

1. UDGAVE DEC. 1967

DANSK INGENIØRFORENING  
LÆGNINGSBESTEMMELSER FOR

# AFLØBSLEDNINGER I JORD



EFTERTRYK FORBUDT

TEKNISK FORLAG  
KØBENHAVN

## INDHOLD

Forord .....	side	5
1. Anvendelsesområde .....	-	8
2. Understøtning .....	-	11
3. Samling .....	-	12
4. Fyldning .....	-	13
5. Prøvning af den lagte ledning .....	-	14
Litteratur .....	-	15
Appendix .....	-	16

## FORORD

I 1961 vedtog Dansk Ingeniørforenings hovedbestyrelse efter indstilling fra »Det permanente udvalg vedrørende betonvarer« at nedsætte et arbejdsudvalg til revision af »Normer for betonvarer«, DS 400, bestående af:

Civilingeniør *Jens Johansen* (formand).  
Underdirektør, civilingeniør *Folmer Jørgensen*.  
Afdelingsingeniør, cand. polyt. *K. Malmstedt*.  
Civilingeniør, dr. techn. *E. V. Meyer*.  
Civilingeniør *Leif Nørgaard*.  
Civilingeniør *Viggo Sthyr*.

og med akademiingeniør *H. Albinus Jørgensen* som sekretær.

Dette udvalg suppleret med afdelingsingeniør, cand. polyt. O. Husted og salgsdirektør, civilingeniør P. Panduro har gennemgået og revideret et forslag til nærværende »Lægningsbestemmelser for afløbsledninger i jord«, som er udarbejdet af et underudvalg bestående af:

Civilingeniør *Jens Johansen* (formand).  
Stads- og havneingeniør, cand. polyt. *J. P. Andreassen*.  
Afdelingsingeniør, cand. polyt. *O. Husted*.  
Underdirektør, civilingeniør *Folmer Jørgensen*.  
Civilingeniør, dr. techn. *E. V. Meyer*.  
Salgsdirektør, civilingeniør *P. Panduro*.  
Civilingeniør *Flemming Petri*,

og med akademiingeniør *H. Albinus Jørgensen* som sekretær.

De i forslaget angivne kurver er beregnet af civilingeniørerne *J. Carbel*, *N. H. Christensen* og *J. B. Ingwersen*.

Forslaget har været behandlet i det repræsentative normudvalg for normer for betonvarer, DS 400, hvis medlemmer er:

Danmarks tekniske Højskole: Lektor, civilingeniør *Ole Glarbo*.  
Dansk Arbejdsmandsforbund: Forretningsfører *Simony Simonsen*.  
Danske Arkitekters  
Landsforbund: Arkitekt, m.a.a. *Børge Wille*.  
Dansk Cementcentral A/S: Ingeniør *H. Groth-Andersen*.  
Dansk Ingeniørforening: Civilingeniør *Jens Johansen* (formand).

Underdirektør, civilingeniør Folmer Jørgensen.  
Civilingeniør, dr. techn. Erik V. Meyer.

Dansk Standardiseringsråd: Civilingeniør Leif Nørgaard.  
Entreprenørforeningen: Civilingeniør Flemming Petri.  
Københavns Magistrat, 4. afd.: Afdelingsingeniør, cand. polyt. O. Husted.  
Landbrugsministeriet: Civilingeniør B. S. Andersen  
(til sin død 12. april 1964).  
(fra 12. april 1964).  
Civilingeniør E. B. Jacobsen.

Landsforeningen Dansk  
Betonvare-Industri: Civilingeniør Flemming Madsen (til marts 1966).  
Direktør, ingeniør Kr. Henriksen  
(fra marts 1966).

Ministeriet for offentlige  
Arbejder: Generaldirektoratet for  
statsbanerne: Afdelingsingeniør, cand. polyt.  
C. A. Schaffalitzky de Muckadell.  
Vejdirektoratet: Ingeniørdocent, civilingeniør Morten Ludvigsen.

Stads- og Havneingeniør-  
foreningen: Stads- og havneingeniør J. P. Andreasen.

Statens Byggeforsknings-  
institut: Civilingeniør Niels Munk Plum  
(til udgangen af 1964).

Statsprøveanstalten: Afdelingsingeniør, cand. polyt. K. Malmstedt,  
og som har akademiingeniør H. Albinus Jørgensen som sekretær.

Forslaget blev med enkelte ændringer godkendt på dette repræsentative ud-  
valgs møde i november 1965.

Desuden har forslaget været forelagt i det repræsentative normudvalg for  
normer for lerrør, hvis medlemmer er:

Amtsvejinspektørforeningen: Amtsvejinspektør, civilingeniør J. M. Olsen.  
Boligministeriet: Civilingeniør Søren Rasmussen.  
Danmarks tekniske Højskole: Lektor, civilingeniør E. Bahl Andersen.  
Dansk Ingeniørforening: Civilingeniør Jens Johansen (formand).  
Laboratorieforsker, civilingeniør H. Dührkop.  
Afdelingsingeniør, cand. polyt. O. Husted.  
Afdelingschef, civilingeniør  
C. V. Schledermann Larsen  
(til udgangen af 1965).

Afdelingsingeniør, cand. polyt. K. Malmstedt.  
Civilingeniør P. Panduro.  
Civilingeniør Leif Nørgaard.  
Civilingeniør Flemming Petri.

