m for d > 600 mm. Det er derfor uinteressant å vurdere dette spørsmål i detalj i forbindelse med beregningen av $Q_P$ (hvor $Q_P$ er total rørbelastning fra punktlast P).

Resulterende rørbelastning fra punktlaster blir da gitt ved:

$$Q_P = Q_{Pfig} \cdot (1+K) \cdot \frac{\psi}{1{,}75} \cdot \frac{130}{125} \qquad \ldots (6)$$

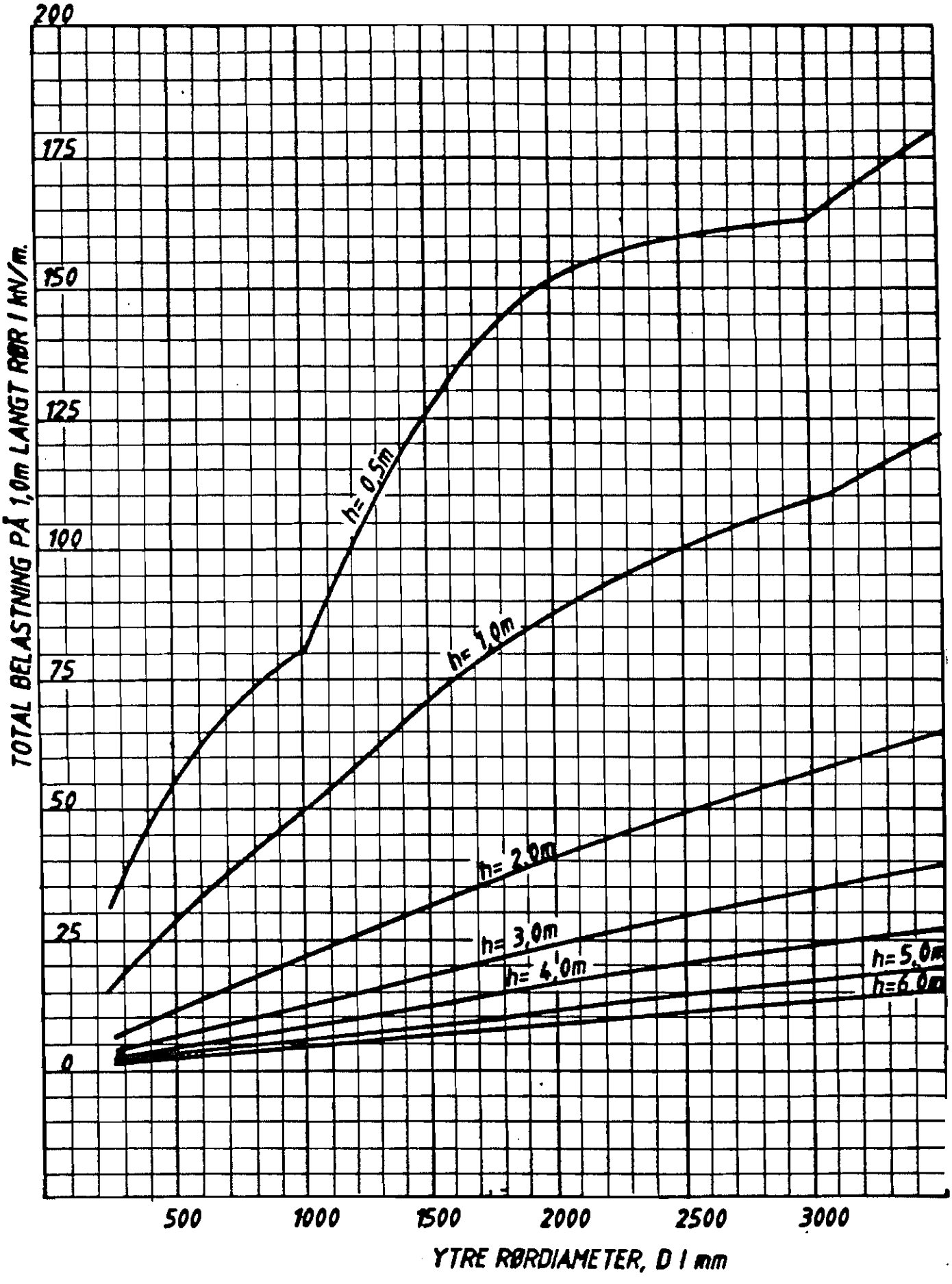


Fig. 1 Rørbelastning fra 250 kN akseltrykk uten konsentrasjons- og støttillegg.

hvor

$Q_{pfig.}$ finnes fra fig. 1

K er gitt ved ligning (4)

$\psi$ er gitt ved ligning (5)

Hjultrykkene i fig 1 er fordelt på 200/500 mm lastflate. Dette er noe ugunstigere enn lastforskriftenes 200/600 mm, men det blir ikke korrigert for dette.

## 5. BELASTNINGER PÅ BETONGRØR

### 5.1 Belastning fra jord

Belastningene er gitt ved ligning (1) i pkt. 4.2:

$Q_f = \gamma D^2 \cdot (1{,}157\ h/D - 0{,}447)$ (kN/m med h og D i m)

RØR TYPE NS 3027 - UARMERT

| h | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| d | | | | | | | | | | | |
| 100: | 1,5 | 3,2 | 6,7 | 10,1 | 13,5 | 16,9 | 20,4 | 23,8 | 27,2 | 30,6 | 34,1 |
| 125: | 1,8 | 3,8 | 7,8 | 11,9 | 15,9 | 20,0 | 24,0 | 28,1 | 32,1 | 36,2 | 40,2 |
| 150: | 2,0 | 4,4 | 9,2 | 13,9 | 18,7 | 23,5 | 28,2 | 33,0 | 37,8 | 42,5 | 47,3 |
| 200: | 2,4 | 5,5 | 11,6 | 17,7 | 23,8 | 29,9 | 36,0 | 42,1 | 48,2 | 54,4 | 60,5 |
| 250: | 2,8 | 6,6 | 14,1 | 21,6 | 29,1 | 36,5 | 44,0 | 51,5 | 59,0 | 66,5 | 74,0 |
| 300: | 3,1 | 7,6 | 16,6 | 25,6 | 34,6 | 43,5 | 52,5 | 61,5 | 70,5 | 79,5 | 88,4 |
| 400: | 3,5 | 9,3 | 20,9 | 32,5 | 44,0 | 55,6 | 67,2 | 78,8 | 90,3 | 101,9 | 113,5 |
| 400: | 3,6 | 9,6 | 21,5 | 33,4 | 45,4 | 57,3 | 69,3 | 81,2 | 93,1 | 105,1 | 117,0 |
| 500: | 3,7 | 10,9 | 25,3 | 39,6 | 54,0 | 68,3 | 82,6 | 97,0 | 111,3 | 125,7 | 140,0 |
| 500: | 3,7 | 11,2 | 26,1 | 41,0 | 55,9 | 70,8 | 85,7 | 100,6 | 115,5 | 130,4 | 145,3 |

