

LOGSTOR Projektering Enkeltrør



Introduktion

Dette afsnit indeholder en beskrivelse af, hvordan man:

- opnår optimal udnyttelse af rørsystemer
- løser ekspansionsproblemer
- nedlægger rørsystemer

Varmetabsberegninger, rørdimensionering og tryktabsberegninger behandles særskilt i afsnittene om varmetab og rørdimensionering.

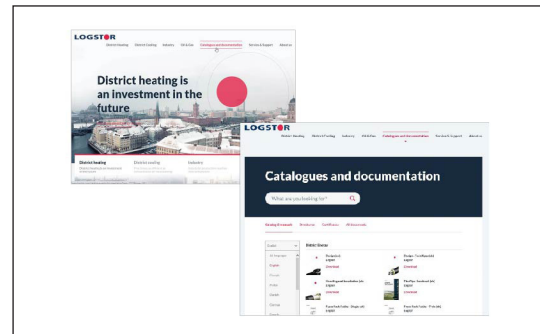
Projekteringsreglerne er udarbejdet for at lette projekteringen af et fordelingsnet på grundlag af denne manual og overholde de tekniske krav i den europæiske standard for projektering og montage af præisolerede fastrørsystemer til fjernvarme, EN 13941.

Indhold

Manualen
Overholdelse af projekteringskrav
Hjælp til projektering
Forudsætninger
Projektklasser
Enheder og symboler
Systemdefinitioner
Spændingsniveau og ekspansionsberegning
Eksempler på spændingsniveau og ekspansionsberegning
Fastlæggelse af tilladelige spændinger
Aksialt spændingsniveau - Fordele og ulemper

Manualer

På vores hjemmeside www.logstor.com er en oversigt over produktkataloger, manualer og specifikke instruktioner.



Brug af manualen

Manualen eller dele heraf må ikke reproduceres til ekstern brug uden udtrykkelig skriftlig tilladelse fra LOGSTOR Denmark Holding ApS.

Informationerne/instruktionerne er generelle. Anvendelse og implementering skal ske under behørig hensyntagen til lokale forhold.

Yderligere/specifikke informationer kan indhentes hos vore teknikere.

Alle rettigheder forbeholdt. Den engelske udgave af manualen er originalen, mens de andre udgaver er oversættelser, som er lavet efter oversætternes bedste overbevisning.

Informationerne i dette dokument er genstand for ændringer uden varsel.

LOGSTOR forbeholder sig retten til at ændre eller forbedre sine produkter og foretage ændringer i indholdet uden forpligtelse til at underrette personer eller organisationer om sådanne ændringer.

LOGSTOR er et varemærke og må ikke anvendes uden udtrykkelig skriftlig tilladelse fra LOGSTOR Denmark Holding ApS.

Overholdelse af projekteringskrav

LOGSTOR's indfaldsvinkel til projektering

LOGSTOR's projektering er baseret på at optimere tekniske og økonomiske aspekter. Det betyder, at LOGSTOR bestræber sig på at udnytte materialernes potentiale og samtidig holde sig inden for grænserne for sikker anvendelse af materialerne og overholde kravene i den europæiske standard.

Gyldighed

Ved at følge denne Projekteringsmanual og tage højde for lokale forhold sikres det, at alle statiske krav i den europæiske standard EN 13941 er opfyldt.

Generel dokumentation

Overholdelse betyder, at dimensioner til og med DN 300 kan projekteres med denne Projekteringsmanual som dokumentation, forudsat at det pågældende projekts data ligger inden for de anførte værdier, og projekteringen udføres som specificeret.

Specifik dokumentation

Da standarden kræver en detaljeret analyse af rørsystemet, er specifikationerne i denne manual kun vejledende for dimensioner større end DN 300 og til og med DN 600, selvom de opfylder EN 13941.

Hvordan? Projekteringshjælp kan opnås fra LOGSTORs lokale forhandlere eller fra vore produktionsselskaber.

Se også vore beregningsprogrammer på Internettet.

Teknisk service Vore tekniske rådgivere står altid til rådighed for besvarelse af alle spørgsmål, der opstår i forbindelse med et projekts udformning og udnyttelsen af systemet.

Projektvurdering For at vurdere et projekt er det en fordel at nedenstående generelle oplysninger foreligger:

- Beregningsstemperatur
- Driftstemperatur
- Montagetemperatur
- Beregningstryk
- Dimension og isoleringsserier
- Jordbundsforhold
- Jorddække
- Andre ledninger eller forhindringer i jorden

Med baggrund i ovenstående oplysninger kan systemet vurderes efter nedenstående punkter:

Lige rør:

- Acceptabelt aksialt spændingsniveau
- De enkelte delstrækninger kan vurderes individuelt

Retningsændringer:

- Bevægelser ved bøjninger
- Bøjninger - specielt andre vinkler end 90°
- Elastiske buer og præfabrikerede buerør

Afgreninger:

