

437

2. UDGAVE AUG. 19

DANSK INGENIØRFORENING
LÆGNINGSBESTEMMELSER FOR

AFLØBSLEDNINGER I JORD



MED FORELØBIGE ÆNDRINGER
OG KOMMENTARER

TEKNISK FORLAG

2. UDGAVE AUG. 1969

DANSK INGENIØRFORENING
LÆGNINGSBESTEMMELSER FOR

AFLØBSLEDNINGER I JORD



EFTERTRYK FORBUDT

MED FORELØBIGE ÆNDRINGER
OG KOMMENTARER

TEKNISK FORLAG
KØBENHAVN

INDHOLD

Forord til 2. udgave	side 3
Forord til 1. udgave	— 5
1. Anvendelsesområde	— 8
2. Understøtning	— 11
3. Samling	— 12
4. Fyldning	— 13
5. Prøvning af den lagte ledning	— 14
Litteratur	— 15
Appendix	— 16
Midlertidigt tillæg	
1. Foreløbige ændringer til lægningsbestemmelserne	— 25
2. Kommentarer til lægningsbestemmelserne	— 26
3. Særtryk fra Stads- og Havneingeniøren nr. 7/1969	— 29

FORORD TIL 2. UDGAVE

Nærværende 2. udgave adskiller sig fra 1. udgaven fra december 1967 kun ved at 2. udgave er udvidet med et midlertidigt tillæg, siderne 25–32.

På baggrund af den i tillægget givne redegørelse har Dansk Ingeniørforenings fagråd besluttet at *de i tillægget angivne foreløbige ændringer til lægningsbestemmelserne træder i kraft med øjeblikkelig virkning*. Samtidig indskærpes ved de angivne kommentarer nødvendigheden for en nøje overholdelse af lægningsbestemmelserne.

Dansk Ingeniørforening, juli 1969.

FORORD TIL 1. UDGAVE

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: Afdelingsingeniør, cand. polyt.
Generaldirektoratet for C. A. Schaffalitzky de Muckadell.
statsbanerne
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 udvalgs møde i november 1965.

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

Amtsvejnspektørforeningen: Amtsvejnspektør, 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 V. F. Michaelsen.
Entreprenørforeningen: Produktionschef, civilingeniør E. D. Smidth.
Foreningen af Rådgivende Direktør, civilingeniør Svend Barfoed.
Ingeniører: Overingeniør, cand. polyt. Aksel Skadhauge.
Hasle Klinker- og Chamotte-
stensfabrik: Civilingeniør E. B. Jacobsen.
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: Afdelingsingeniør, cand. polyt.
Generaldirektoratet for C. A. Schaffalitzky de Muckadell.
statsbanerne
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 udvalgs 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 fagråd 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 rørtyper 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 ϕ 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 sjattedel 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 brædestumper 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 brædestumper 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 mufferstykker 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 H₂O (≈ 20 kN/m²) 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 H₂O (≈ 30 kN/m²).

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. m² indvendig røroverflade.

for \emptyset 10 – \emptyset 30 cm 0,20 l/m² (0,40 l/m²)

for \emptyset_v 35 – \emptyset_v 70 cm 0,15 l/m² (0,30 l/m²)

for $>$ \emptyset_v 70 cm 0,10 l/m² (0,20 l/m²)

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.