Dansk Standardiseringsråd: Civilingeniør Leif Nørgaard.  
Entreprenørforeningen: Civilingeniør Flemming Petri.  
Foreningen af Rådgivende  
Ingeniører: Civilingeniør V. F. Michaelsen.  
Hasle Klinker- og Chamotte-  
stensfabrik: Produktionschef, civilingeniør E. D. Smidth.  
Kalk- og Teglværksforeningen: Direktør, civilingeniør Svend Barfoed.  
Københavns Magistrat, 4. afd.: Overingeniør, cand. polyt. Aksel Skadhauge.  
Landbrugsministeriet: Civilingeniør E. B. Jacobsen.  
Ministeriet for offentlige  
Arbejder: Generaldirektoratet for  
statsbanerne: Afdelingsingeniør, cand. polyt.  
C. A. Schaffalitzky de Muckadell.  
Stads- og Havneingeniør-  
foreningen: Kommuneingeniør, cand. polyt. Niels Elsnab.  
Statsprøveanstalten: Afdelingsingeniør, cand. polyt. K. Malmstedt.

og som har akademiingeniør H. Albinus Jørgensen som sekretær.

Forslaget godkendtes med enkelte ændringer på dette repræsentative ud-  
valgs møde i december 1965.

Efter at udvalgene havde fået Dansk Ingeniørforenings fagråds godkendelse  
af, at forslaget blev fremlagt til offentlig kritik, skete denne fremlæggelse i  
perioden 1/2-31/3 1966.

På grundlag af den indkomne kritik omarbejdede udvalgene forslaget, og  
nærværende lægningsbestemmelser er godkendt i Dansk Ingeniørforenings fag-  
råd den 17. oktober 1966.

DANSK INGENIØRFORENING



Gunnar P. Rosendahl  
formand.

## 1. ANVENDELSESOMRÅDE

under forudsætning af sikkerhedsgrad 1,5 og uden hvilende overfladelast og bevægelig belastning.

For hver rørtype er angivet størrelsen af bærefaktorerne for henholdsvis lodret og vandret jordbelastning. En bærefaktor er defineret som forholdet mellem den jordbelastning, som under de givne understøtningsforhold giver samme spænding i røret som den beregningsmæssige brudbelastning, og denne beregningsmæssige brudbelastning.

I normerne for de enkelte rørtypen er for hver rørdiameter angivet en sådan beregningsmæssig brudbelastning. Den er udregnet således, at den i forbindelse med bærefaktorerne giver den maksimale jordbelastning, som røret må udsættes for, dog under hensyntagen til sikkerhedsfaktoren.

### 1.1 DS 400. 3.1.1, Mufferør (ældre type)

Rør større end eller lig med  $\phi$  25 cm er beregnet til at benyttes i indtil 3,0 m's dybde til bundløb *uden* hvilende overfladelast og bevægelig belastning og under *normale* jordbunds- og belastningsforhold, med en gravebredde ved rørtop på udvendig mufferdiameter + 30 cm. Dette kan i almindelighed ikke opnås ved gravning med maskine til gravningens bund, hvorfor der fra rørtop til gravningens bund bør graves på en sådan måde, at gravningens sider bliver lodrette.

d = 10 og 15 cm:

Bærefaktor for lodret jordbelastning 1,1.

Bærefaktor for vandret jordbelastning 2,1.

d  $\geq$  20 cm:

Bærefaktor for lodret jordbelastning 1,7.

Bærefaktor for vandret jordbelastning 2,2.

### 1.2 DS 402. D. (1945). Glaserede lerrør (udgår 1967)

Som under 1.1.

### 1.3 DS 400. 3.10. Landbrugsrør

Rørene er beregnet til at benyttes i indtil 3,0 m's dybde til bundløb *uden* hvilende overfladebelastning og bevægelig belastning og under *normale* jordbunds- og belastningsforhold med en gravebredde ved rørtop på ikke over udvendig diameter + 35 cm.

I øvrigt som under 1.1.

## 1.4

For de under 1.1, 1.2 og 1.3 angivne rør gælder, at tilladelig dybde ved vanskeligere jordbundsforhold (våd lerjord) eller ved større gravningsbredder end forudsat må reduceres i henhold til særlig beregning\*).

Ved lægning under gunstigere jordbundsforhold (lettere, kohæsiøsløse fyldmaterialer) end forudsat kan større dybder end 3,0 m benyttes efter særlig beregning.

Tilladelig dybde skal efter særlig beregning reduceres i forhold til hvilende overfladebelastning og bevægelig belastning med stødtillæg (også gældende for arbejdsmaskiner under arbejdets udførelse).

For små lægningsdybder er en beregning af rørenes belastning nødvendig. Påvirkning fra koncentreret overfladelast vokser meget hurtigt med aftagende dybde.

### 1.5 DS 400. 3.1.2, Mufferør til rulle-ringpakninger

I fig. er angivet tilladelig lægningsdybde ved varierende gravningsbredder ved rørtop for de forskellige rørdimensioner. For manglende rørdimensioner kan interpoleres. Kurverne angiver lægningsdybden *uden* hvilende overfladebelastning og bevægelig belastning.

d = 10 og 15 cm:

Bærefaktor for lodret jordbelastning 1,1.