RØR TYPE MUVA - UARMERT

| h | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| d | | | | | | | | | | | |
| 100: | 1,6 | 3,4 | 7,1 | 10,7 | 14,4 | 18,1 | 21,7 | 25,4 | 29,0 | 32,7 | 36,3 |
| 125: | 1,8 | 4,0 | 8,3 | 12,5 | 16,8 | 21,1 | 25,4 | 29,7 | 33,9 | 38,2 | 42,5 |
| 150: | 2,1 | 4,6 | 9,6 | 14,6 | 19,6 | 24,6 | 29,6 | 34,6 | 39,6 | 44,6 | 49,6 |
| 200: | 2,5 | 5,7 | 12,0 | 18,3 | 24,7 | 31,0 | 37,4 | 43,7 | 50,1 | 56,4 | 62,7 |
| 250: | 2,9 | 6,7 | 14,5 | 22,2 | 29,9 | 37,6 | 45,4 | 53,1 | 60,8 | 68,6 | 76,3 |
| 250: | 2,9 | 6,9 | 14,9 | 22,9 | 31,0 | 39,0 | 47,0 | 55,0 | 63,0 | 71,0 | 79,0 |

## RØR TYPE IG-RØR - UARMERT

| h / d | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 150: | 2,1 | 4,6 | 9,6 | 14,6 | 19,6 | 24,6 | 29,6 | 34,6 | 39,6 | 44,6 | 49,6 |
| 200: | 2,5 | 5,7 | 12,0 | 18,3 | 24,7 | 31,0 | 37,4 | 43,7 | 50,1 | 56,4 | 62,7 |
| 200: | 2,6 | 5,8 | 12,3 | 18,9 | 25,4 | 31,9 | 38,4 | 45,0 | 51,5 | 58,0 | 64,5 |
| 250: | 2,9 | 6,7 | 14,5 | 22,2 | 29,9 | 37,6 | 45,4 | 53,1 | 60,8 | 68,6 | 76,3 |
| 250: | 2,9 | 6,8 | 14,7 | 22,6 | 30,4 | 38,3 | 46,2 | 54,0 | 61,9 | 69,8 | 77,6 |
| 250: | 2,9 | 6,9 | 14,9 | 22,9 | 31,0 | 39,0 | 47,0 | 55,0 | 63,0 | 71,0 | 79,0 |
| 300: | 3,2 | 7,7 | 16,7 | 25,7 | 34,7 | 43,8 | 52,8 | 61,8 | 70,8 | 79,9 | 88,9 |
| 300: | 3,2 | 7,9 | 17,3 | 26,7 | 36,1 | 45,5 | 54,9 | 64,3 | 73,7 | 83,1 | 92,5 |
| 400: | 3,5 | 9,3 | 20,9 | 32,5 | 44,0 | 55,6 | 67,2 | 78,8 | 90,3 | 101,9 | 113,5 |
| 400: | 3,6 | 9,7 | 21,9 | 34,0 | 46,2 | 58,4 | 70,6 | 82,7 | 94,9 | 107,1 | 119,2 |

## RØR TYPE FAVA - UARMERT

| h / d | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 300: | 3,3 | 8,3 | 18,2 | 28,2 | 38,1 | 48,1 | 58,0 | 68,0 | 77,9 | 87,9 | 97,8 |
| 400: | 3,6 | 9,9 | 22,4 | 34,9 | 47,4 | 59,9 | 72,4 | 84,9 | 97,4 | 109,9 | 122,3 |
| 500: | 3,7 | 11,5 | 27,0 | 42,5 | 58,0 | 73,5 | 89,0 | 104,5 | 120,0 | 135,5 | 151,0 |

## RØR TYPE PRE-BAS UARMERT

| h / d | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 400: | 3,7 | 10,3 | 23,5 | 36,7 | 49,9 | 63,0 | 76,2 | 89,4 | 102,6 | 115,8 | 129,0 |
| 500: | 3,7 | 11,6 | 27,5 | 43,3 | 59,1 | 75,0 | 90,8 | 106,6 | 122,4 | 138,3 | 154,1 |

## RØR TYPE NS 3028, FAVA OG PRE-BAS - ARMERT

| h / d | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 600: | 3,6 | 12,7 | 30,9 | 49,2 | 67,4 | 85,6 | 103,9 | 122,1 | 140,3 | 158,6 | 176,8 |
| 800: | 2,7 | 14,2 | 37,2 | 60,3 | 83,3 | 106,4 | 129,4 | 152,5 | 175,5 | 198,6 | 221,6 |
| 1000: | ,7 | 14,9 | 43,4 | 71,9 | 100,3 | 128,8 | 157,2 | 185,7 | 214,2 | 242,6 | 271,1 |
| 1200: | ,0 | 14,7 | 48,8 | 82,8 | 116,9 | 150,9 | 185,0 | 219,1 | 253,1 | 287,2 | 321,2 |
| 1400: | ,0 | 13,4 | 53,0 | 92,6 | 132,3 | 171,9 | 211,5 | 251,1 | 290,7 | 330,3 | 370,0 |
| 1600: | ,0 | 11,1 | 56,3 | 101,4 | 146,6 | 191,8 | 237,0 | 282,1 | 327,3 | 372,5 | 417,6 |
| 1800: | ,0 | 7,6 | 58,5 | 109,5 | 160,4 | 211,3 | 262,2 | 313,1 | 364,0 | 414,9 | 465,8 |
| 2000: | ,0 | 3,4 | 59,7 | 115,9 | 172,1 | 228,4 | 284,6 | 340,8 | 397,1 | 453,3 | 509,5 |

## 5.2 Belastning fra egenvekt og vann

Belastning er gitt ved ligning (2) i pkt. 4.3:

$Q_v = 24\ td + 5d^2$ (kN/m med t og d i m)

RØR TYPE NS 3027
UARMERT

| d | |
|---|---|
| 100: | ,1 |
| 125: | ,2 |
| 150: | ,2 |
| 200: | ,4 |
| 250: | ,5 |
| 300: | ,8 |
| 400: | 1,3 |
| 400: | 1,4 |
| 500: | 2,0 |
| 500: | 2,1 |

RØR TYPE MUVA
UARMERT

| d | |
|---|---|
| 100: | ,1 |
| 125: | ,2 |
| 150: | ,2 |
| 200: | ,4 |
| 250: | ,6 |
| 250: | ,6 |

RØR TYPE IG-RØR
UARMERT

| d | |
|---|---|
| 150: | ,2 |
| 200: | ,4 |
| 200: | ,4 |
| 250: | ,6 |
| 250: | ,6 |
| 250: | ,6 |
| 300: | ,8 |
| 300: | ,8 |
| 400: | 1,3 |
| 400: | 1,4 |

RØR TYPE FAVA
UARMERT

| d | |
|---|---|
| 300: | ,9 |
| 400: | 1,5 |
| 500: | 2,3 |

RØR TYPE PRE-BAS
UARMERT

| d | |
|---|---|
| 400: | 1,6 |
| 500: | 2,4 |

RØR TYPE NS 3028, FAVA OG
PRE-BAS - ARMERT

| d | |
|---|---|
| 600: | 3,2 |
| 800: | 5,1 |
| 1000: | 7,8 |
| 1200: | 11,1 |
| 1400: | 15,0 |
| 1600: | 19,6 |
| 1800: | 24,8 |
| 2000: | 30,3 |

## 5.3 Belastning fra jevnt fordelt last på terreng

Belastnigene er gitt ved ligning (3) i pkt. 4.4.