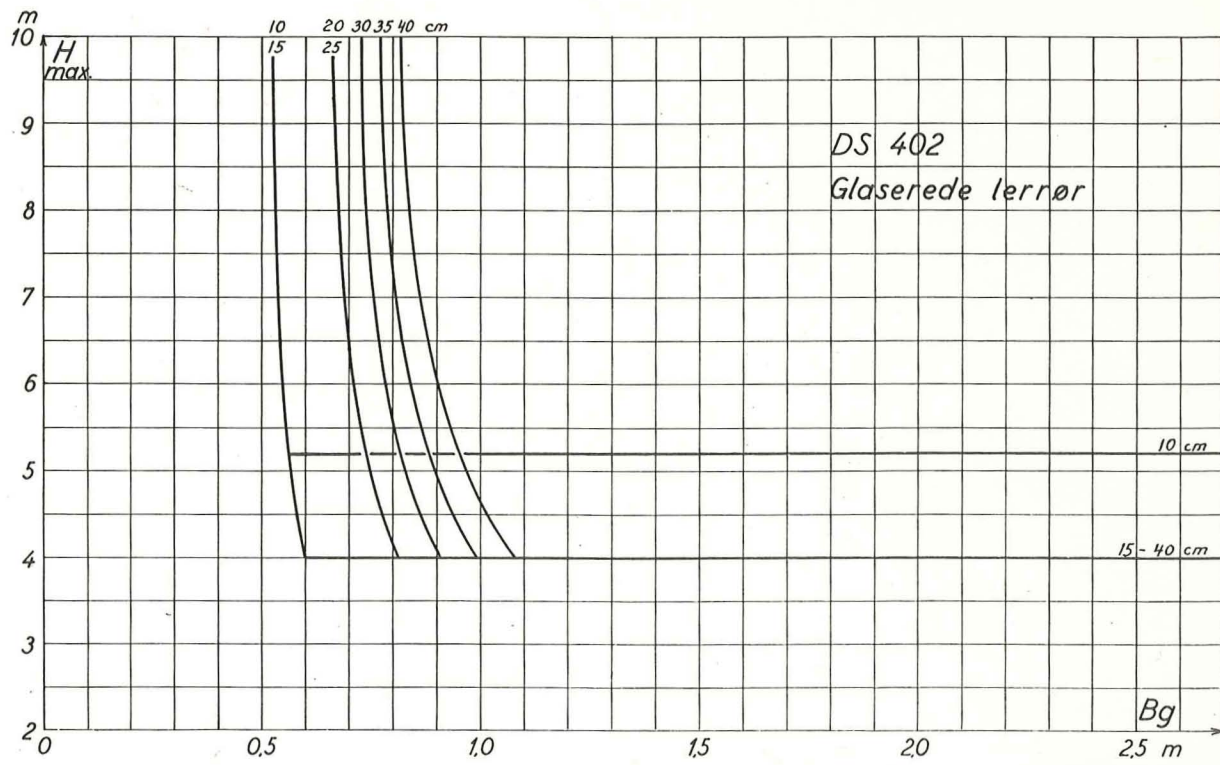
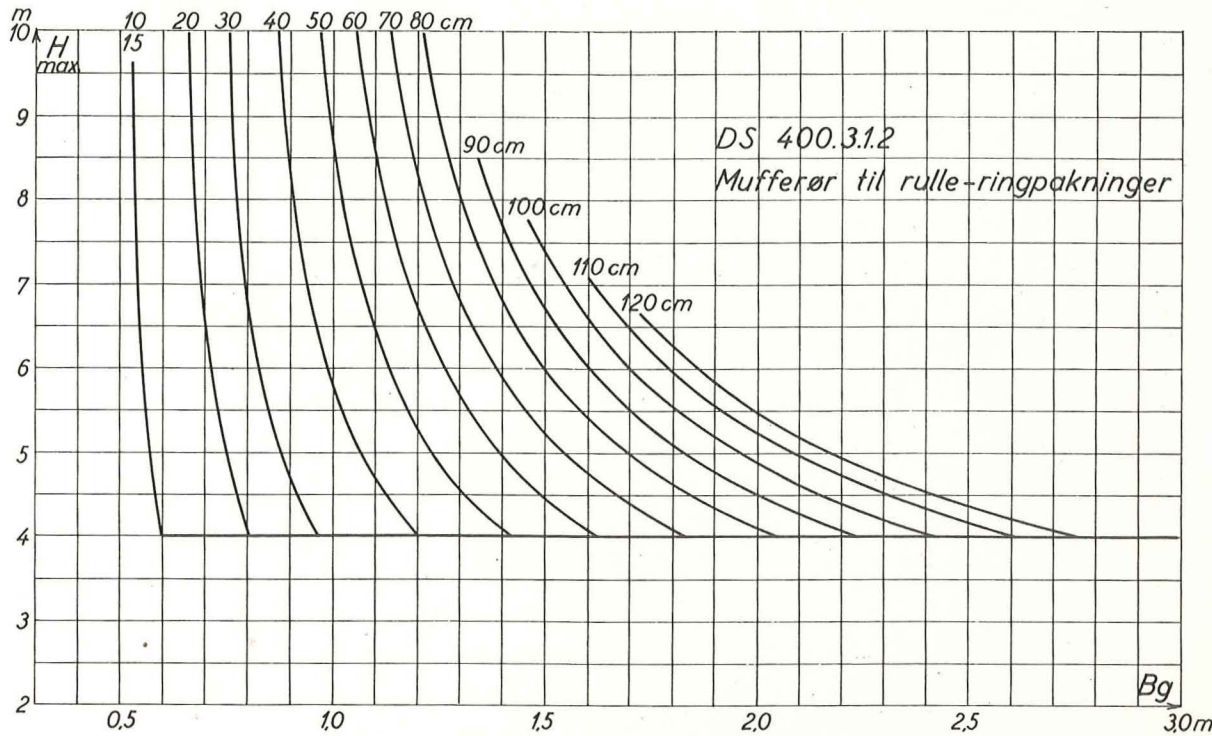
Wetzorke, Manfred: *Über die Bruchsicherheit von Rohrleitungen in parallelwandigen Gräben*. Veröffentlichungen des Institutes für Siedlungswasserwirtschaft der Technischen Hochschule Hannover. Heft. 5. 1960.