Bærefaktor for vandret jordbelastning 2,0.

d  $\geq$  20 cm:

Bærefaktor for lodret jordbelastning 1,7.

Bærefaktor for vandret jordbelastning 2,1.

Fig. 1: Se appendix 1.

### 1.6 DS 402. Glaserede lerrør (under udarbejdelse 1966)

Som under 1.5.

d = 10 og 15 cm:

Bærefaktor for lodret jordbelastning 1,1.

Bærefaktor for vandret jordbelastning 2,1.

d  $\geq$  20 cm:

Bærefaktor for lodret jordbelastning 1,7.

Bærefaktor for vandret jordbelastning 2,2.

Fig. 2: Se appendix 1.

\*) Der henvises til litteraturlisten pag. 15.

### 1.7 DS 400. 3.1.3, Cirkulære falsrør med fod

Som under 1.5.

Bærefaktor for lodret jordbelastning 2,8.

Bærefaktor for vandret jordbelastning 3,5.

Fig. 3: Se appendix 1.

### 1.8 DS 400. 3.8 Spidsbundsør

Som under 1.5.

Bærefaktor for lodret jordbelastning 2,5.

Bærefaktor for vandret jordbelastning 2,3.

Fig. 4: Se appendix 1.

### 1.9

$B_g$  er den faktiske gravebredde ved rørtop uden hensyn til gravningens profil. H er dybden fra jordoverflade til bundløb.

For rørene under 1.5–1.8 gælder, at kurverne er beregnet for *ugunstigste* jordbundsforhold (i gravningstilstand våd lerjord, i dæmningstilstand kohæsi- onsløse fyldmaterialer). Ved benyttelse af gunstigere fyldmaterialer end forud- sat kan større dybder tillades efter særlig beregning\*).

Tilladelig dybde skal efter særlig beregning reduceres i forhold til hvilende overfladebelastning og bevægelig belastning med stødtillæg (også gældende for arbejdsmaskiner under arbejdets udførelse).

For små lægningsdybder er en beregning af rørenes belastning nødvendig. Påvirkning fra koncentreret overfladelast vokser meget hurtigt med aftagende dybde.\*\*)

### 1.10

Kurverne forudsætter, at rørene kan lægges uden særlig fundering. Såfremt fundering er nødvendig, f. eks. pælefundering, må særlig beregning foretages, idet belastningen stiger med afstanden til fast bund (pælens længde).

### 1.11

Gravninger, f. eks. for eksisterende ledninger (gl. gravninger), ved siden af ledningsgravningen i en sådan afstand, at jorden imellem gravningerne kan løsnes, medfører, at den eksisterende gravning skal medregnes i gravnings- bredden. Påvirkningen på den eksisterende ledning må undersøges.

\*) Der henvises til litteraturlisten pag. 15.

\*\*\*) Der henvises til appendix 2, pag. 20.

## 2. UNDERSTØTNING

### 2.1

Rørene med  $d \geq 20$  cm er beregnet for særdeles omhyggelig lægning, med  $d = 10$  og  $15$  cm for almindelig lægning, jfr. pkt. 2.2 og 2.3. Såfremt særdeles omhyggelig lægning ikke kan opnås for rør med  $d \geq 20$  cm, skal tilladelig lægningsdybde beregnes med en bærefaktor for lodret jordbelastning på 1,1.

### 2.2

Mufferør og landbrugsrør med  $d \geq 20$  cm skal understøttes i hele rørets længde på nederste sjettedel af rørets omkreds. Rørene skal lægges på sand eller egnet grusmateriale af en tykkelse, som for  $d \leq 50$  cm andrager 15 cm, for  $50 < d \leq 100$  cm andrager 20 cm og for  $100 < d \leq 150$  cm andrager 25 cm.

Mufferør og landbrugsrør med  $d = 10$  og  $15$  cm skal understøttes i hele rørets længde, og for mufferør skal udgraves muffehuller.

Der må ikke under rørene findes sten, der kan medføre punktbelastning. Opklodsning af ledningen med bræddestumper el. lign. må ikke finde sted.

### 2.3

Spidsbundsør og cirkulære falsrør med fod skal hvile på hele bundfladen. Der må ikke under rørene findes større sten, der kan medføre punktbelastning. Opklodsning af ledningen med bræddestumper el. lign. må ikke finde sted.

### 2.4

Rørene må ikke lægges på muldjord, mosejord, løsnet lerjord eller frossen jord.

Efter lægning skal fylden omkring røret stampes særlig omhyggeligt.

Såfremt den oprindelige jord ikke i sig selv er vandførende, skal det benyt- tede kohæsi- onsløse materiale med mellemrum afbrydes med lerdæmninger for at forhindre strømning af vand langs graven.

### 3. SAMLING

#### 3.1

Ved krav om tætte samlinger skal »Norm for tætte samlinger med præfabrikerede dele af elastiske materialer mellem rør i afløbsledninger i jord« overholdes.

Den angivne udformning af rørenes spidsende og muffe i DS 400. 3.1.2, Mufferør til rulle-ringpakninger, er konstrueret til samling med gummiringe eller tilsvarende. Ringen skal anbringes nøjagtigt efter leverandørens anvisninger. Den må ikke være snoet eller sidde skævt på røret. Sammenpresningen skal ske med røret i nøjagtig stilling og parallelt med ledningsaksen; røret må ikke vrikkes på plads.