$Q_p$ = 11,57D (kN/m med p = 10 kN/m² og D i m)

RØR TYPE NS 3027
UARMERT

| d | |
|---|---|
| 100: | 1,7 |
| 125: | 2,0 |
| 150: | 2,4 |
| 200: | 3,1 |
| 250: | 3,7 |
| 300: | 4,5 |
| 400: | 5,8 |
| 400: | 6,0 |
| 500: | 7,2 |
| 500: | 7,5 |

RØR TYPE MUVA
UARMERT

| d | |
|---|---|
| 100: | 1,8 |
| 125: | 2,1 |
| 150: | 2,5 |
| 200: | 3,2 |
| 250: | 3,9 |
| 250: | 4,0 |

RØR TYPE IG-RØR
UARMERT

| d | |
|---|---|
| 150: | 2,5 |
| 200: | 3,2 |
| 200: | 3,3 |
| 250: | 3,9 |
| 250: | 3,9 |
| 250: | 4,0 |
| 300: | 4,5 |
| 300: | 4,7 |
| 400: | 5,8 |
| 400: | 6,1 |

RØR FAVA
UARMERT

| d | |
|---|---|
| 300: | 5,0 |
| 400: | 6,2 |
| 500: | 7,8 |

RØR TYPE PRE-BAS
UARMERT

| d | |
|---|---|
| 400: | 6,6 |
| 500: | 7,9 |

RØR TYPE NS 3028, FAVA OG
PRE-BAS - ARMERT

| d | |
|---|---|
| 600: | 9,1 |
| 800: | 11,5 |
| 1000: | 14,2 |
| 1200: | 17,0 |
| 1400: | 19,8 |
| 1600: | 22,6 |
| 1800: | 25,5 |
| 2000: | 28,1 |

## 5.4 Belastning fra punktlast

Belastningene er gitt fra ligning (6) i pkt. 4.5:

$$Q_p = Q_{pfig} \cdot (1+K) \cdot \frac{\psi}{1,75} \cdot \frac{130}{125}$$

RØR TYPE NS 3027 - UARMERT

| h | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 |
|---|---|---|---|---|---|
| d | | | | | |
| 100: | 22,3 | 8,8 | 4,1 | 2,0 | 1,0 |
| 125: | 24,3 | 11,7 | 4,6 | 2,5 | 1,5 |
| 150: | 25,1 | 12,9 | 5,1 | 3,0 | 2,0 |
| 200: | 28,4 | 16,4 | 6,1 | 3,5 | 2,0 |
| 250: | 34,4 | 19,3 | 7,7 | 4,0 | 2,5 |
| 300: | 38,6 | 21,2 | 9,2 | 5,1 | 3,0 |
| 400: | 45,6 | 24,3 | 10,8 | 6,6 | 4,0 |
| 400: | 47,0 | 26,0 | 11,6 | 7,1 | 4,5 |
| 500: | 51,4 | 28,4 | 12,2 | 8,1 | 5,1 |
| 500: | 52,4 | 29,5 | 12,5 | 8,1 | 5,1 |

RØR TYPE MUVA - UARMERT

| h | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 |
|---|---|---|---|---|---|
| d | | | | | |
| 100: | 21,8 | 8,8 | 4,1 | 2,0 | 1,0 |
| 125: | 23,9 | 11,7 | 4,6 | 2,5 | 1,5 |
| 150: | 24,8 | 12,9 | 5,1 | 3,0 | 2,0 |
| 200: | 28,1 | 16,2 | 6,1 | 3,5 | 2,0 |
| 250: | 34,2 | 19,2 | 7,7 | 4,0 | 2,5 |
| 250: | 34,0 | 18,9 | 7,7 | 4,0 | 2,5 |

RØR TYPE IG-RØR - UARMERT

| h | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 |
|---|---|---|---|---|---|
| d | | | | | |
| 150: | 24,8 | 12,9 | 5,1 | 3,0 | 2,0 |
| 200: | 28,1 | 16,2 | 6,1 | 3,5 | 2,0 |
| 200: | 27,9 | 16,0 | 6,1 | 3,5 | 2,0 |
| 250: | 34,2 | 19,2 | 7,7 | 4,0 | 2,5 |
| 250: | 34,1 | 19,0 | 7,7 | 4,0 | 2,5 |
| 250: | 34,0 | 18,9 | 7,7 | 4,0 | 2,5 |
| 300: | 38,5 | 21,2 | 9,2 | 5,1 | 3,0 |
| 300: | 38,3 | 20,9 | 9,2 | 5,1 | 3,0 |
| 400: | 45,6 | 24,3 | 10,8 | 6,6 | 4,0 |
| 400: | 45,3 | 24,1 | 10,6 | 6,6 | 4,0 |

RØR TYPE FAVA - UARMERT

| h | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 |
|---|---|---|---|---|---|
| d | | | | | |
| 300: | 41,4 | 23,4 | 10,2 | 6,1 | 3,0 |
| 400: | 47,6 | 26,6 | 11,4 | 7,1 | 4,0 |
| 500: | 53,0 | 29,7 | 13,2 | 8,1 | 5,1 |

RØR TYPE PRE-BAS - UARMERT

| h | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 |
|---|---|---|---|---|---|
| d | | | | | |
| 400: | 49,0 | 28,0 | 12,1 | 8,1 | 4,5 |
| 500: | 55,3 | 31,2 | 14,0 | 8,5 | 5,1 |

RØR TYPE NS 3028, FAVA OG PRE-BAS
ARMERT

| d | h 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 |
|---|---|---|---|---|---|
| 600: | 57,8 | 33,8 | 14,3 | 8,5 | 7,6 |
| 800: | 63,0 | 39,0 | 17,4 | 10,5 | 7,7 |
| 1000: | 80,0 | 45,7 | 19,6 | 12,3 | 8,9 |
| 1200: | 94,6 | 53,2 | 22,6 | 14,1 | 10,1 |
| 1400: | 105,3 | 58,5 | 25,6 | 15,9 | 11,3 |
| 1600: | 113,9 | 64,6 | 27,3 | 16,9 | 12,5 |
| 1800: | 117,2 | 68,5 | 30,3 | 19,4 | 13,7 |
| 2000: | 119,1 | 71,7 | 32,6 | 20,5 | 14,9 |

## 6. LASTKOMBINASJONER

### 6.1 Generelt

For at et rør skal tilfredsstille alle krav som det er nødvendig å stille, må det dimensjoneres både i bruksgrensetilstanden og bruddgrensetilstanden.

Generelt vil et uarmert rør få sprøtt brudd og dimensjonerende last vil være $Q_{B2}$ som krever en minimum sikkerhet mot brudd på

1,5 · total rørbelastning i bruksgrensetilstanden.

Denne sikkerhet kreves også for armerte rør. For rør armert med bløtt stål eller kamstål vil antagelig dette kravet være uten betydning da kravet til bruksgrensetilstanden vil være dimensjonerende. Det kan imidlertid tenkes brukt armeringstyper i fremtiden f.eks. fiberarmering. Hvis slike armeringstyper gir sprøtt brudd, vil ovennevnte krav være berettiget og nødvendig.

For armerte rør som får seigt brudd, vil som nevnt bruksgrensetilstand være dimensjonerende. Dette kravet er satt slik at rør i bruksgrensetilstanden ikke får riss med bredde større enn 0,3 mm.