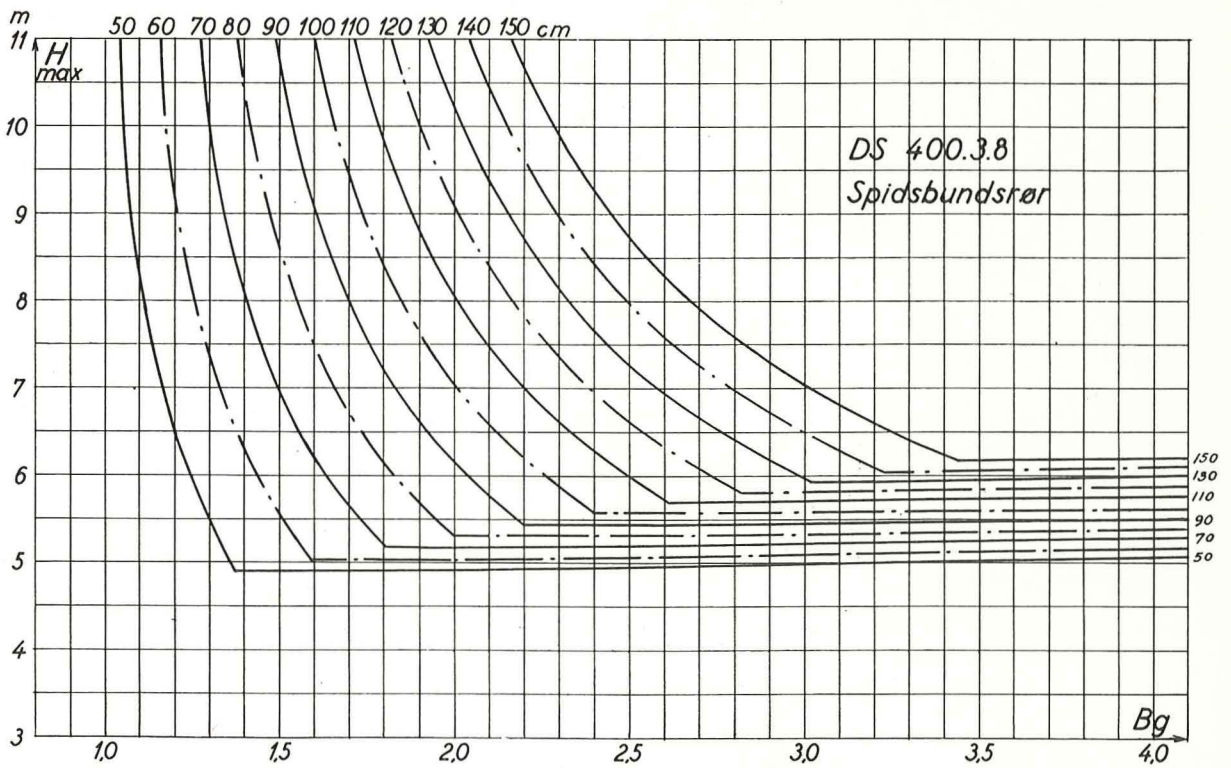
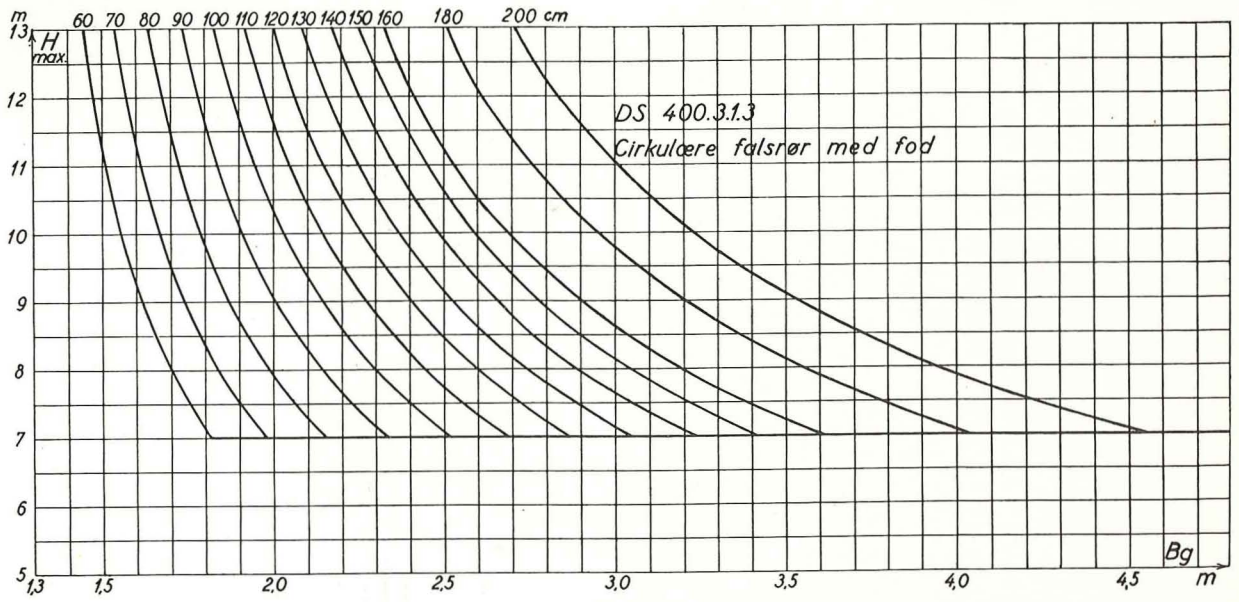
Christensen, N. H.: *Belastninger på stive rørledninger i symmetrisk og usymmetrisk grav*. Ingeniøren No. 22, 15. nov. 1965.

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 spidsbundsør (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 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.*)

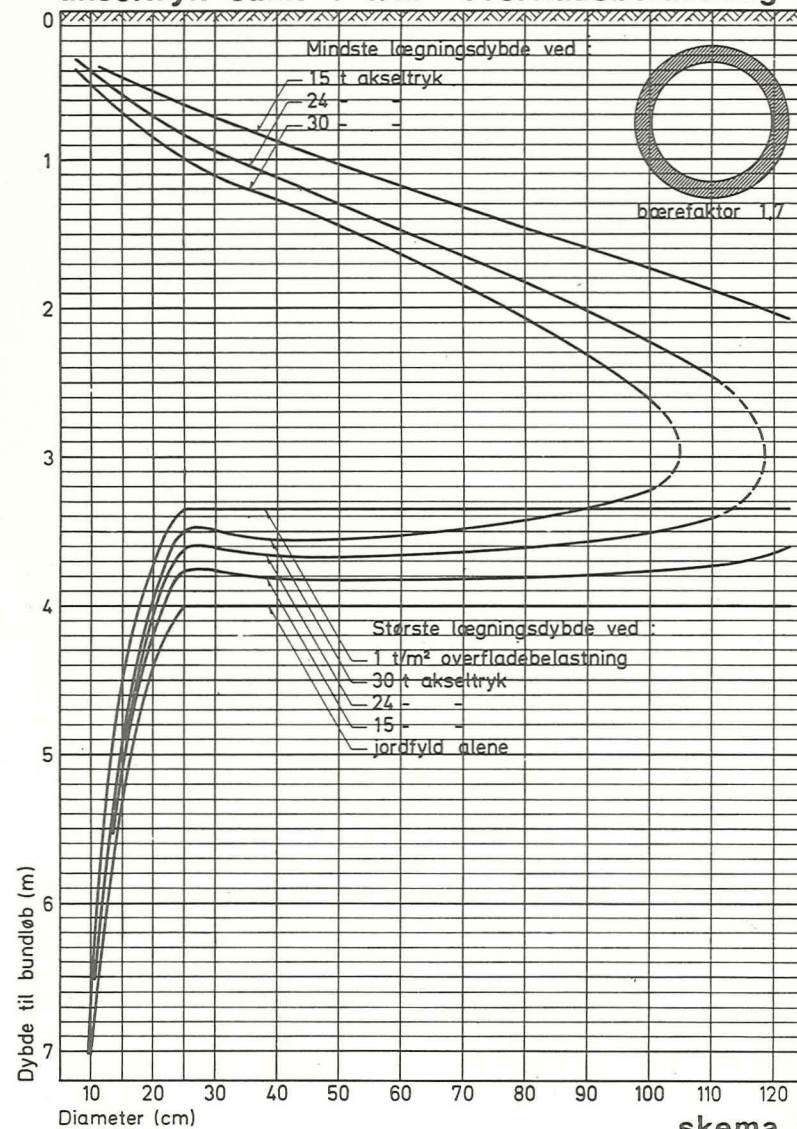
Eksempel på diagrammernes brug:

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 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

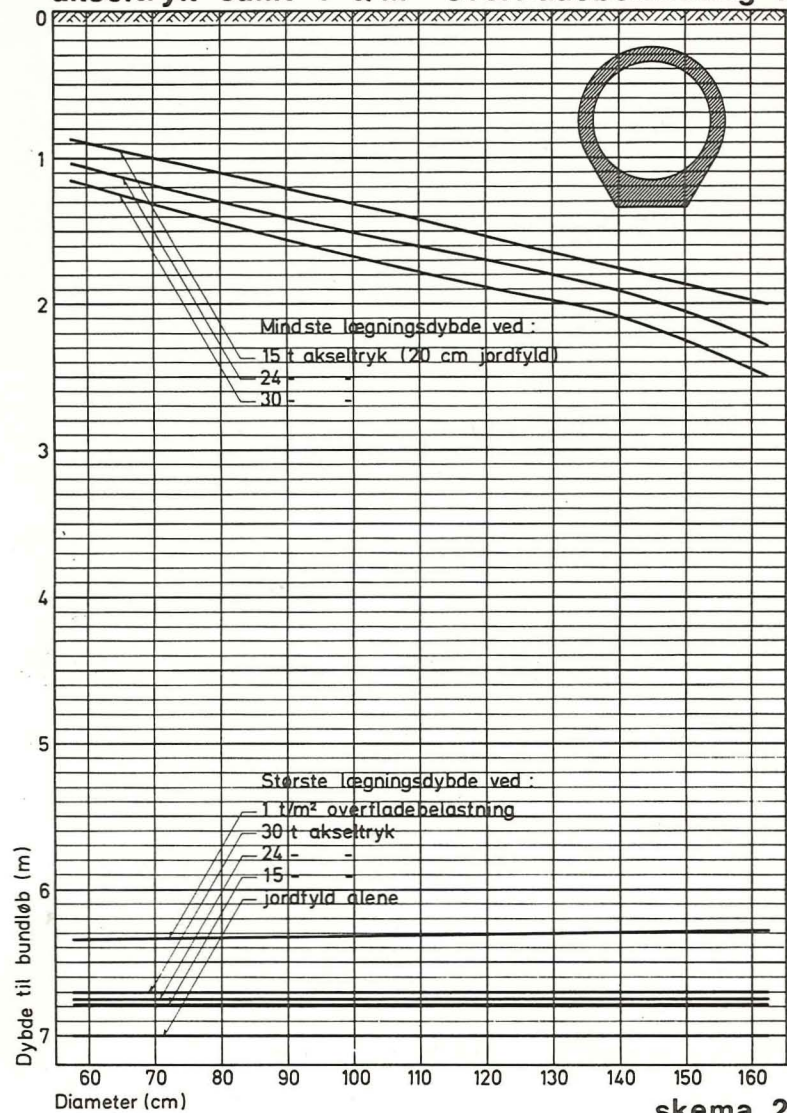
MUFFERØR TIL RULLE-RINGPAKNINGER

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



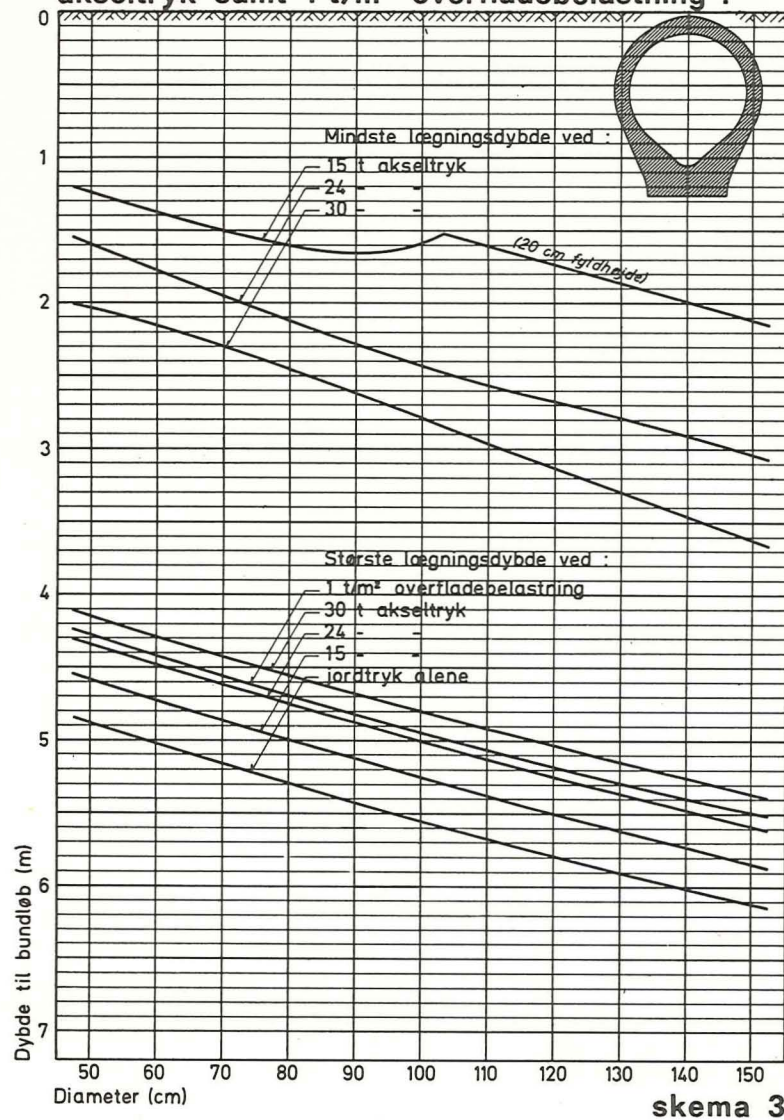
CIRKULÆRE FALSØR MED FOD

Største og mindste lægningsdybde ved max. jordbelastning i forbindelse med 15, 24 og 30 t akseltryk samt 1 t/m² overfladebelastning :



SPIDSBUNDSØR

Største og mindste lægningsdybde ved max. jordbelastning i forbindelse med 15, 24 og 30 t akseltryk samt 1 t/m² overfladebelastning :



TIL DANSK INGENIØRFORENINGES LÆGNINGSBESTEMMELSER FOR AFLØBSLEDNINGER I JORD. 1. UDGAVE DEC. 1967.

På foranledning af henvendelser fra forskellig side, og på baggrund af forekomne skadetilfælde på rør efter kommende norm, DS 400 (normforslaget af november 1966), har Det permanente udvalg vedrørende betonvarer udarbejdet nærværende ændringer til 1. udgave af »Dansk Ingeniørforenings lægningsbestemmelser for afløbsledninger i jord«. I forbindelse med disse ændringer er for en ordens skyld samtidig medtaget de tilsvarende ændringer til forslaget af november 1966 til ny DS 400 (»normforslaget«).

Som grundlag for en revision af »Lægningsbestemmelserne« samt af »normforslaget« har det været nødvendigt for udvalget at iværksætte en omfattende undersøgelse af forholdene, hvorfor nærværende lægningsbestemmelser med følgende foreløbige ændringer må påregnes en gyldighed på indtil 2 år.

For at indskærpe nødvendigheden af en nøje overholdelse af lægningsbestemmelsernes krav medtages i dette tillæg foruden ændringerne, en kommentar til lægningsbestemmelserne. For at belyse baggrunden for udarbejdelsen af kommentarer og foreløbige ændringer er derefter medtaget et særtryk af en artikel fra »Stads- og Havneingeniøren« nr. 7/1969.

1. FORELØBIGE ÆNDRINGER

Den beregningsmæssige brudbelastning