- Hovedrørets bevægelse ved afgreninger
- Hovedrørets spændingsniveau ved afgreninger
- Afgreningens længde

Reduktioner:

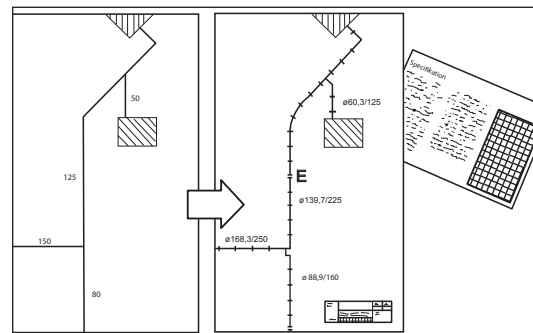
- 1 eller flere spring
-

Tilbud

Vores Customer Service-afdeling kan tilbyde udarbejdelse af et optimalt løsningsforslag baseret på en ledningsplan med den ønskede tracé og rørdimensionerne indtegnet.

På grundlag af forslaget kan der udarbejdes en komplet stykliste til brug ved tilbudsgivning.

Til rørsystemer med overvågning kan udarbejdes komplette system- og montage tegninger.

**Varmetabsberegning og andre beregninger**

LOGSTOR har en indgående viden om beregning af varmetab ud fra specifikke forhold og indgår gerne i en dialog om specifikke projekter.

Prøv også vores program til beregning af varmetab. Beregning af varmetabet fra et LOGSTOR præisoleret rørsystem kan udføres med det webbaserede program "LOGSTOR Calculator".

Ved hjælp af LOGSTOR Calculator kan det valgte præisolerede rørsystems energieffektivitet beregnes og vurderes med hensyn til:

- Energitab
- Energitabets omkostninger
- CO₂-udledningen

LOGSTOR Calculator giver dig også følgende muligheder:

- Dimensionering af medierør
- Beregning af tryktab

Beregningsprogrammet er frit tilgængeligt på <http://calc.logstor.com>



Anvendelse

Dette afsnit indeholder forudsætninger for fastrørsystemer i henhold til EN 13941.

Kontakt LOGSTORs teknikere, hvis de faktiske betingelser ikke stemmer overens med forudsætningerne, som danner grundlag for denne Projekteringsmanual.

Hvad angår andre rørsystemer, se de relevante afsnit i denne manual.

Forudsætninger for stålmedierør

Rørsystemet opfylder kravene i EN 253 samt EN 13941 for en kontinuerlig drift med varmt vand ved forskellige temperaturer op til 120°C og i forskellige tidsintervaller med en spidslasttemperatur på op til 140°C. Summen af de forskellige tidsintervaller må i gennemsnit ikke overstige 300 timer pr. år. Test og dokumentation i henhold til EN 253 er tilgængelig.

Stålrørskvalitet P235GH i henhold til EN 13941-1.

Beregningerne af alle dimensioner i denne manual baserer på diameter og godstykkelse i henhold til EN 253.

Rørsystemet kan trykprøves med koldt vand på ca. 20°C ved max. 1,5 x driftstryk.

Projekteringsmanualen gælder for stålrørdimensioner op til og med DN 600.

I tilfælde af større dimensioner så kontakt LOGSTOR. Sammen vil vi finde den optimale løsning.

Anbefalet vandkvalitet

For at undgå korrosion i stålmedierøret skal der anvendes behandlet vand. Vandbehandlingen afhænger af de lokale forhold, men skal overholde følgende krav:

Cirkulationsvand	
pH-værdi	9,5-10
udseende	ren og lerfrit
olieindhold	oliefrit
iltindhold	< 0,02 mg/l
ledningsevne	< 1500 µS/cm

Forudsætning for andre medierør (FlexPipes)

Se det relevante afsnit for hver rørtype i denne Projekteringsmanual.

Medierør	Max. kontinuerlig driftstemperatur °C	Max. driftstryk bar
SteelFlex	120	25
CuFlex	120	16
AluFlextra	80	10
PexFlextra	80	6

**Anvendte
standarder**

LOGSTOR projekteringsregler baserer på følgende relevante og gyldige europæiske standarder.

- EN 13941 Projektering og montage af præisolerede fastrørsystemer til fjernvarme
- EN 253 Fjernvarmerør
- EN 14419 Overvågningssystemer

Andre europæiske standarder, som gælder for LOGSTOR produkter:

- EN 448 Fittings
 - EN 488 Ventiler
 - EN 489 Muffer
 - EN 15698-1 TwinPipes
 - EN 15632 Fleksible rørsystemer
-

Definition af projektklasser

Den europæiske standard EN 13941 inddeler rørsystemer i projektklasser hovedsageligt på grundlag af medierørets aksiale spændingsniveau og rørets godstykkelser i forhold til diameter.

Projektklasse A: Små og mellemstore rørdimensioner med lave aksialspændinger.