6.2 Total belastning bruksgrensetilstand

Lastfaktorene regnes 1,0 for alle lasttyper.

$$Q = Q_f + Q_v + \text{den største av } \begin{cases} Q_p \\ Q_p \end{cases}$$

i kN/m

RØR TYPE NS 3027 - UARMERT

| h | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| d | | | | | | | | | | | |
| 100: | 23,9 | 12,1 | 10,9 | 12,2 | 15,3 | 18,7 | 22,2 | 25,6 | 29,0 | 32,4 | 35,9 |
| 125: | 26,3 | 15,7 | 12,6 | 14,6 | 18,1 | 22,2 | 26,2 | 30,3 | 34,3 | 38,4 | 42,4 |
| 150: | 27,3 | 17,5 | 14,5 | 17,1 | 21,3 | 26,1 | 30,8 | 35,6 | 40,4 | 45,1 | 49,9 |
| 200: | 31,2 | 22,3 | 18,1 | 21,6 | 27,3 | 33,4 | 39,5 | 45,6 | 51,7 | 57,9 | 64,0 |
| 250: | 37,7 | 26,4 | 22,3 | 26,1 | 33,3 | 40,7 | 48,2 | 55,7 | 63,2 | 70,7 | 78,2 |
| 300: | 42,5 | 29,6 | 26,6 | 31,5 | 39,9 | 48,8 | 57,8 | 66,8 | 75,8 | 84,8 | 93,7 |
| 400: | 50,4 | 34,9 | 33,0 | 40,4 | 51,1 | 62,7 | 74,3 | 85,9 | 97,4 | 109,0 | 120,6 |
| 400: | 52,0 | 37,0 | 34,5 | 41,9 | 52,8 | 64,7 | 76,7 | 88,6 | 100,5 | 112,5 | 124,4 |
| 500: | 57,1 | 41,3 | 39,5 | 49,7 | 63,2 | 77,5 | 91,8 | 106,2 | 120,5 | 134,9 | 149,2 |
| 500: | 58,2 | 42,8 | 40,7 | 51,2 | 65,5 | 80,4 | 95,3 | 110,2 | 125,1 | 140,0 | 154,9 |

AADNES

## RØR TYPE MUVA - UARMERT

| h | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| d | | | | | | | | | | | |
| 100: | 23,5 | 12,3 | 11,3 | 12,8 | 16,3 | 20,0 | 23,6 | 27,3 | 30,9 | 34,6 | 38,2 |
| 125: | 25,9 | 15,9 | 13,1 | 15,2 | 19,1 | 23,4 | 27,7 | 32,0 | 36,2 | 40,5 | 44,8 |
| 150: | 27,1 | 17,7 | 14,9 | 17,8 | 22,3 | 27,3 | 32,3 | 37,3 | 42,3 | 47,3 | 52,3 |
| 200: | 31,0 | 22,3 | 18,5 | 22,2 | 28,3 | 34,6 | 41,0 | 47,3 | 53,7 | 60,0 | 66,3 |
| 250: | 37,7 | 26,5 | 22,8 | 26,8 | 34,4 | 42,1 | 49,9 | 57,6 | 65,3 | 73,1 | 80,8 |
| 250: | 37,5 | 26,4 | 23,2 | 27,5 | 35,6 | 43,6 | 51,6 | 59,6 | 67,6 | 75,6 | 83,6 |

## RØR TYPE IG-RØR - UARMERT

| h | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| d | | | | | | | | | | | |
| 150: | 27,1 | 17,7 | 14,9 | 17,8 | 22,3 | 27,3 | 32,3 | 37,3 | 42,3 | 47,3 | 52,3 |
| 200: | 31,0 | 22,3 | 18,5 | 22,2 | 28,3 | 34,6 | 41,0 | 47,3 | 53,7 | 60,0 | 66,3 |
| 200: | 30,9 | 22,2 | 18,8 | 22,8 | 29,1 | 35,6 | 42,1 | 48,7 | 55,2 | 61,7 | 68,2 |
| 250: | 37,7 | 26,5 | 22,8 | 26,8 | 34,4 | 42,1 | 49,9 | 57,6 | 65,3 | 73,1 | 80,8 |
| 250: | 37,6 | 26,4 | 23,0 | 27,2 | 34,9 | 42,8 | 50,7 | 58,5 | 66,4 | 74,3 | 82,1 |
| 250: | 37,5 | 26,4 | 23,2 | 27,5 | 35,6 | 43,6 | 51,6 | 59,6 | 67,6 | 75,6 | 83,6 |
| 300: | 42,5 | 29,7 | 26,7 | 31,6 | 40,0 | 49,1 | 58,1 | 67,1 | 76,1 | 85,2 | 94,2 |
| 300: | 42,3 | 29,6 | 27,3 | 32,6 | 41,6 | 51,0 | 60,4 | 69,8 | 79,2 | 88,6 | 98,0 |
| 400: | 50,4 | 34,9 | 33,0 | 40,4 | 51,1 | 62,7 | 74,3 | 85,9 | 97,4 | 109,0 | 120,6 |
| 400: | 50,3 | 35,2 | 33,9 | 42,0 | 53,7 | 65,9 | 78,1 | 90,2 | 102,4 | 114,6 | 126,7 |

## RØR TYPE FAVA - UARMERT

| h | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| d | | | | | | | | | | | |
| 300: | 45,6 | 32,6 | 29,3 | 35,2 | 44,0 | 54,0 | 63,9 | 73,9 | 83,8 | 93,8 | 103,7 |
| 400: | 52,7 | 38,0 | 35,3 | 43,5 | 55,1 | 67,6 | 80,1 | 92,6 | 105,1 | 117,6 | 130,0 |
| 500: | 59,0 | 43,5 | 42,5 | 52,9 | 68,1 | 83,6 | 99,1 | 114,6 | 130,1 | 145,6 | 161,1 |

RØR TYPE PRE-BAS - UARMERT

| d \ h | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 400: | 54,3 | 39,9 | 37,2 | 46,4 | 58,1 | 71,2 | 84,4 | 97,6 | 110,8 | 124,0 | 137,2 |
| 500: | 61,4 | 45,2 | 43,9 | 54,2 | 69,4 | 85,3 | 101,1 | 116,9 | 132,7 | 148,6 | 164,4 |

RØR TYPE NS 3028, FAVA OG PRE-BAS - ARMERT

| d \ h | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 600: | 64,6 | 49,7 | 48,4 | 61,5 | 79,7 | 97,9 | 116,2 | 134,4 | 152,6 | 170,9 | 189,1 |
| 800: | 70,8 | 58,3 | 59,7 | 76,9 | 99,9 | 123,0 | 146,0 | 169,1 | 192,1 | 215,2 | 238,2 |
| 1000: | 88,5 | 68,4 | 70,8 | 93,9 | 122,3 | 150,8 | 179,2 | 207,7 | 236,2 | 264,6 | 293,1 |
| 1200: | 105,7 | 79,0 | 82,5 | 110,9 | 145,0 | 179,0 | 213,1 | 247,2 | 281,2 | 315,3 | 349,3 |
| 1400: | 120,3 | 86,9 | 93,6 | 127,4 | 167,1 | 206,7 | 246,3 | 285,9 | 325,5 | 365,1 | 404,8 |
| 1600: | 133,5 | 95,3 | 103,2 | 143,6 | 188,8 | 234,0 | 279,2 | 324,3 | 369,5 | 414,7 | 459,8 |
| 1800: | 142,0 | 100,9 | 113,6 | 159,8 | 210,7 | 261,6 | 312,5 | 363,4 | 414,3 | 465,2 | 516,1 |
| 2000: | 149,4 | 105,4 | 122,6 | 174,3 | 230,5 | 286,8 | 343,0 | 399,2 | 455,5 | 511,7 | 567,9 |

6.3 Total belastning, bruddgrensetilstand 1

Lastfaktor = 1,0 for $Q_f$ og $Q_v$ og 1,3 for nyttelaster.

$$Q_{B1} = 1,0\ (Q_f + Q_v) + \text{den største av} \begin{cases} 1,3\ Q_p \\ 1,3\ Q_p \end{cases}$$

(kN/m)