Den beregningsmæssige brudbelastning for, mufferrør til rullerpakninger, $d \geq 50$ cm (DS 400.3.1.2) og cirkulære falsrør med fod (DS 400.3.1.3) nedsættes til 85 % af det i »normforslaget« anførte.

(DS 402): For $d \geq 20$ cm nedsættes bærefaktoren fra 1,7 til 1,6.

Cirkulære falsrør med fod (DS 400.3.1.3): Bærefaktoren nedsættes fra 2,8 til 2,2.

Spidsbundsør (DS 400.3.8): Bærefaktoren nedsættes fra 2,5 til 2,0.

Bærefaktor for lodret jordbelastning

De i »Lægningsbestemmelserne« angivne bærefaktorer for lodret jordbelastning reduceres som følger:

Mufferrør (ældre type) (DS 400.3.1.1, *Mufferrør til rulle-ringpakninger* (DS 400.3.1.2) og *Glaserede lerrør*

Tilladelige lægningsdybder

Ovennævnte ændringer medfører følgende ændringer i henholdsvis »Lægningsbestemmelserne« og »normforslaget«:

»Lægningsbestemmelserne«:

Mufferrør til rulle-ringpakninger $d \geq 50$ cm (DS 400.3.1.2): Appen-

dix 1, fig. 1, side 16: De største tilladelige lægningsdybder uden overfladebelastning reduceres med 0,50 m. Appendix 2, skema 1, side 21: De største tilladelige lægningsdybder med overfladebelastning reduceres efter beregning. De tilsvarende mindste tilladelige lægningsdybder forøges efter beregning.

Cirkulære falsrør med fod (DS 400.3.1.3): Appendix 1, fig. 3, side 18: De største tilladelige lægningsdybder uden overfladebelastning reduceres med 2,00 m. Appendix 2, skema 2, side 22: De største tilladelige lægningsdybder med overfladebelastning reduceres efter beregning. De tilsvarende mindste tilladelige lægningsdybder forøges efter beregning.

Spidsbundsror (DS 400.3.8): Appendix 1, fig. 4, side 19: De største tilladelige lægningsdybder uden overfladebelastning reduceres med 0,90 m. Appendix 2, skema 3, side 23: De største tilladelige lægningsdybder med overfladebelastning reduceres ef-

ter beregning. De tilsvarende mindste tilladelige lægningsdybder forøges efter beregning.