Projektklasse B: Høje aksialspændinger, små og mellemstore rørdimensioner.

Projektklasse C: Store rørdimensioner eller rør med høje indvendige overtryk.

En mere detaljeret beskrivelse forefindes i standarden EN 13941.

Lastcykler

Beregningerne udføres minimum med følgende antal fulde lastcykler, d.v.s. antal temperaturændringer:

Beskrivelse af røret	Antal fulde cykler
Større ledning (transmissionsledning)	100
Hovedledning (distributionsnet)	250
Stikledning*	1000

* I denne manual defineres stikledninger som maksimum DN 32 (Ø 42,4 mm).

Det anvendte antal lastcykler svarer til normale driftsforhold.

Hvis antallet af lastcykler er højere, skal der udføres en speciel statistisk beregning af komponenterne.

Partialkoefficient

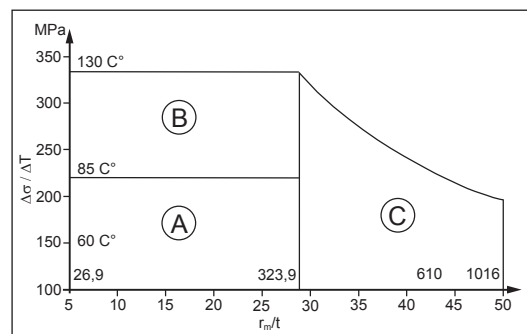
Til hver projektklasse tilknyttes en partialkoefficient for udmattelse.

Partialkoefficienten er inkluderet i projekteringsanvisningerne.

Da forskellen mellem tilladelige udmattelsesspændinger i projektklasse A og B kun er ca. 7%, er begge klasser beregnet for højeste partialkoefficient.

Dét sikrer, at projekteringen af projektklasse A er på den sikre side.

Alle statistiske beregninger baserer sig derfor enten på projektklasse B op til og med DN 300 eller projektklasse C for dimensioner > DN300.



Enheder og symboler

Introduktion	Følgende enheder og deres tilsvarende symboler er baseret på:	
	- EN253	
	- EN13941	
	- LOGSTOR symboler	

Enheder	Længde	m (meter) mm (millimeter)
	Masse	kg (kilogram)
	Kraft	N (Newton)
	Spænding	MPa (Newton pr. kvadratmillimeter)
	Tryk	Bar (Pascal = Newton pr. kvadratmeter) (1 bar = 10^5 Pa = 0,1 MPa = 0,1 N/mm ²)
	Temperatur	°C (grader celsius)

Symboler	A_s	Medierørets tværsnit
	D	Kappediameter
	d	Medierørets diameter
	E	Elasticitetsmodul
	F	Friktionskraft
	G	Egenvægt
	I	Inertimoment
	L_{190}	Montagelængde for et specifikt spændingsniveau (her 190 MPa)
	L_F	Friktionslængde (for det aktuelle max. spændingsniveau)
	L_L	Friktionsfikseret sektion
	L_E	Afstand mellem E-Comps
	L_B	Afstand mellem en E-Comp og en bøjning
	σ_{all}	Tilladelig aksialt spændingsniveau
	L	Længde
	ΔL	Ekspansion for længden L
	H	Dækning over røret fra kappens top til toppen af overfladen
	Z	Afstand til rørets centerlinje fra toppen af overfladen ($Z=H+1/2D$)
	R_e	Flydespænding
	T	Temperatur i °C
	α	Længdeudvidelseskoefficient
	γ	Specifik tyngde
	ρ	Densitet
	ν	Poisson's forhold
	φ	Jordens friktionsvinkel

Indekser	ins	Installation
	min	Minimum
	max	Maksimum
	pre	Forspænding

Karakteristiske værdier

Karakteristiske værdier for stålmedierør i henhold til EN 13941.

I denne manual er anvendt nedenstående generelle værdier:

$$E = 210.000 \text{ MPa}$$

$$\alpha = 1,2E-05$$

Det betyder at

$$E \cdot \alpha = 2,52 \text{ MPa/}^\circ\text{C}$$

Ønskes en mere detaljeret analyse, kan værdierne i relation til temperaturer i tabellen anvendes.

Temperatur T	E-modul E^T MPa	Længdeudv.- koefficient α^T	Flyde- spænding R_e MPa
20 °C	212.857	1,16E-05	235
50 °C	211.143	1,18E-05	221
70 °C	210.000	1,19E-05	212
90 °C	208.857	1,21E-05	203
100 °C	208.286	1,22E-05	198
110 °C	207.714	1,23E-05	196
120 °C	207.143	1,23E-05	194
130 °C	206.571	1,24E-05	191
140 °C	206.000	1,25E-05	189

Fastrørsystemet

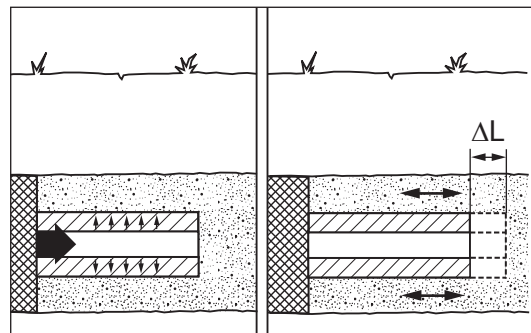
Vores rørsystem er et fastrørsystem, hvor medierør, isoleringslag og kapperør er sammenstøbt i en sandwich-konstruktion til en fast enhed.