RØR TYPE NS 3027 - UARMERT

| d \ h | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 100: | 30,6 | 14,7 | 12,1 | 12,8 | 15,8 | 19,2 | 22,7 | 26,1 | 29,5 | 32,9 | 36,4 |
| 125: | 33,6 | 19,2 | 14,0 | 15,3 | 18,7 | 22,8 | 26,8 | 30,9 | 34,9 | 39,0 | 43,0 |
| 150: | 34,8 | 21,4 | 16,0 | 18,0 | 22,0 | 26,8 | 31,5 | 36,3 | 41,1 | 45,8 | 50,6 |
| 200: | 39,7 | 27,2 | 19,9 | 22,7 | 28,2 | 34,3 | 40,4 | 46,5 | 52,6 | 58,8 | 64,9 |
| 250: | 48,0 | 32,2 | 24,6 | 27,3 | 34,4 | 41,8 | 49,3 | 56,8 | 64,3 | 71,8 | 79,3 |
| 300: | 54,1 | 36,0 | 29,4 | 33,0 | 41,3 | 50,2 | 59,2 | 68,2 | 77,2 | 86,2 | 95,1 |
| 400: | 64,1 | 42,2 | 36,2 | 42,4 | 52,8 | 64,4 | 76,0 | 87,6 | 99,1 | 110,7 | 122,3 |
| 400: | 66,1 | 44,8 | 38,0 | 44,0 | 54,6 | 66,5 | 78,5 | 90,4 | 102,3 | 114,3 | 126,2 |
| 500: | 72,5 | 49,8 | 43,2 | 52,1 | 65,4 | 79,7 | 94,0 | 108,4 | 122,7 | 137,1 | 151,4 |
| 500: | 73,9 | 51,6 | 44,5 | 53,6 | 67,8 | 82,7 | 97,5 | 112,4 | 127,3 | 142,3 | 157,2 |

AAINSEN

## RØR TYPE MUVA - UARMERT

| h | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| d | | | | | | | | | | | |
| 100: | 30,0 | 14,9 | 12,5 | 13,4 | 16,8 | 20,5 | 24,1 | 27,8 | 31,4 | 35,1 | 38,7 |
| 125: | 33,1 | 19,4 | 14,5 | 15,9 | 19,7 | 24,0 | 28,3 | 32,6 | 36,8 | 41,1 | 45,4 |
| 150: | 34,5 | 21,6 | 16,4 | 18,7 | 23,1 | 28,1 | 33,0 | 38,0 | 43,0 | 48,0 | 53,0 |
| 200: | 39,4 | 27,2 | 20,3 | 23,3 | 29,3 | 35,6 | 42,0 | 48,3 | 54,7 | 61,0 | 67,3 |
| 250: | 48,0 | 32,3 | 25,1 | 28,0 | 35,6 | 43,3 | 51,1 | 58,8 | 66,5 | 74,3 | 82,0 |
| 250: | 47,7 | 32,1 | 25,5 | 28,7 | 36,8 | 44,8 | 52,8 | 60,8 | 68,8 | 76,8 | 84,8 |

## RØR TYPE IG-RØR - UARMERT

| h | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| d | | | | | | | | | | | |
| 150: | 34,5 | 21,6 | 16,4 | 18,7 | 23,1 | 28,1 | 33,0 | 38,0 | 43,0 | 48,0 | 53,0 |
| 200: | 39,4 | 27,2 | 20,3 | 23,3 | 29,3 | 35,6 | 42,0 | 48,3 | 54,7 | 61,0 | 67,3 |
| 200: | 39,3 | 27,0 | 20,6 | 23,9 | 30,1 | 36,6 | 43,1 | 49,7 | 56,2 | 62,7 | 69,2 |
| 250: | 48,0 | 32,3 | 25,1 | 28,0 | 35,6 | 43,3 | 51,1 | 58,8 | 66,5 | 74,3 | 82,0 |
| 250: | 47,8 | 32,1 | 25,3 | 28,4 | 36,1 | 44,0 | 51,9 | 59,7 | 67,6 | 75,5 | 83,3 |
| 250: | 47,7 | 32,1 | 25,5 | 28,7 | 36,8 | 44,8 | 52,8 | 60,8 | 68,8 | 76,8 | 84,8 |
| 300: | 54,0 | 36,1 | 29,5 | 33,1 | 41,4 | 50,5 | 59,5 | 68,4 | 77,5 | 86,6 | 95,6 |
| 300: | 53,8 | 35,9 | 30,1 | 34,1 | 43,0 | 52,4 | 61,8 | 71,2 | 80,6 | 90,0 | 99,4 |
| 400: | 64,1 | 42,2 | 36,2 | 42,4 | 52,8 | 64,4 | 76,0 | 87,6 | 99,1 | 110,7 | 122,3 |
| 400: | 63,9 | 42,4 | 37,1 | 44,0 | 55,5 | 67,7 | 79,9 | 92,0 | 104,2 | 116,4 | 128,5 |

## RØR TYPE FAVA - UARMERT

| h | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| d | | | | | | | | | | | |
| 300: | 58,0 | 39,6 | 32,4 | 37,0 | 45,5 | 55,5 | 65,4 | 75,4 | 85,3 | 95,3 | 105,2 |
| 400: | 67,0 | 46,0 | 38,7 | 45,6 | 57,0 | 69,5 | 82,0 | 94,5 | 107,0 | 119,5 | 131,9 |
| 500: | 74,9 | 52,4 | 46,5 | 55,3 | 70,4 | 85,9 | 101,4 | 116,9 | 132,4 | 147,9 | 163,4 |

RØR TYPE PRE-BAS - UARMERT

| h | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| d | | | | | | | | | | | |
| 400: | 69,0 | 48,3 | 40,8 | 48,8 | 60,1 | 73,2 | 86,4 | 99,6 | 112,8 | 126,0 | 139,2 |
| 500: | 78,0 | 54,6 | 48,1 | 56,8 | 71,8 | 87,7 | 103,5 | 119,3 | 135,1 | 151,0 | 166,8 |

RØR TYPE NS 3028, FAVA OG PRE-BAS - ARMERT

| h | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| d | | | | | | | | | | | |
| 600: | 81,9 | 59,8 | 52,7 | 64,2 | 82,4 | 100,6 | 118,9 | 137,1 | 155,3 | 173,6 | 191,8 |
| 800: | 89,7 | 70,0 | 64,9 | 80,3 | 103,4 | 126,5 | 149,4 | 172,6 | 195,6 | 218,7 | 241,7 |
| 1000: | 112,5 | 82,1 | 76,7 | 98,2 | 126,6 | 155,1 | 183,5 | 212,0 | 240,5 | 268,9 | 297,4 |
| 1200: | 134,1 | 95,0 | 89,3 | 116,0 | 150,1 | 184,1 | 218,2 | 252,3 | 286,3 | 320,4 | 354,4 |
| 1400: | 151,9 | 104,4 | 101,3 | 133,3 | 173,0 | 212,6 | 252,2 | 291,8 | 331,4 | 371,0 | 410,7 |
| 1600: | 167,7 | 114,7 | 111,4 | 150,4 | 195,6 | 240,8 | 286,0 | 331,1 | 376,3 | 421,5 | 466,6 |
| 1800: | 177,2 | 121,4 | 122,7 | 167,4 | 218,3 | 269,3 | 320,2 | 371,1 | 422,0 | 472,9 | 523,8 |
| 2000: | 185,1 | 126,9 | 132,4 | 182,7 | 238,9 | 295,2 | 351,4 | 407,6 | 463,9 | 520,1 | 576,3 |

6.4 Total belastning, bruddgrensetilstand 2

Lastfaktor 1,5 for totale laster i bruksgrensetilstanden.