»Normforslaget«:

Mufferør til rulle-ringpakninger (DS 400.3.1.2). Afsnit 1. Gyldighedsområde: Den forudsatte lægningsdybde ændres fra 4 m til 3,5 m.

Cirkulære falsrør med fod (DS 400.3.1.3). Afsnit 1. Gyldighedsområde: Den forudsatte lægningsdybde ændres fra 7 m til 5 m.

Muligheder for større lægningsdybder

Der gøres opmærksom på, at der foreligger følgende muligheder for at opnå en større tilladelig lægningsdybde.

En forbedret understøtning.

En smallere udgravning.

En større rørstyrke, når denne ved prøvning af det pågældende parti kan dokumenteres.

2. KOMMENTARER TIL LÆGNINGSBESTEMMELSERNE

Når rør lægges i henhold til lægningsbestemmelserne, er det absolut nødvendigt, at de deri indeholdte regler overholdes i alle enkeltheder. Derfor fortolkes og uddybes i nærværende kommentarer visse af lægningsbestemmelsernes afsnit, specielt de, der vedrører understøtning og fyldning, ligesom der gives eksempler på udførelsesformer, der opfylder lægningsbestemmelsernes krav.

Der gøres opmærksom på, at disse kommentarer kun kan benyttes i forbindelse med lægningsbestemmelserne.

1. Anvendelsesområde

Der er ikke stillet krav til sikkerhedsgradens størrelse, men det må stærkt frarådes at benytte en sikkerhedsgrad, som er mindre end den i lægningsbestemmelserne anvendte

værdi på 1,5. Dette skyldes bl. a., at man ved udarbejdelsen af rørnormerne DS 400 og DS 402 har regnet med så store bøjningstrækspændinger, at materialet er fuldt udnyttet. Der er ingen »skjult« sikkerhedsgrad.

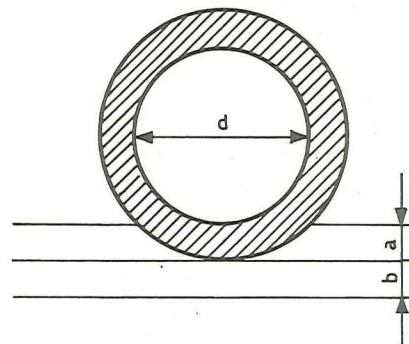
2. Understøtning

2.2

For mufferør og landbrugsrør med $d \geq 20$ cm er de angivne bærefaktorer og tilladelige lægningsdybder betinget af, at rørene er understøttet ensartet langs omkredsens nederste sjattedel og ensartet i hele længden.

Et minimumskrav til opnåelse af dette er, at rørene lægges i sand eller egnet grusmateriale (største stenstørrelse 16 mm) af en samlet tykkelse $a + b$ som angivet på følgende figur.

Den bund, hvorpå grus- eller sandlaget lægges, må være bæredygtig, og



d cm	a cm	b cm
20-50	5	15
60-100	10	20
110-150	15	25

afgravet materiale kan derfor ikke under afretningen fyldes i forekommende huller.

Er bunden ikke bæredygtig, må der vælges en anden funderingsmåde, f. eks. kan der udgraves til fast bund og opfyldes med mekanisk stabilt grus eller singels. Er opfyldningslagets tykkelse større end 25 cm, bør det komprimeres.

For ikke at forringe ledningens bæreevne, i forhold til det forudsatte, må der ikke foretages opklodsning af ledningen på brædestumper eller lignende. Endvidere må der ikke under rørene, da disse er forudsat ensartet understøttet, være sten, der kan give anledning til punktbelastning.

2.3

For spidsbundsror og cirkulære falsrør med fod er de angivne bærefaktorer og tilladelige lægningsdybder betinget af, at rørene er understøttet ensartet på hele bundfladen. Dette kan opnås ved, at rørene lægges på et mindst 5 cm tykt lag grus (største stenstørrelse 16 mm) eller et mindst 10 cm tykt lag nøddesten eller singels på en i forvejen nøjagtig afrettet bund.

Bunden må være bæredygtig, og afgravet materiale kan derfor ikke fyldes i forekommende huller.

Er bunden ikke bæredygtig, må der vælges en anden funderingsmåde, f. eks. kan der udgraves til fast bund og opfyldes med mekanisk stabilt grus eller singels. Er opfyldningslagets tykkelse større end 25 cm, bør det komprimeres.

For ikke at forringe ledningens bæreevne i forhold til det forudsatte, må der ikke foretages opklodsning af ledningen på brædestumper eller lignende. Endvidere må der ikke under rørene, da disse er forudsat ensartet understøttet, være sten, der kan give anledning til punktbelastning. Af samme grund må understøtning ikke finde sted.

3. Samling

3.1

For at sikre den ved rulle-ringsamlede rør (mufferør til rulle-ringpakninger, DS 400.3.1.2 og cirkulære falsrør med fod, DS 400.3.1.3) forudsatte tæthed, må det under samlingen påses, at sammenpresningen sker med røret i nøjagtig stilling og parallelt med ledningsaksen; røret må f. eks. aldrig vrikkes på plads.

3.5

Tilslutninger til brønde og bygværker skal ved mufferør ske ved korte muffestykker for at tillade nogen bevægelse af efterfølgende rør.

Anvendes en fleksibel samling ved tilslutningen, bortfalder dette krav.

Anvendes en stiv samling ved tilslutningen, er det særlig vigtigt, at muffestykket benyttes, når rørets længde er større end dets dobbelte udvendige højde.