Det vil sige, at de udvidelser eller sammentrækninger, som opstår i stålrør som følge af temperaturændringer overføres til kapperøret via isoleringen, så bevægelsen sker mellem kapperøret og det omkringliggende friktionsmateriale.

Bevægelserne bliver reduceret af friktionen mellem kapperør og det omkringliggende friktionsmateriale, hvilket betyder, at bevægelserne i et jordforlagt fastrørsystem er mindre end bevægelserne i et rørsystem, som kan ekspandere frit.

Friktionen langs kapperøret forårsager trykspændinger ved opvarmning af stålrøret, og trækspændinger i stålrøret ved afkøling af medierøret.

Temperaturændringerne i vandet kombineret med friktionskraften på kapperøret giver fastrørsystemets grundlæggende virkemåde, som reducerer ekspansion ved de frie ender og ændrer spændingerne i stålmedierøret i de fikserede zoner.



Forankringer

En forankring kan defineres på 2 måder:

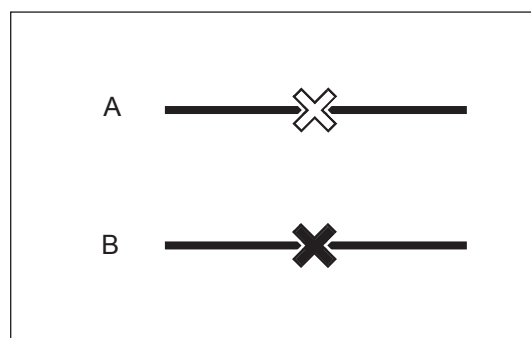
A: Tænkt forankring

hvor rørets bevægelser er styret af friktionsmateriale friktion mod kapperøret har vi en tænkt forankring. I denne Projekteringsmanual illustrerer en tænkt forankring centret mellem to frie ekspansionsender.

Det kan være nødvendigt at anvende støbte forankringer for at reducere bevægelsen.

B: Støbt forankring

Generelt undgås støbte forankringer, da friktionen styrer bevægelsen i jordforlagte systemer.



Spændingsniveau og ekspansionsberegning

Introduktion

Dette afsnit indeholder basisformlerne til at beregne spændinger og bevægelser i jordlagte fastrørssystemer.

Formlerne giver grundlaget for at kunne udføre de nødvendige beregninger til et system, der ifølge EN13941 i projektklasse A og B kan projekteres med generel dokumentation fra en leverandørmanual.

En del af formlerne i Projekteringmanualen er indarbejdet i tabeller, som med de angivne forudsætninger kan anvendes i stedet for formlerne, så det er enklere at projekttere et rørsystem.

Indhold

Aksialt spændingsniveau
Ekspansion ved bøjninger
Ekspansion ved afgreninger
Friktionskraft

Aksialt spændingsniveau

Maksimal aksialspænding

$$L > 2 \cdot L_F$$

Hvordan den maksimale aksialspænding i en given rørsektion fastlægges afhænger af:

- friktionskraften
- temperaturforskellen
- længden

For en lige rørstrækning, som er længere end $2 \cdot L_F$ kan det aksiale spændingsniveau beregnes efter følgende formel:

$$\sigma_{\max} = \Delta T \cdot E \cdot \alpha \text{ [MPa]}$$

Temperaturforskellen ΔT beror på forskellen mellem temperaturen, hvor rørene bliver tildækket og max. eller min. temperaturen. Aksialspændingerne vil normalt være trykspændinger, hvis T_{\max} anvendes, og trækspændinger, hvis T_{\min} anvendes.

Den forenklede formel ved anvendelse af værdierne for α og E fra afsnittet "Generelt: Enheder og symboler" bliver således:

$$\sigma_{\max} = \Delta T \cdot 2,52 \text{ [MPa]}$$

Formlen inkluderer ikke virkningen af det indvendige overtryk. Det indvendige overtryk har kun begrænset effekt på det aksiale spændingsniveau for dimensionerne, omfattet af projektklasse A og B.

Friktionslængde

På grundlag af det etablerede maksimale aksiale spændingsniveau kan afstanden fra en rørsektions frie ende til punktet, hvor de maksimale spændinger optræder beregnes.

$$L_F = \frac{\sigma_{\max} \cdot A_s}{F}$$

Hvor:

L_F = Friktionslængde – afstanden fra ekspansionsbøjning til det punkt, hvor maksimal aksialspænding optræder.