Ringene skal opbevares frostfrit og beskyttes mod sollys.

Ved brug af præfabrikerede samlinger skal fabrikantens anvisninger nøje følges.

#### 3.2

Ved asfaltstøbning skal påses, at muffen udfyldes helt, og at asfalt ikke løber ind i rørene.

#### 3.3

Rør efter DS 400. 3.8, Spidsbundsør, samles med mørtel eller andet godkendt materiale.

Ved samling med mørtel anbefales det at skyde rørene sammen med mørtel foroven på spidsenden og forneden i falsen. Hele falsen skal fyldes omhyggeligt.

Overskydende mørtel inde i røret skal fjernes inden ilægning af nyt rør.

Ved samling med andet materiale skal fabrikantens anvisninger nøje følges.

#### 3.4

Ved samling af rørene skal såvel spidsende som muffe (fals) være rene. Gravningen bør være holdt fri for vand.

#### 3.5

Tilslutninger til brønde og bygværker skal ved mufferør ske ved korte muffestykker med muffen anbragt umiddelbart uden for bygværket for at tillade nogen bevægelse af efterfølgende rør.

### 4. FYLDNING

#### 4.1

Fyldning og komprimering omkring og indtil 0,5 m over rørene skal ske ved håndarbejde.

Fylden i hele gravningen skal iøvrigt komprimeres omhyggeligt, så man opnår friktion mod gravningens sider. Komprimeringen må altså fortsættes, efter at eventuel afstivning er fjernet.

Der må i fylden om rørene og indtil 0,5 m over disse ikke findes større sten, frosne klumper o. lign., og fylden skal være god jordfyld. Muld, mosejord og fed lerjord skal undgås.

#### 4.2

Sætning af fyld med vand må kun finde sted i grusede materialer og kun, når den oprindelige jord er i stand til at føre vandet bort. I øvrigt må tørre materialer kun vandes så meget, at de bliver tjenlige til stampning (evt. vibrering).

## 5. PRØVNING AF DEN LAGTE LEDNING

### 5.1

Hvor der stilles krav om tætte ledninger og/eller prøvning af den lagte ledning, foretages prøvningen med indvendigt vandtryk før gravningens fyldning. Ledningen skal inden prøvningen sikres mod forskydning ved stampning om rørene, men samlingerne skal lades fri.

### 5.2

Alle åbninger i ledningen (grenrør) og ledningens ender lukkes omhyggeligt vandtæt, så de er i stand til at modstå trykket. Igennem lukningen i ledningens nederste ende føres et rør til tilledning af vand, og lukningen i den øverste ende forsynes med et gennemsigtigt, ca. 50 mm stigrør. Røret forsynes med et tydeligt mærke 2 m over ledningens øverste punkt. Øverst i lukningen anbringes en hane, hvorigennem luft skal kunne undslippe under fyldningen af ledningen.

### 5.3

Ledningen skal fyldes så langsomt, at luft får tid til at undslippe.

Betonrørsledninger skal holdes vandfyldt i 24 timer og glaserede lerrør i 1 time før prøvningen.

### 5.4

Prøvetrykket fastsættes til 2 m H<sub>2</sub>O ( $\approx 20$  kN/m<sup>2</sup>) over top af prøvestrækningens højeste punkt, prøvetiden til 15 minutter.

Såfremt faldet på den ledningsstrækning, der skal underkastes prøvningen overstiger 1 m, skal ledningen prøves i kortere sektioner, således at prøvetrykket intetsteds overstiger 3 m H<sub>2</sub>O ( $\approx 30$  kN/m<sup>2</sup>).

I prøvetiden skal vandspejlet ved efterfyldning holdes på 2 m mærket, og den efterfyldte vandmængde måles.

For ledninger af falsrør med fod og mufferrør til rulle-ringpakninger gælder de anførte tal, for andre mufferrør gælder de i parentes anførte tal for tilladelig udsivningsmængde pr. m<sup>2</sup> indvendig røroverflade.

for  $\varnothing 10 - \varnothing 30$  cm    0,20 l/m<sup>2</sup> (0,40 l/m<sup>2</sup>)

for  $\varnothing_{\text{v}} 35 - \varnothing_{\text{v}} 70$  cm    0,15 l/m<sup>2</sup> (0,30 l/m<sup>2</sup>)

for  $> \varnothing_{\text{v}} 70$  cm    0,10 l/m<sup>2</sup> (0,20 l/m<sup>2</sup>)

## Litteratur

Listen, der ikke er udtømmende, indeholder nogle af de vigtigste bøger og artikler vedrørende beregning af rør, som foreligger på tidspunktet for afslutningen af udarbejdelsen af disse bestemmelser.

Marston, A.: *The Theory of External Loads on Closed Conduits in the Light of the Latest Experiments*. Iowa State College 1930, Bulletin No. 96.

Schlich, W. J.: *Loads on Pipe in Wide Ditches*. Iowa State College 1932, Bulletin No. 108.

Spangler, M. G.: *The Supporting Strength of Rigid Pipe Culverts*. Iowa State College 1933, Bulletin No. 112.