$Q_{B2}$ = 1,5 Q hvor Q er gitt i pkt. 6.2 i kN/m

RØR TYPE NS 3027 - UARMERT

| h | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| d | | | | | | | | | | | |
| 100: | 35,8 | 18,1 | 16,4 | 18,3 | 23,0 | 28,0 | 33,3 | 38,4 | 43,5 | 48,6 | 53,8 |
| 125: | 39,4 | 23,5 | 18,9 | 21,9 | 27,1 | 33,3 | 39,3 | 45,5 | 51,4 | 57,6 | 63,6 |
| 150: | 41,0 | 26,3 | 21,8 | 25,6 | 32,0 | 39,2 | 46,2 | 53,4 | 60,6 | 67,7 | 74,8 |
| 200: | 46,8 | 33,5 | 27,1 | 32,4 | 40,9 | 50,1 | 59,3 | 68,4 | 77,6 | 86,8 | 96,0 |
| 250: | 56,6 | 39,6 | 33,5 | 39,2 | 50,0 | 61,0 | 72,3 | 83,6 | 94,8 | 106,1 | 117,3 |
| 300: | 63,7 | 44,4 | 39,9 | 47,3 | 59,8 | 73,2 | 86,7 | 100,2 | 113,7 | 127,2 | 140,6 |
| 400: | 75,6 | 52,3 | 49,5 | 60,6 | 76,7 | 94,0 | 111,4 | 128,9 | 146,1 | 163,5 | 180,9 |
| 400: | 78,0 | 55,5 | 51,8 | 62,9 | 79,2 | 97,0 | 115,1 | 132,9 | 150,8 | 168,8 | 186,6 |
| 500: | 85,7 | 61,9 | 59,3 | 74,5 | 94,8 | 116,3 | 137,7 | 159,3 | 180,8 | 202,3 | 223,8 |
| 500: | 87,3 | 64,2 | 61,0 | 76,8 | 98,3 | 120,6 | 142,9 | 165,3 | 187,6 | 210,0 | 232,4 |

AADNESEN

## RØR TYPE MUVA - UARMERT

| h | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| d | | | | | | | | | | | |
| 100: | 35,3 | 18,5 | 16,9 | 19,2 | 24,4 | 30,0 | 35,4 | 41,0 | 46,3 | 51,9 | 57,3 |
| 125: | 38,8 | 23,9 | 19,6 | 22,8 | 28,6 | 35,1 | 41,5 | 48,0 | 54,3 | 60,8 | 67,2 |
| 150: | 40,6 | 26,5 | 22,4 | 26,7 | 33,5 | 41,0 | 48,5 | 55,9 | 63,4 | 70,9 | 78,4 |
| 200: | 46,5 | 33,5 | 27,8 | 33,3 | 42,5 | 51,9 | 61,5 | 71,0 | 80,5 | 90,0 | 99,5 |
| 250: | 56,6 | 39,8 | 34,2 | 40,2 | 51,6 | 63,1 | 74,9 | 86,4 | 97,9 | 109,7 | 121,2 |
| 250: | 56,3 | 39,6 | 34,8 | 41,3 | 53,4 | 65,4 | 77,4 | 89,4 | 101,4 | 113,4 | 125,4 |

## RØR TYPE IG-RØR - UARMERT

| h | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| d | | | | | | | | | | | |
| 150: | 40,6 | 26,5 | 22,4 | 26,7 | 33,5 | 41,0 | 48,5 | 55,9 | 63,4 | 70,9 | 78,4 |
| 200: | 46,5 | 33,5 | 27,8 | 33,3 | 42,5 | 51,9 | 61,5 | 71,0 | 80,5 | 90,0 | 99,5 |
| 200: | 46,3 | 33,3 | 28,2 | 34,2 | 43,6 | 53,4 | 63,2 | 73,1 | 82,8 | 92,6 | 102,3 |
| 250: | 56,6 | 39,8 | 34,2 | 40,2 | 51,6 | 63,1 | 74,9 | 86,4 | 97,9 | 109,7 | 121,2 |
| 250: | 56,4 | 39,6 | 34,5 | 40,8 | 52,3 | 64,2 | 76,1 | 87,8 | 99,6 | 111,5 | 123,2 |
| 250: | 56,3 | 39,6 | 34,8 | 41,3 | 53,4 | 65,4 | 77,4 | 89,4 | 101,4 | 113,4 | 125,4 |
| 300: | 63,8 | 44,5 | 40,0 | 47,4 | 60,0 | 73,7 | 87,2 | 100,7 | 114,2 | 127,8 | 141,3 |
| 300: | 63,5 | 44,4 | 40,9 | 48,9 | 62,4 | 76,5 | 90,6 | 104,7 | 118,8 | 132,9 | 147,0 |
| 400: | 75,6 | 52,3 | 49,5 | 60,6 | 76,7 | 94,0 | 111,4 | 128,9 | 146,1 | 163,5 | 180,9 |
| 400: | 75,4 | 52,8 | 50,8 | 63,0 | 80,6 | 98,8 | 117,1 | 135,3 | 153,6 | 171,9 | 190,0 |

## RØR TYPE FAVA - UARMERT

| h | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| d | | | | | | | | | | | |
| 300: | 68,4 | 48,9 | 44,0 | 52,8 | 66,0 | 81,0 | 95,8 | 110,8 | 125,7 | 140,7 | 155,6 |
| 400: | 79,0 | 57,0 | 52,9 | 65,3 | 82,7 | 101,4 | 120,2 | 138,9 | 157,7 | 176,4 | 195,0 |
| 500: | 88,5 | 65,3 | 63,8 | 79,3 | 102,2 | 125,4 | 148,6 | 171,9 | 195,1 | 218,4 | 241,6 |

RØR TYPE PRE-BAS - UARMERT

| h / d | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 400: | 81,4 | 59,8 | 55,8 | 69,6 | 87,2 | 106,8 | 126,6 | 146,4 | 166,2 | 186,0 | 205,8 |
| 500: | 92,1 | 67,8 | 65,8 | 81,3 | 104,1 | 127,9 | 151,7 | 175,3 | 199,1 | 222,9 | 246,6 |

RØR TYPE NS 3028, FAVA OG PRE-BAS - ARMERT

| h / d | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 600: | 96,9 | 74,5 | 72,6 | 92,3 | 119,6 | 146,8 | 174,3 | 201,6 | 228,9 | 256,4 | 283,6 |
| 800: | 106,2 | 87,4 | 89,6 | 115,3 | 149,9 | 184,5 | 219,0 | 253,6 | 288,1 | 322,8 | 357,3 |
| 1000: | 132,8 | 102,6 | 106,2 | 140,9 | 183,5 | 226,2 | 268,8 | 311,5 | 354,3 | 396,9 | 439,7 |
| 1200: | 158,6 | 118,5 | 123,8 | 166,4 | 217,5 | 268,5 | 319,6 | 370,8 | 421,8 | 473,0 | 524,0 |
| 1400: | 180,5 | 130,4 | 140,4 | 191,1 | 250,7 | 310,0 | 369,5 | 428,9 | 488,3 | 547,6 | 607,2 |
| 1600: | 200,3 | 142,9 | 154,8 | 215,4 | 283,2 | 351,0 | 418,8 | 486,5 | 554,3 | 622,0 | 689,7 |
| 1800: | 213,0 | 151,4 | 170,4 | 239,7 | 316,0 | 392,4 | 468,8 | 545,1 | 621,5 | 697,8 | 774,1 |
| 2000: | 224,1 | 158,1 | 183,9 | 261,5 | 345,8 | 430,2 | 514,5 | 598,8 | 683,3 | 767,5 | 851,8 |

## 7. MOMENTER I RØR

Opptrende momenter som et rør må dimensjoneres for, vil være avhengig av belastningene på røret og belastningens fordeling på røret.