σ_{\max} = Max. aksial spændingsniveau

A_s = Tværsnitsareal af stålroret, som fremgår af tabellerne i afsnittet: "Lige rør: spændingsreduktion med bøjninger – Tabel: montagelængder".

F = Friktionskraft i jorden, d.v.s. modstanden mod bevægelser, som jorden overfører til det præisolerede rør fremgår af tabellerne i afsnittet: "Lige rør: spændingsreduktion med bøjninger – Tabel: montagelængder" eller beregnes i henhold til afsnittet "Generelt: friktionskraft".

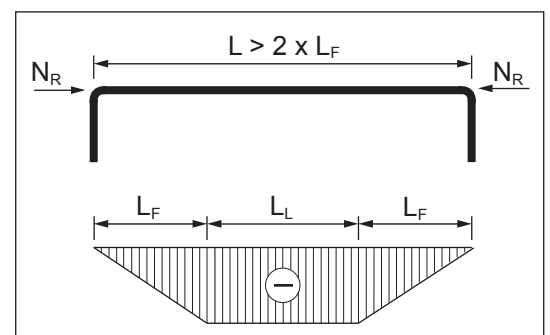
Afstanden fra den frie ende (bøjning) til maksimal aksialspænding kaldes også: delvis friktionshæmmet sektion.

N_R = Kraft fra vandret jordreaktion mod ekspansion

Ved den almindelige LOGSTOR projektering, hvor ekspansionen sker i en bøjning med skumpuder, kan N_R sættes til 0.

L_F = Delvis friktionshæmmet sektion

L_L = Friktionsfikseret sektion



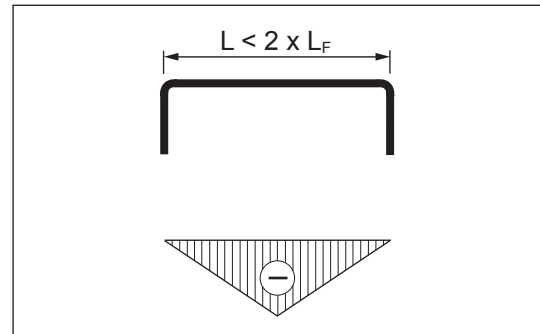
Aksialt spændingsniveau

Maksimal aksialspænding

$$L < 2 \cdot L_F$$

Er afstanden mellem 2 ekspansionsbøjninger kortere end $2 \cdot L_F$ er friktionskraften afgørende for spændingsniveauet. Det aksiale spændingsniveau kan beregnes efter:

$$\sigma_{\max} = \frac{1/2 \cdot L \cdot F}{A_s}$$

**Aksialspænding i et vilkårligt punkt**

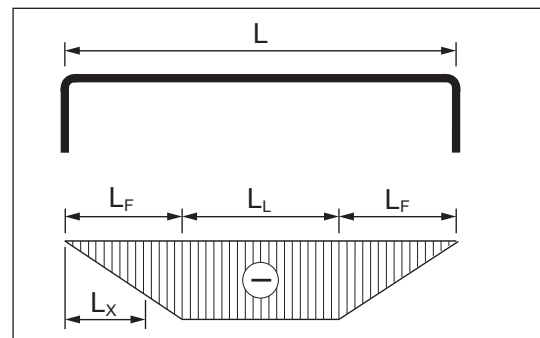
Aksialspændingen i et vilkårligt punkt på en rørstrækning kan findes efter følgende 2 formler:

$$L_x < L_F$$

$$\sigma_x = \frac{L_x \cdot F}{A_s}$$

$$L_x > L_F$$

$$\sigma_x = \Delta T \cdot E \cdot \alpha$$



Ekspansion ved bøjninger

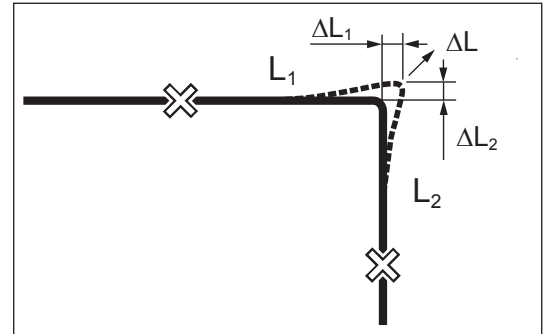
Ekspansion ved fri rørende

Ekspansionen ved en bøjning kan beregnes efter:

$$\Delta L_x = L_x \cdot \alpha \cdot \Delta T - \frac{F \cdot L_x^2}{2 \cdot A_s \cdot E}$$

L_x i formelen er afstanden fra den frie ende til den tænkte forankring og er maksimalt friktionslængden L_f .

For rør i projektklasse A og B er betydningen af det indvendige tryk forsvindende lille på grund af rørets størrelse, så ovenstående forenklede formel kan anvendes.