Jørgensen, Folmer og Ingwersen, Johs.: *Beregning af Bæreevnen for Rørledninger i Jorden*. Ingeniøren No. 38, 8. dec. 1945 og Kloakteknik, DIF, Teknisk Forlag 1950.

Wetzorke, Manfred: *Über die Bruchsicherheit von Rohrleitungen in parallelwandigen Gräben*. Veröffentlichungen des Institutes für Siedlungswasserwirtschaft der Technischen Hochschule Hannover. Heft. 5. 1960.

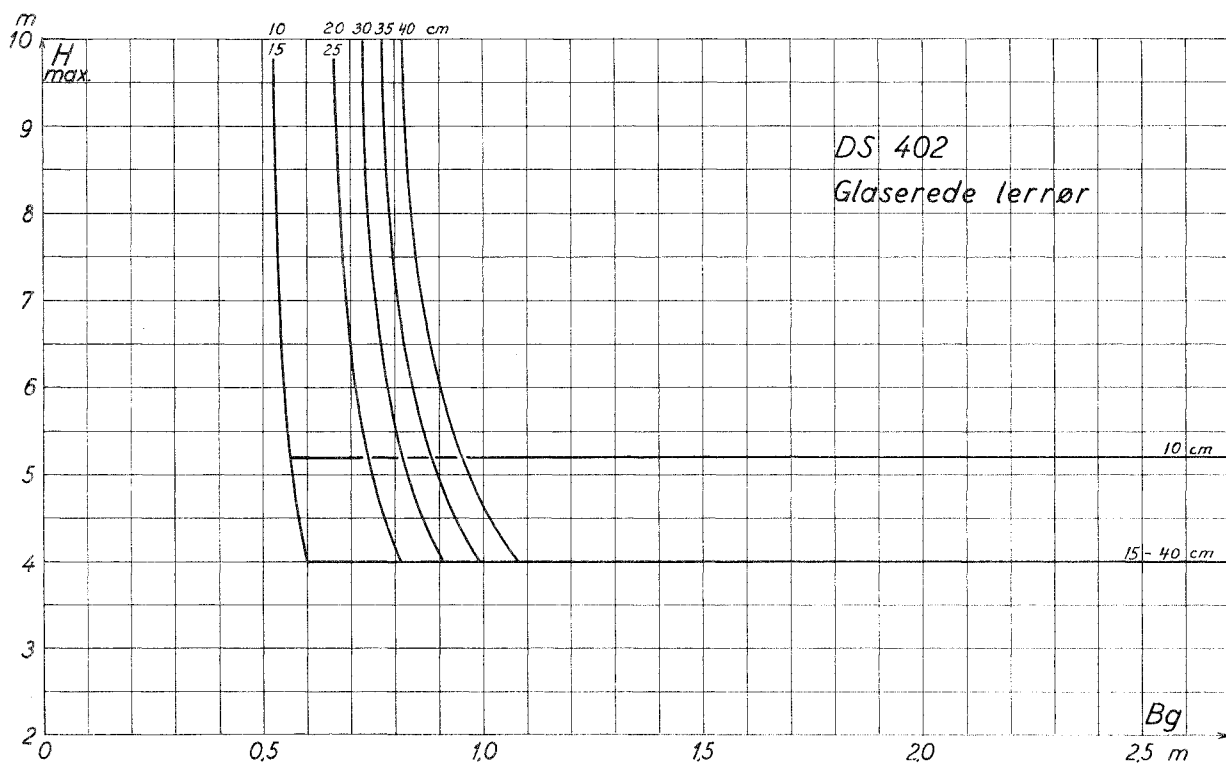
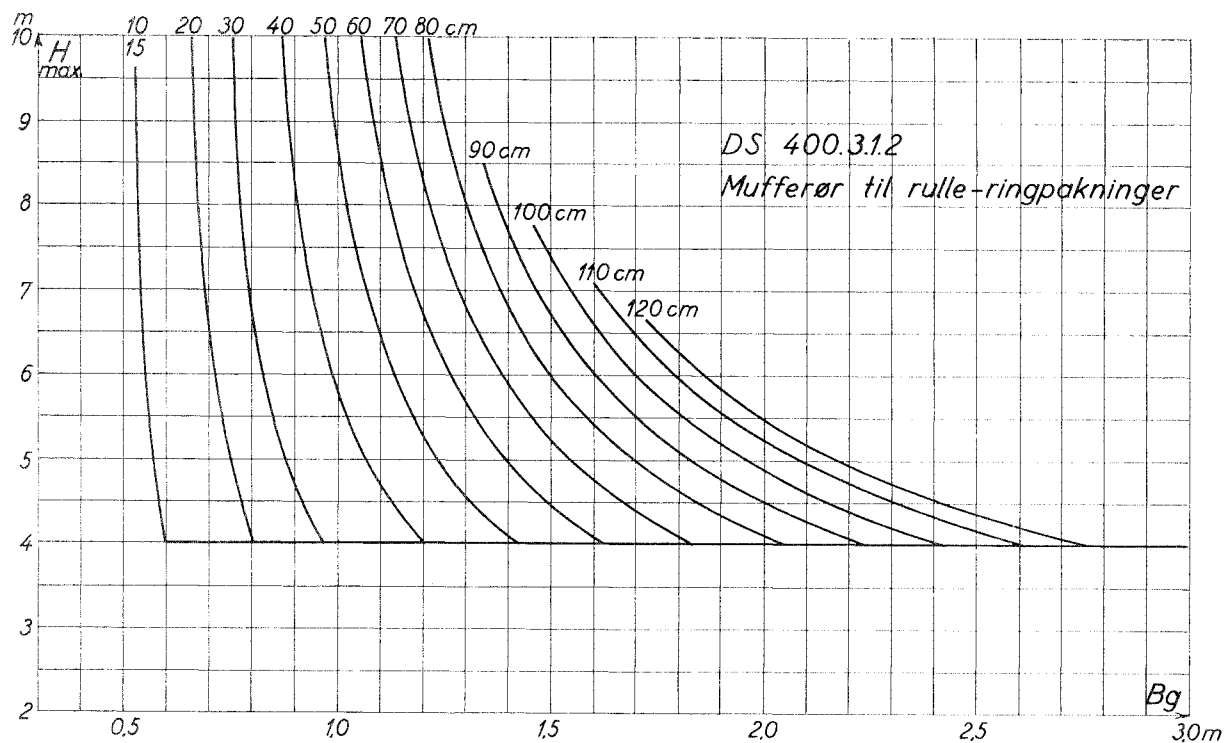
Christensen, N. H.: *Belastninger på stive rørledninger i symmetrisk og usymmetrisk grav*. Ingeniøren No. 22, 15. nov. 1965.