Som nevnt tidligere vil belastningenes fordeling på et rør være avhengig av hvordan røret legges, hvilke materialer som benyttes og hvordan gjenfyllingen blir foretatt. Følgelig vil leggeanvisninger være av stor betydning. I det følgende regnes at en leggeanvisning godkjent av Veglaboratoriet blir benyttet, og det antas at dette vil føre til at rørene får kvartsirkellaster som benyttet i [3]. Siden bruksgrensetilstanden vil bli dimensjonerende for armerte rør, og siden uarmerte rør får sprøtt brudd, regnes opptredende momenter i et rør ifølge elastisk analyse som angitt i [3].

$$M_1 = 0,0844 \cdot Q \cdot d_m \quad kN/m \qquad ....(7)$$

hvor

$Q$ = total belastning i kN/m (kvartsirkellast)

$d_m$ = midlere rørdiameter (i m)

## 8. KRAV TIL PRØVELASTER

### 8.1 Generelt

Det forutsettes at prøvningen utføres i henhold til NS 3029 [6].

Siden bruksgrensetilstanden blir dimensjonerende ved seigt brudd, og 1,5 · bruksgrensetilstanden ($Q_{B2}$) ved sprøtt brudd, baseres krav til prøvelasten på opptredende momenter i følge elastisk analyse.

Med kvartsirkellast som basislast blir som nevnt

$$M_1' = 0,0844 \cdot Q \cdot d_m$$

Prøvelast iflg. NS 3029 gir moment [3]

$$M_2' = (0,159 - 0,125 \cdot \varepsilon) \cdot P \cdot d_m$$

$$= (0,159 - 0,125 \cdot s/d_m) \cdot P \cdot d_m$$

hvor $s$ = bredde av lastfordelingen
$= \varepsilon \cdot d_m$

Settes momentene

$$M_1' = M_2'$$

blir

$$0,0844 \cdot Q \cdot d_m = (0,159 - 0,125\ s/d_m) \cdot P \cdot d_m$$

og forholdet mellom kvartsirkellast $Q$ og prøvelast gitt ved

$$\eta = \frac{Q}{P} = \frac{(0,159 - 0,125 \cdot s/d_m) \cdot d_m}{0,0844 \cdot d_m}$$

$$= 1,884 - 1,481\ s/d_m \qquad ... (8)$$

Iflg. NS 3029 er

s = 40 mm for rør d = 100, 125 og 150 mm

s = 80 mm for rør d = 200, 250 og 300 mm

s = 100 mm for rør d = 400, 500 og 600 mm

s = 100 mm for rør NS 3028

8.2 Grunnlag for bestemmelse av prøvelaster

Prøvelasten iflg. NS 3029 blir som nevnt gitt ved

$$\eta = \frac{1}{E} = \frac{Q}{P}$$

$$P = E \cdot Q \qquad \ldots (9)$$

hvor $\eta = \frac{1}{E}$ er gitt ved (8)

Følgende krav til prøvelaster vil da gjelde:

a) Bruksgrensetilstanden

$$P = E \cdot Q \qquad \ldots (10)$$

hvor Q er gitt i pkt. 6.2

b) Bruddgrensetilstand 1

$$P = E \cdot Q_{B1} \qquad \ldots (11)$$

hvor $Q_{B1}$ er gitt i pkt. 6.3

c) Bruddgrensetilstand 2

$$P = E \cdot Q_{B2} \qquad \ldots (12)$$

hvor $Q_{B2}$ er gitt i pkt. 6.4.

Siden $Q_{B1} < Q_{B2}$ vil betingelsen b) ovenfor ikke være dimensjonerende.

8.3 Krav til utførelse av prøvene

Prøvene utføres generelt som angitt i NS 3029 [6]. Siden denne standard bare omhandler prøvning til brudd, bør følgende tilføyes i pkt. 5 i denne standard:

"Prøvelasten skal økes jevnt inntil røret er påført en last lik den angitte risslast eller bruddlast.

Lastøkningen pr. minutt skal være ca. 1/3 av krav til prøven. Risslast defineres som den last som fremkaller riss med åpning 0,3 mm over en lengde på maks. 300 mm.".

9. KRAV TIL PRØVELASTER, BRUKSGRENSETILSTANDEN

Krav i kN/m for maks riss 0,3 mm i 300 mm lengde iflg. ligning (10).

RØR TYPE NS 3028, FAVA OG PRE-BAS - ARMERT

| h | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| d | | | | | | | | | | | |
| 600: | 38,7 | 29,8 | 29,0 | 36,8 | 47,7 | 58,6 | 69,6 | 80,5 | 91,4 | 102,3 | 113,2 |
| 800: | 41,2 | 33,9 | 34,7 | 44,7 | 58,1 | 71,6 | 84,9 | 98,4 | 111,8 | 125,2 | 138,6 |
| 1000: | 50,5 | 39,1 | 40,4 | 53,6 | 69,8 | 86,1 | 102,3 | 118,6 | 134,9 | 151,1 | 167,4 |
| 1200: | 59,6 | 44,6 | 46,5 | 62,5 | 81,8 | 101,0 | 120,2 | 139,4 | 158,6 | 177,8 | 197,0 |
| 1400: | 67,3 | 48,6 | 52,3 | 71,2 | 93,4 | 115,6 | 137,7 | 159,8 | 182,0 | 204,1 | 226,3 |
| 1600: | 74,1 | 52,9 | 57,3 | 79,8 | 104,9 | 130,0 | 155,1 | 180,1 | 205,2 | 230,3 | 255,4 |
| 1800: | 78,5 | 55,8 | 62,8 | 88,3 | 116,4 | 144,5 | 172,7 | 200,8 | 228,9 | 257,0 | 285,2 |
| 2000: | 82,2 | 58,0 | 67,5 | 95,9 | 126,9 | 157,8 | 188,8 | 219,7 | 250,7 | 281,6 | 312,5 |

AADNESEN

## 10. KRAV TIL PRØVELASTER. BRUDDGRENSETILSTANDEN

Krav i kN/m ved bruddgrensetilstanden iflg. ligning (12).

### RØR TYPE NS 3027 - UARMERT

| h | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| d | | | | | | | | | | | |
| 100: | 25,5 | 12,9 | 11,7 | 13,0 | 16,4 | 19,9 | 23,7 | 27,3 | 30,9 | 34,6 | 38,3 |
| 125: | 26,5 | 15,8 | 12,7 | 14,7 | 18,2 | 22,4 | 26,4 | 30,6 | 34,5 | 38,7 | 42,7 |
| 150: | 26,4 | 17,0 | 14,1 | 16,5 | 20,6 | 25,3 | 29,8 | 34,4 | 39,1 | 43,6 | 48,2 |
| 200: | 34,1 | 24,4 | 19,7 | 23,6 | 29,8 | 36,5 | 43,2 | 49,8 | 56,5 | 63,2 | 69,9 |
| 250: | 38,5 | 26,9 | 22,8 | 26,6 | 34,0 | 41,5 | 49,1 | 56,8 | 64,4 | 72,1 | 79,7 |
| 300: | 41,4 | 28,8 | 25,9 | 30,7 | 38,8 | 47,5 | 56,3 | 65,1 | 73,9 | 82,6 | 91,3 |
| 400: | 48,6 | 33,6 | 31,8 | 39,0 | 49,3 | 60,5 | 71,7 | 82,9 | 94,0 | 105,2 | 116,4 |
| 400: | 50,0 | 35,6 | 33,2 | 40,3 | 50,8 | 62,2 | 73,8 | 85,2 | 96,6 | 108,2 | 119,6 |
| 500: | 52,9 | 38,2 | 36,6 | 46,0 | 58,5 | 71,8 | 85,0 | 98,4 | 111,6 | 124,9 | 138,2 |
| 500: | 53,7 | 39,5 | 37,5 | 47,3 | 60,5 | 74,2 | 87,9 | 101,7 | 115,4 | 129,2 | 143,0 |