**Radial bevægelse**

Ved en bøjning kommer den aksiale ekspansion fra begge sider, hvilket medfører radial bevægelse ved bøjningen. Den radiale bevægelse for en 90° bøjning kan beregnes efter:

$$\Delta L = \sqrt{\Delta L_1^2 + \Delta L_2^2}$$

For at beskytte bøjningen mod for høje spændinger fra vandrette jordreaktioner er det vigtigt at sikre bøjningen ved at bruge skumpuder.

Hvordan bevægelsen håndteres, se afsnittet: "Retningsændringer".

Ekspansion ved afgreninger

Ekspansion ved afgrening

Et afgreningrør følger hovedrørets bevægelser i afgreningepunktet.

Det er vigtigt at være opmærksom på den aksiale ekspansion i hovedrøret. Den vil føre til vandrette bevægelser i samme størrelsesorden ved afgreningrøret.

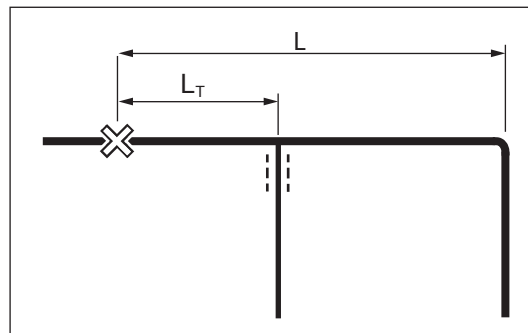
Ekspansionen i hovedrøret ved afgreningen kan beregnes efter følgende formel:

$$\Delta L_T = \alpha \cdot \Delta T \cdot L_T - \frac{F(2 \cdot L - L_T) \cdot L_T}{2 \cdot E \cdot A_s}$$

L er afstanden fra bøjningen til den tænkte forankring, men vil maksimalt være friktionslængden L_F .

For at beskytte T-afgreningen mod for høje spændinger fra vandrette jordreaktioner er det vigtigt at sikre afgreningrøret ved at bruge skumpuder.

Hvordan dette gøres, og hvordan man finder den type afgrening, som skal anvendes (vinkelret eller parallel) se kan findes i afsnittet: "Afgreninger".



Friktingskraft

Friktingskraften kan beregnes efter følgende formel:

$$F = \mu \cdot \left(\frac{1 + K_0}{2} \cdot \sigma_v \cdot \pi \cdot D + G - \gamma_s \cdot \pi \cdot \left(\frac{D}{2} \right)^2 \right)$$

Hvor:

- μ Normalt sættes til 0,4 som friktionskoefficient mellem friktionsmateriale og PE-kappe
- K_0 Hviletrykoefficient (0,46 kan anvendes)
- σ_v Den effektive spænding i jorden ved rørets centerlinje = $\gamma_s \cdot Z$
- γ_s Jordens tyngde (kN/m^3)
- Z Afstanden fra overfladens top til rørets centerlinje ($Z = H + \frac{1}{2}D_c$)
- H Jorddække over røret fra kappens top til overfladens top
- D Kappediameter
- G Vægt af vandfyldt præisoleret rør

I stedet for ovenstående formel kan friktionskraften for alle dimensioner findes i tabellerne i afsnittet: "Lige rør: spændingsreduktion med bøjninger – Tabel: montage længder" som en funktion af jorddækket og isoleringsserie.

Hvis rørledningen ligger i eller under grundvandsspejlet, skal der tages højde herfor i beregningen. Det fremgår af EN 13941, hvordan denne beregning udføres.

Eksempler på spændingsniveau og ekspansionsberegning

Introduktion

Følgende eksempler er beregnet med 2 forskellige temperatursæt. Som følge heraf vil der være forskelle i:

- Spændingsniveau
- Friktionslængde
- Ekspansionsbevægelse

Dette anvendes til at vurdere:

- Behovet for spændingsreduktion
 - Spændingsreduktionsmetoden
-

Indhold

Aksialt spændingsniveau
Ekspansion ved bøjninger
Ekspansion ved afgreninger

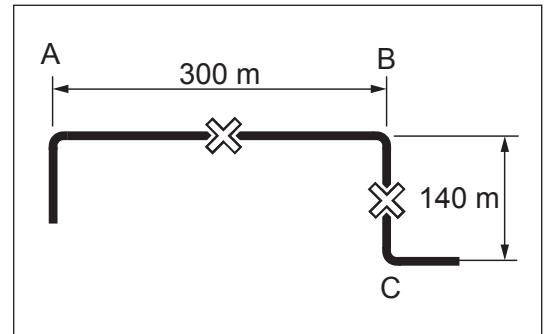
1a, Aksialt spændingsniveau

Forudsætninger
for eksempel 1a

\varnothing 114,3 mm, serie 2
 Jorddække H = 0,8 m
 Max. beregningstemperatur $T_{\max} = 120^{\circ}\text{C}$
 Min. beregningstemperatur $T_{\min} = 10^{\circ}\text{C}$
 Montagetemperatur $T_{\text{ins}} = 10^{\circ}\text{C}$
 Værdier fra tabellen i afsnittet: "Lige rør:
 spændingsreduktion med bøjninger –
 Tabel: montage længder":

$$F = 3,35 \text{ kN/m}$$

$$A_s = 1252 \text{ mm}^2$$

Maksimal aksial-
spænding

Beregning af maksimal termisk aksialspændingsniveau i et rørsystem:

$$\sigma_{\max} = \Delta T \cdot 2,52 \text{ [MPa]}$$

$$\sigma_{\max} = (120 - 10) \cdot 2,52 = 277 \text{ MPa}$$

Sektion A-B

Beregning af friktionslængde:

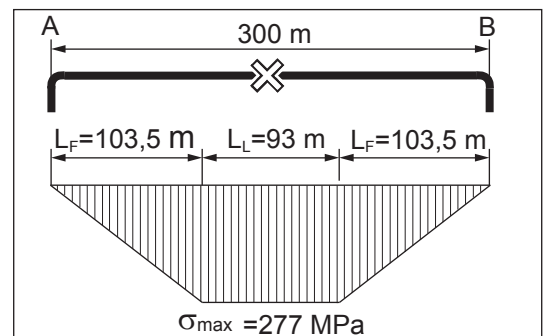
$$L_F = \frac{\sigma_{\max} \cdot A_s}{F}$$

$$L_F = \frac{277 \cdot 1252}{3,35 \cdot 1000} = 103,5 \text{ m}$$

For sektion A-B er afstanden mere end dobbelt så lang som friktionslængden, hvilket betyder, at der er 2 delvis hæmmede sektioner på hver 103,5 m.

I midten er der en friktionsfikseret sektion. Længden på denne sektion er:

$$L_L = L - (2 \cdot L_F) = 300 - (2 \cdot 103,5) = 93 \text{ m}$$



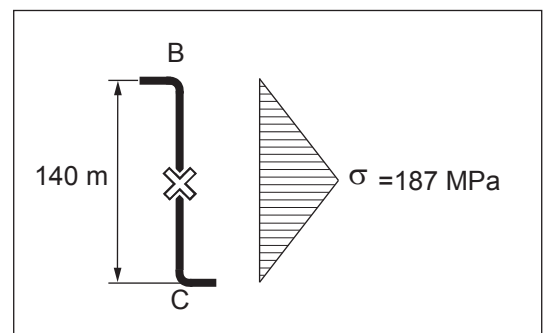
Sektion B-C

For sektion B-C er afstanden $< 2 \cdot L_F$, hvilket betyder, at aksialspændingen er lavere end σ_{\max} .

Det maksimale spændingsniveau er:

$$\sigma_{B-C} = \frac{1/2 \cdot L \cdot F}{A_s}$$

$$\sigma_{B-C} = \frac{0,5 \cdot 140 \cdot 1000 \cdot 3,35}{1252} = 187 \text{ MPa}$$



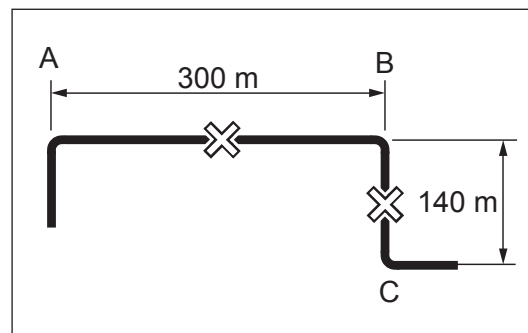
1b, Aksialt spændingsniveau

Forudsætninger
for eksempel 1b

\varnothing 114,3 mm, serie 2
 Jorddække H = 0,8 m
 Max. beregningstemperatur $T_{\max} = 80^{\circ}\text{C}$
 Min. beregningstemperatur $T_{\min} = 10^{\circ}\text{C}$
 Montagetemperatur $T_{\text{ins}} = 10^{\circ}\text{C}$

Værdier fra tabellen i afsnittet: "Lige rør:
 spændingsreduktion med bøjninger –
 Tabel: montagelængder":

$F = 3,35 \text{ kN/m}$
 $A_s = 1252 \text{ mm}^2$

Maksimal aksial-
spænding

Beregning af maksimal termisk aksialspændingsniveau i et rørsystem:

$$\sigma_{\max} = \Delta T \cdot 2,52 \text{ [MPa]}$$

$$\sigma_{\max} = (80 - 10) \cdot 2,52 = 176 \text{ MPa}$$

Sektion A-B

Beregning af friktionslængde:

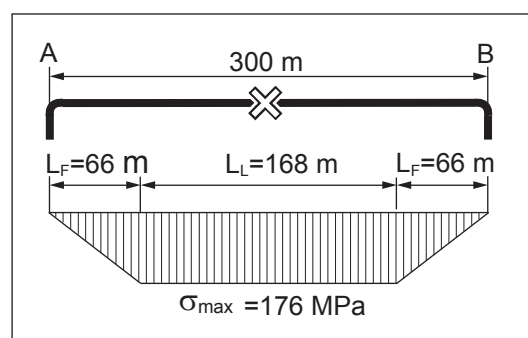
$$L_F = \frac{\sigma_{\max} \cdot A_s}{F}$$

$$L_F = \frac{176 \cdot 1252}{3,35 \cdot 1000} = 66 \text{ m}$$

For sektion A-B er afstanden mere end dobbelt så lang som friktionslængden, hvilket betyder, at der er 2 delvis hæmmede sektioner på hver 66 m.