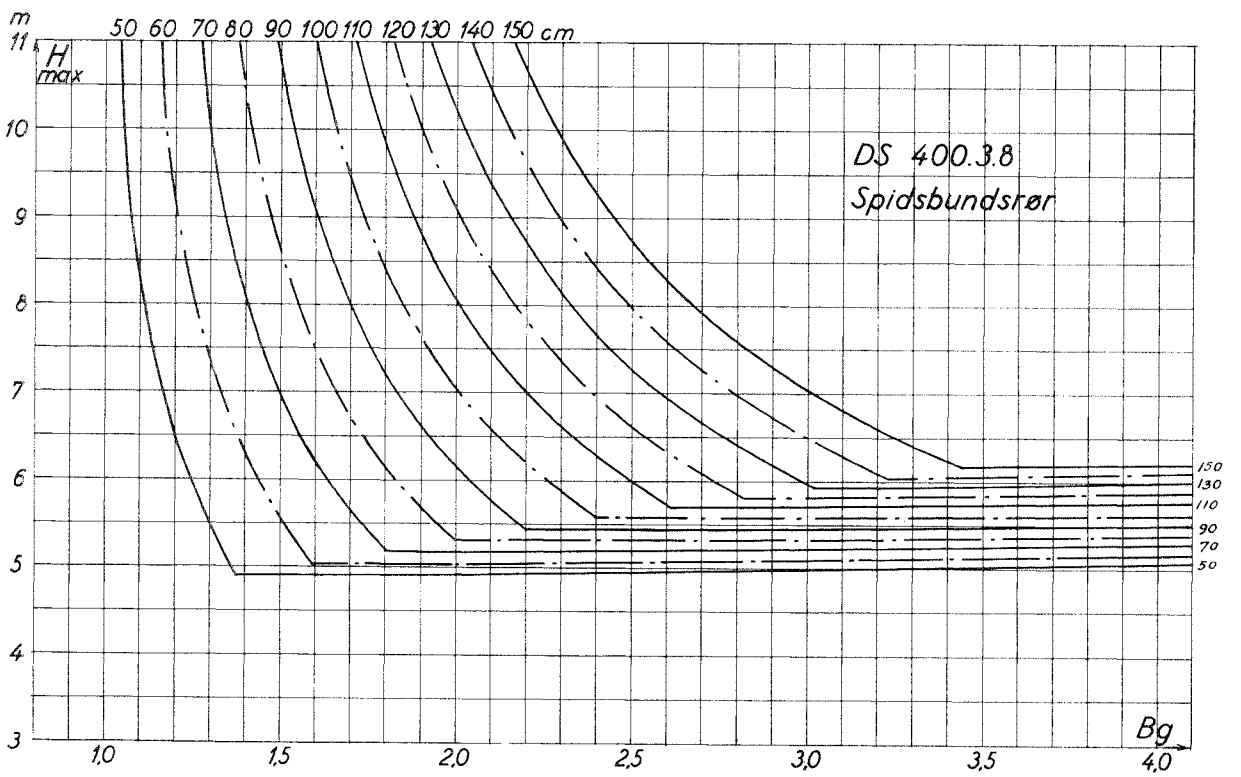
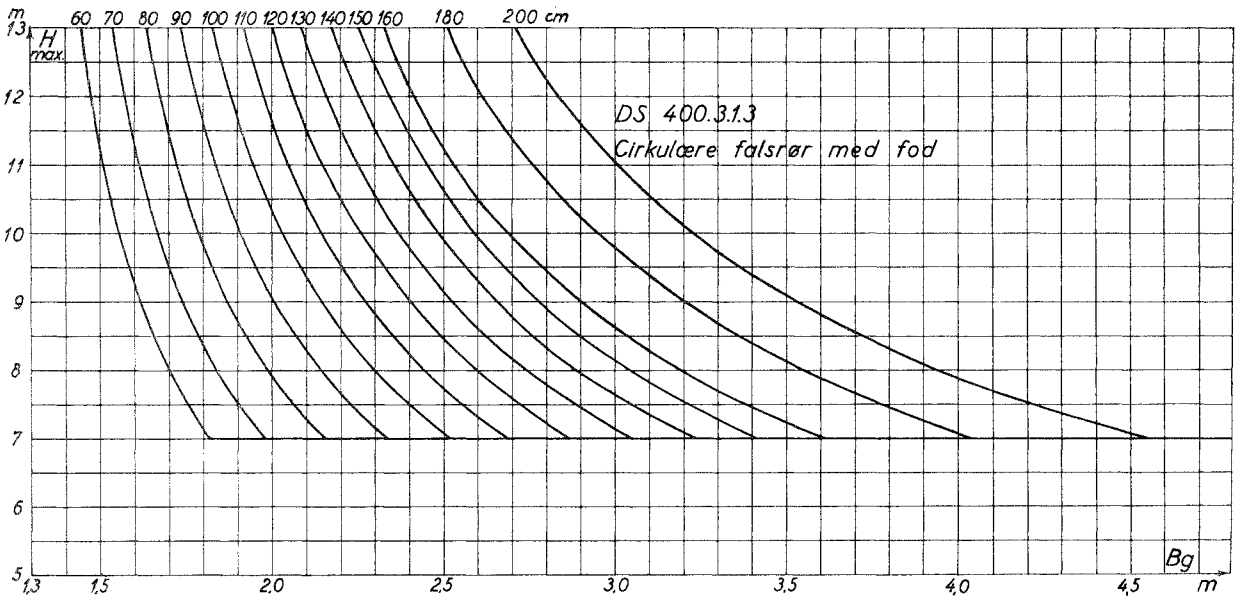
Endvidere henvises til følgende artikler i bogen, Kloakering, der udkommer i 1968 på Teknisk Forlag:

Carbel, J.: *Rørtyper, deres anvendelse, belastning og styrkeberegning*. Kloakering, DIF, Teknisk Forlag 1968.

Ingwersen, J. B.: *Lægningsdybder for normrør under trafikbelastning og ugunstigste jordbundsforhold*. Kloakering, DIF, Teknisk Forlag 1968.







## Appendix 2

I afsnit 1.9 er anført, at den tilladelige lægningsdybde skal reduceres i forhold til hvilende overfladebelastning og bevægelig belastning.

På efterfølgende tre sider er den tilladelige lægningsdybde for henholdsvis mufferrør til rulle-ringpakninger (skema 1), cirkulære falsrør med fod (skema 2) og spidsbundsror (skema 3) angivet i diagramform ved forskellige former for overfladebelastning i forbindelse med ugunstigste jordbundsforhold.

Den her valgte overfladebelastning består enten af en jævnt fordelt belastning på  $1 \text{ t/m}^2$  eller af en blokvognsbelastning, hvor blokvognen har dimensioner som angivet i belastningsforeskrifter DS 410 (§ 13) og har vægten 25, 40 eller 50 t svarende til 15, 24 eller 30 t største akseltryk. I øvrigt er beregningsforudsætningerne de samme som de, der ligger til grund for kurverne fig. 1-4, Appendix 1.\*)

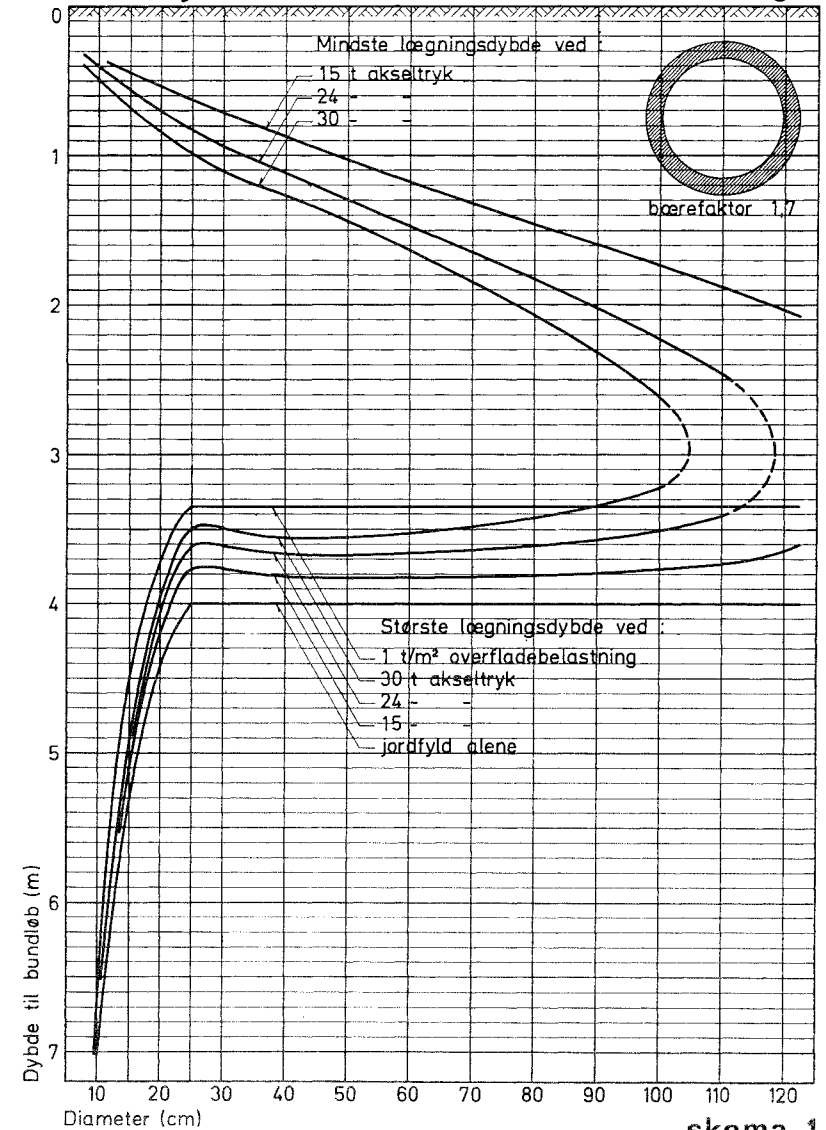
Eksempel på diagrammernes brug:

Af skema 1 fremgår det, at et mufferrør til rulle-ringpakninger med indvendig diameter 100 cm ved ugunstigste jordbelastning, men uden overfladebelastning, kan lægges i en dybde til bundløb på indtil 4 m. Med en overfladebelastning på  $1 \text{ t/m}^2$  kan røret kun lægges i en dybde på 3,35 m. Belastes røret i stedet med en blokvogn på 40 t (svarende til et akseltryk på 24 t), skal det *mindst* lægges i en dybde på 2,2 m og kan *højest* lægges i en dybde på 3,5 m.

\*) Der henvises endvidere til litteraturlisten pag. 15

## MUFFERØR TIL RULLE-RINGPAKNINGER

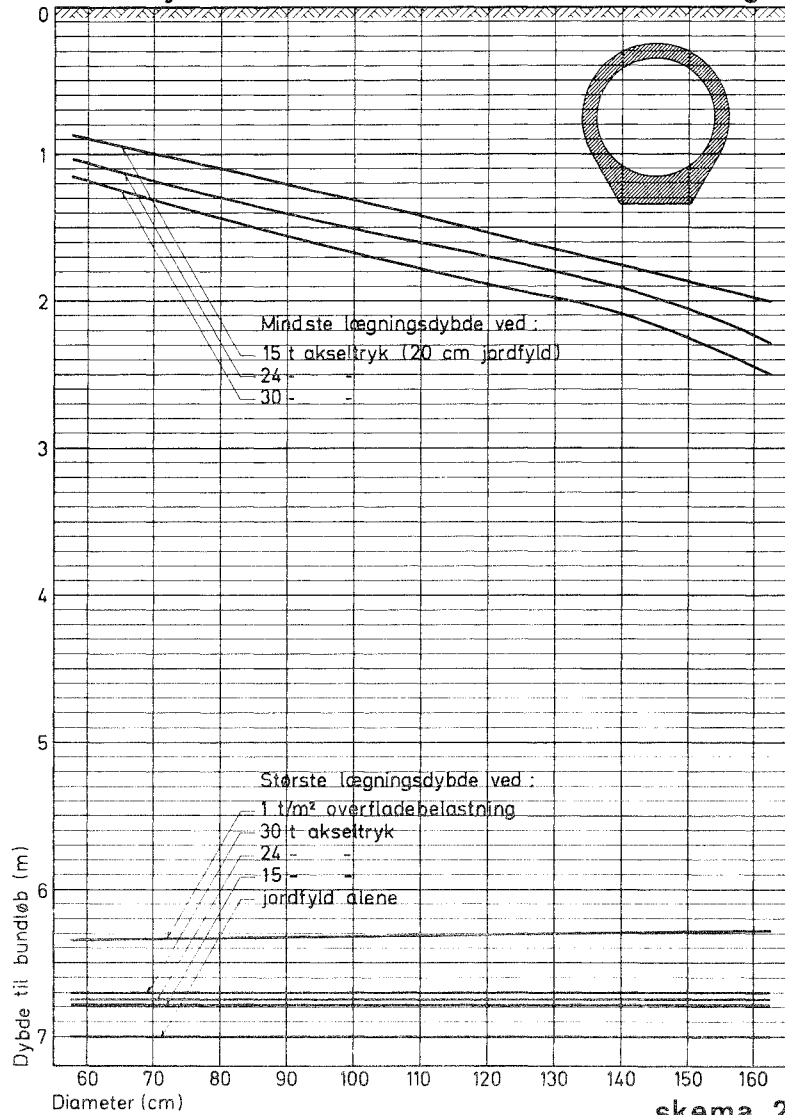
Største og mindste lægningsdybde ved max. jordbelastning i forbindelse med 15, 24 og 30 t akseltryk samt  $1 \text{ t/m}^2$  overfladebelastning :



skema 1

## CIRKULÆRE FALSØR MED FOD

Største og mindste lægningsdybde ved max. jordbelastning i forbindelse med 15, 24 og 30 t akseltryk samt 1 t/m<sup>2</sup> overfladebelastning :



## SPIDSBUNDSØR

Største og mindste lægningsdybde ved max. jordbelastning i forbindelse med 15, 24 og 30 t akseltryk samt 1 t/m<sup>2</sup> overfladebelastning :