### RØR TYPE MUVA - UARMERT

| h | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| d | | | | | | | | | | | |
| 100: | 24,8 | 13,0 | 11,9 | 13,5 | 17,1 | 21,1 | 24,8 | 28,8 | 32,5 | 36,4 | 40,2 |
| 125: | 25,8 | 15,9 | 13,1 | 15,2 | 19,0 | 23,4 | 27,6 | 32,0 | 36,2 | 40,5 | 44,7 |
| 150: | 26,0 | 17,0 | 14,4 | 17,1 | 21,5 | 26,3 | 31,1 | 35,8 | 40,6 | 45,4 | 50,3 |
| 200: | 33,6 | 24,2 | 20,1 | 24,1 | 30,7 | 37,5 | 44,4 | 51,3 | 58,2 | 65,0 | 71,9 |
| 250: | 38,3 | 26,9 | 23,1 | 27,2 | 34,9 | 42,7 | 50,7 | 58,5 | 66,2 | 74,2 | 82,0 |
| 250: | 37,9 | 26,6 | 23,4 | 27,8 | 35,9 | 44,0 | 52,1 | 60,1 | 68,2 | 76,3 | 84,4 |

AADNESEN

## RØR TYPE IG-RØR - UARMERT

| h | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| d | | | | | | | | | | | |
| 150: | 26,0 | 17,0 | 14,4 | 17,1 | 21,5 | 26,3 | 31,1 | 35,8 | 40,6 | 45,4 | 50,3 |
| 200: | 33,6 | 24,2 | 20,1 | 24,1 | 30,7 | 37,5 | 44,4 | 51,3 | 58,2 | 65,0 | 71,9 |
| 200: | 33,3 | 23,9 | 20,3 | 24,6 | 31,3 | 38,4 | 45,4 | 52,5 | 59,5 | 66,5 | 73,5 |
| 250: | 38,3 | 26,9 | 23,1 | 27,2 | 34,9 | 42,7 | 50,7 | 58,5 | 66,2 | 74,2 | 82,0 |
| 250: | 38,1 | 26,7 | 23,3 | 27,5 | 35,3 | 43,3 | 51,3 | 59,2 | 67,2 | 75,2 | 83,1 |
| 250: | 37,9 | 26,6 | 23,4 | 27,8 | 35,9 | 44,0 | 52,1 | 60,1 | 68,2 | 76,3 | 84,4 |
| 300: | 41,4 | 28,9 | 26,0 | 30,8 | 38,9 | 47,8 | 56,6 | 65,4 | 74,1 | 83,0 | 91,7 |
| 300: | 41,0 | 28,7 | 26,4 | 31,6 | 40,3 | 49,4 | 58,5 | 67,6 | 76,7 | 85,8 | 94,9 |
| 400: | 48,6 | 33,6 | 31,8 | 39,0 | 49,3 | 60,5 | 71,7 | 82,9 | 94,0 | 105,2 | 116,4 |
| 400: | 48,2 | 33,8 | 32,5 | 40,3 | 51,5 | 63,2 | 74,9 | 86,5 | 98,2 | 109,9 | 121,5 |

## RØR TYPE FAVA - UARMERT

| h | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| d | | | | | | | | | | | |
| 300: | 43,9 | 31,4 | 28,2 | 33,9 | 42,3 | 51,9 | 61,4 | 71,1 | 80,6 | 90,2 | 99,8 |
| 400: | 50,4 | 36,3 | 33,7 | 41,6 | 52,7 | 64,6 | 76,6 | 88,5 | 100,5 | 112,4 | 124,3 |
| 500: | 54,3 | 40,0 | 39,1 | 48,6 | 62,7 | 76,9 | 91,1 | 105,4 | 119,6 | 133,9 | 148,2 |

## RØR TYPE PRE-BAS - UARMERT

| h | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| d | | | | | | | | | | | |
| 400: | 51,6 | 37,9 | 35,3 | 44,1 | 55,2 | 67,7 | 80,2 | 92,7 | 105,3 | 117,8 | 130,4 |
| 500: | 56,4 | 41,5 | 40,3 | 49,8 | 63,7 | 78,3 | 92,9 | 107,3 | 121,9 | 136,4 | 150,9 |

RØR TYPE NS3028, FAVA OG PRE-BAS - ARMERT

| h | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| d | | | | | | | | | | | |
| 600: | 58,0 | 44,6 | 43,5 | 55,3 | 71,6 | 87,9 | 104,3 | 120,7 | 137,0 | 153,5 | 169,8 |
| 800: | 61,8 | 50,8 | 52,1 | 67,1 | 87,2 | 107,3 | 127,4 | 147,5 | 167,6 | 187,8 | 207,9 |
| 1000: | 75,8 | 58,6 | 60,6 | 80,5 | 104,8 | 129,2 | 153,5 | 177,9 | 202,3 | 226,7 | 251,1 |
| 1200: | 89,5 | 66,8 | 69,8 | 93,9 | 122,7 | 151,4 | 180,3 | 209,1 | 237,9 | 266,8 | 295,5 |
| 1400: | 100,9 | 72,9 | 78,5 | 106,8 | 140,2 | 173,3 | 206,6 | 239,8 | 273,0 | 306,1 | 339,5 |
| 1600: | 111,2 | 79,4 | 86,0 | 119,6 | 157,3 | 194,9 | 232,6 | 270,2 | 307,9 | 345,5 | 383,1 |
| 1800: | 117,7 | 83,7 | 94,2 | 132,4 | 174,6 | 216,8 | 259,0 | 301,2 | 343,4 | 385,6 | 427,7 |
| 2000: | 123,3 | 87,0 | 101,2 | 143,9 | 190,3 | 236,8 | 283,2 | 329,6 | 376,1 | 422,4 | 468,8 |

## 11. ANDRE KRAV

I denne rapport blir bare krav til rørets styrke behandlet. For øvrige krav bør henholdsvis NS 3027 og NS 3028 følges. Dessuten har man som nevnt basert seg på leggeforskrifter godkjent av Veglaboratoriet.

## 12. LITTERATURHENVISNINGER


1. Veglaboratoriets internrapport nr. 1305, Betongrør delrapport 3, Forslag til dimensjonerende laster og prøvelaster, januar 1987.

2. Veglaboratoriet. Telefax av 21/11-90.

3. Aadnesen, L.: Beregning og dimensjonering av nedgravde betongrør. Anvisning nr. 7, Norges Byggforskningsinstitutt, august 1973.

4. NS 3027 Betongrør. Rør og rørdeler av uarmert betong, Norges Byggstandardiseringsråd 2. utgave, august 1975.

5. NS 3028 Betongrør. Armerte falsrør uten fot, Norges Byggstandardiseringsråd, desember 1970.

6. NS 3029 Betongrør. Prøvningsmetoder, Norges Byggstandardiseringsråd, november 1970.


div
1072
krav