4. Fyldning

4.1

De angivne bærefaktorer og tilladelige lægningsdybder er betinget af, at

den endelige belastning på rørene kan betragtes som *lodret og symmetrisk* fordelt i forhold til rørets lodrette akse, medens understøtningsreaktionen er *ensformigt fordelt*, som angivet under afsnit 2. Understøtning. Opfyldes disse krav ikke, nedsættes rørenes bæreevne betydeligt.

Under fyldningen må rørene af samme grund ikke udsættes for anderledes rettede og fordelte belastninger end ovenfor angivet. Det kræves derfor, at fyldning og komprimering indtil 0,5 m over rørtop sker ved håndarbejde. Herved forstås f. eks., at fylden med gravemaskine anbringes midt over rørene og derefter med håndkraft successivt fordeles og komprimeres.

Denne del af fylden skal komprimeres særlig omhyggeligt, men i øvrigt skal der foretages en fornuftig komprimering af fylden i hele graven, idet dette blandt andet øger friktionen langs gravens sider, hvorved belastningen på rørene mindskes. Komprimeringen skal fortsættes, efter at en eventuel afstivning er fjernet.

Fylden om rørene og indtil 0,5 m over disse skal være god jordfyld, d. v. s. at den skal kunne komprimeres og være ensartet. Fylden indtil centrumhøjde bør således ikke indeholde sten større end 32 mm, medens fylden herover og indtil 0,5 m over rørene ikke bør indeholde sten større end 10 cm. Fed lerjord, mosejord og muldjord samt frostklumper må ubetinget undgås. Er der mindste tvivl om de forhåndenværende materials

egnethed som fyld, bør der anvendes grusfyld til en passende højde afhængig af vurderingen af fylden.

For at undgå skæv belastning på rørene er det vigtigt ved fyldning med

dozere eller andre jordmaskiner, at denne fyldning kun sker fra enden af graven, og det bør ved kørsel i graven påses, at der forinden er fyldt og komprimeret til så stor en højde, at rørene ikke overbelastes.

3. SÆRTRYK FRA STADS- OG HAVNEINGENIØREN NR. 7/1969

Lægningsbestemmelser for afløbsledninger i jord

Kommentarer og foreløbige ændringer

På foranledning af henvendelser fra forskellig side, og på baggrund af forekomne skadetilfælde på rør efter kommende norm, DS 400 (normforslaget af november 1966), har »Det permanente udvalg vedrørende betonvarer« udarbejdet nærværende ændringer og kommentarer til 1. udgave af »Dansk Ingeniørforenings lægningsbestemmelser for afløbsledninger i jord«. For en ordens skyld medtages de tilsvarende ændringer til forslaget af november 1966 til ny DS 400.

Udvalget har også iværksat en omfattende undersøgelse af forholdene for at kunne revidere »Lægningsbestemmelserne« og for at kunne ændre »normforslaget« inden endelig udgivelse.

Kommentarerne og de foreløbige ændringer bliver medtaget som fast tillæg af 2. udgave af »lægningsbestemmelser«, som forventes at udkomme på Teknisk Forlag den 1. august 1969.

1. udgave af DIF's lægningsbestemmelser blev anmeldt her i bladet, nr. 5, 1968.

Med Dansk Ingeniørforenings »Lægningsbestemmelser for afløbsledninger i jord« (1. udgave, december 1967) samt forslaget til ny DS 400 (november 1966) introduceredes to nye betonrørstyper, nemlig det cirkulære falsrør med fod og mufferøret til rulle-ringpakning. På grund af

egenskaber som f. eks. stor styrke, tæthed af rør og samlinger, rodtæthed, stort anvendelsesområde, samt, at rørene er lette og hurtige at lægge, er det rør som bruger og fabrikant nærer store forventninger til.

Desværre har der været visse bygdervanskeligheder, idet der i en-

kelte tilfælde er sket brud på lagte rørstrækninger.

Dansk Ingeniørforenings permanente udvalg vedrørende betonvarer ser efter en foreløbig analyse følgende mulige årsager til bruddene.

- 1) Det har – ved produktion af rørene – vist sig, at spredningen på rørenes styrke er større end forudsat, således at fejlfraktionen er afvigende fra de forudsatte 5 %.
- 2) Den ved udarbejdelsen af »Lægningsbestemmelserne« og forslaget til DS 400, forudsatte fordeling af jordbelastningen på rørene er meget vanskelig at opnå.
- 3) »Lægningsbestemmelserne« er ikke altid fulgt ved arbejdets udførelse.

Medens en nærmere undersøgelse foretages, har udvalget – for at undgå flere brudtilfælde – fundet det nødvendigt at indføre visse ændringer samt, i en kommentar, at indskærpe den rigtige anvendelse af »Lægningsbestemmelserne«.

Ændringer og kommentar findes aftrykt andetsteds i dette blad, og nedenfor gives en nærmere begrundelse for de enkelte ændringer, samt en redegørelse for de forestående undersøgelser.

Den beregningsmæssige brudbelastning

Den beregningsmæssige brudbelastning er en rent teoretisk belastning, der – påført røret – påvirker dette til

brud, d. v. s. giver de maksimale bøjningstrækspændinger i røret. Den beregningsmæssige brudbelastning tænkes påført som en linielast langs hele rørets øverste frembringer, medens røret er understøttet langs hele nederste frembringer (rør med fod dog med linieunderstøtninger i hele rørets længde 2,5 cm fra fodens yderkanter).

Til kontrol af, om rørene har den forudsatte styrke, anvendes en prøvningsbelastning. Af praktiske grunde påføres denne på en noget anden måde end ovenfor omtalte beregningsmæssige brudbelastning. Men prøvningsbelastningen er da beregnet således, at den påvirker røret på samme måde som den beregningsmæssige brudbelastning, d. v. s. giver de samme bøjningstrækspændinger i røret.

Før man begyndte beregningerne af de nye rør udførtes et stort antal laboratorieforsøg og prøvningsbelastninger til brud, og dette fortsattes, medens beregningsarbejdet stod på. Ud fra de styrker, men herved konstaterede, bestemtes styrkeniveauet for de nye rør. Dette styrkeniveau blev således fastlagt på et absolut rimeligt grundlag.

I den senere tid har udvalget arbejdet på at opstille reglerne for en intern produktionskontrol på det grundlag, at et parti med en fejlprocent på 5 skal have en godkendelses-sandsynlighed på 95 %.

En analyse af foreliggende styrkeprøvningsresultater viser, at man i øjeblikket ikke helt kan opfylde det forudsatte niveau, hvad styrken an-

går, ligesom spredningen på resultaterne er større end forudsat.

Hovedårsagen til dette er formentlig, at der stadig arbejdes med problemerne vedrørende kontrol og prøvning. Normerne herom er ikke færdige, og der har derfor ikke fra normale organer været styret en kontrol af styrkerne på de hidtil producerede rør. Der er derfor god grund til at antage, at man, efterhånden som en kontrol indkøres, vil opnå større styrker end i dag.

Dansk Ingeniørforenings permanente udvalg vedrørende betonvarer, Betonvareindustrien (Landsforeningen, Dansk Betonvare-Industri) og Betonvarekontrollen vil nu i fællesskab, bistået af Cementfabrikernes tekniske Oplysningskontor og Statsprøveanstalten, indkøre produktionskontrollen og bestemme det opnåelige styrkeniveau. Dette foregår på den måde, at man først ved prøvningsbelastning til brud af et større antal rør fra fabrikker overalt i landet finder det nuværende styrkeniveau. Derefter vil man søge at forbedre produktionen og sluttelig ved nye prøvningsbelastninger til brud konstatere det opnåelige niveau, som man så vil fastholde gennem produktionskontrollen. Betonvareindustrien har stillet sig yderst positiv og afholder den overvejende part af udgifterne.

Indtil resultaterne af ovennævnte foreligger, har udvalget fundet det nødvendigt at nedsætte de beregningsmæssige brudbelastninger til 85 % af de oprindelige størrelser.

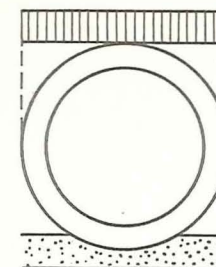


Fig. 1.

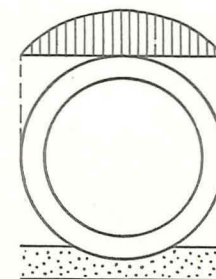


Fig. 2.

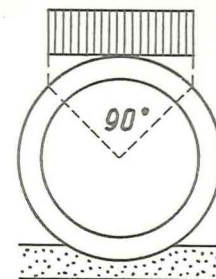


Fig. 3.

Bærefaktor for lodret jordbelastning

Når et rør ligger i jorden, er det belastet og understøttet anderledes – og oftest gunstigere – end når det tænkes belastet med den beregningsmæssige brudbelastning. Dette fører til indførelsen af bærefaktoren for

lodret belastning, der defineres som forholdet mellem en bestemt lodret belastning (nemlig *den* lodrette belastning på røret, som – med den forudsatte understøtnings- og belastningsfordeling – giver samme maksimale bøjningsstrækspændinger i røret, som den beregningsmæssige brudbelastning) og den beregningsmæssige brudbelastning.

De bærefaktorer for lodret belastning, som ligger til grund for »normforslaget« og »Lægningsbestemmelserne«, er udregnede ud fra den forudsætning, at den lodrette belastning fra fylden kan betragtes som ensformigt fordelt over rørets top, d. v. s. ensformigt fordelt over en vandret plan gennem rørets øverste frembringer af bredde som rørets udvendige bredde (fig. 1). En belastningsfordeling som denne har i adskillige år været anvendt her i landet og i udlandet uden at medføre problemer.

På grund af skadetilfældene tør udvalget imidlertid ikke udelukke, at belastningsfordelingen kan være en anden. Nyere udenlandsk praksis peger i samme retning, idet man i nogle lande er gået over til at regne med parabelformede belastningsfordelinger (fig. 2) eller med ensformige fordelinger over en kvartcirkel (fig. 3). Disse to belastningsfordelinger

påvirker rørene nogenlunde ens, men er begge ugunstigere end den forudsatte.

Indtil en nærmere undersøgelse vil vise, hvilken fordeling, der bør regnes med, har normudvalget fundet det rigtigst at regne med den parabelformede belastningsfordeling, og de nye bærefaktorer svarer hertil.

Kommentar til

»Lægningsbestemmelserne«

I en stor part af skadetilfældene har hovedårsagen til, at det gik galt, været, at man ikke har fulgt de regler for understøtning og tilfyldning, som »Lægningsbestemmelserne« angiver. For at indskærpe nødvendigheden af at overholde »Lægningsbestemmelserne«, har udvalget derfor udarbejdet en kommentar til disse. Det drejer sig om en uddybning og fortolkning, men der er ikke tale om nogen ændringer. Kommentaren taler i øvrigt for sig selv.

Gyldighedsperiode for de foreløbige ændringer

De foreløbige ændringer træder i kraft omgående, og på grund af forannævnte undersøgelsers ret store omfang må man regne med en gyldighedsperiode på indtil 2 år.