I midten er der en friktionsfikseret sektion. Længden på denne sektion er:

$$L_L = L - (2 \cdot L_F) = 300 - (2 \cdot 66) = 168 \text{ m}$$

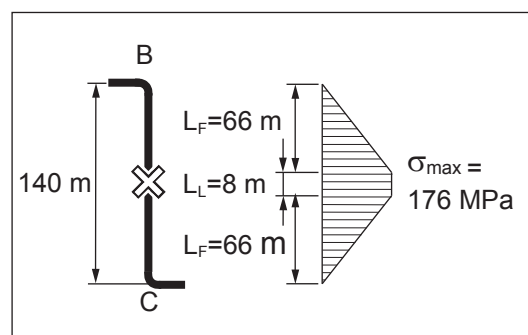


Sektion B-C

For sektion B-C er afstanden mere end dobbelt så lang som friktionslængden L_F hvilket betyder, at der er 2 delvis hæmmede sektioner på hver 66 m.

I midten er der en friktionsfikseret sektion. Længden på denne sektion er:

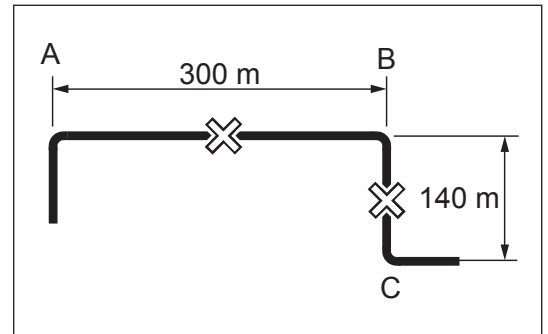
$$L_L = L - (2 \cdot L_F) = 140 - (2 \cdot 66) = 8 \text{ m}$$



2a, Ekspansion ved bøjninger

Forudsætninger
for eksempel 2a

\varnothing 114,3 mm, serie 2
 Jorddække H = 0,8 m
 Max. beregningstemperatur $T_{\max} = 120^{\circ}\text{C}$
 Min. beregningstemperatur $T_{\min} = 10^{\circ}\text{C}$
 Montagetemperatur $T_{\text{ins}} = 10^{\circ}\text{C}$
 Værdier fra tabellen i afsnittet: "Lige rør:
 spændingsreduktion med bøjninger –
 Tabel: montage længder":
 $F = 3,35 \text{ kN/m}$
 $A_s = 1252 \text{ mm}^2$

Beregning af
bevægelse i
punkt B

Beregning af ekspansionen ved enden af en rørsektion i punkt B opdeles i 3 dele:

1. Beregning af ekspansion fra rørsektion A-B, ΔL_1
2. Beregning af ekspansion fra rørsektion B-C, ΔL_2
3. Ekspansionsbøjning B's samlede radial bevægelse, ΔL

Afstanden L er afstanden fra den tænkte forankring til bøjningen og kan maksimalt være friktionslængden L_F

Fra A-B:

Afstanden fra bøjningen til den tænkte forankring er $\frac{1}{2} \cdot 300 = 150 \text{ m}$.

L_F er 103,5 m (beregnet i eksempel 1a).

$L = 103,5 \text{ m}$ ($< 150 \text{ m}$) anvendes for L_1 i eksemplet.

$$\Delta L_1 = L_1 \cdot \alpha \cdot \Delta T - \frac{F \cdot L_1^2}{2 \cdot A_s \cdot E}$$

Beregning af ΔL_1 :

$$\Delta L_1 = 103500 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot (120 - 10) - \frac{3,35 \cdot 103500^2}{2 \cdot 1252 \cdot 210000} = 68 \text{ mm}$$

Fra B-C:

Afstanden fra bøjningen til den tænkte forankring er $\frac{1}{2} \cdot 140 = 70 \text{ m}$.

L_F er 103,5 m (beregnet i eksempel 1a).

$L = 70 \text{ m}$ ($< 103,5 \text{ m}$) anvendes for L_2 i eksemplet.

Beregning af ΔL_2 :

$$\Delta L_2 = 70000 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot (120 - 10) - \frac{3,35 \cdot 70000^2}{2 \cdot 1252 \cdot 210000} = 61 \text{ mm}$$

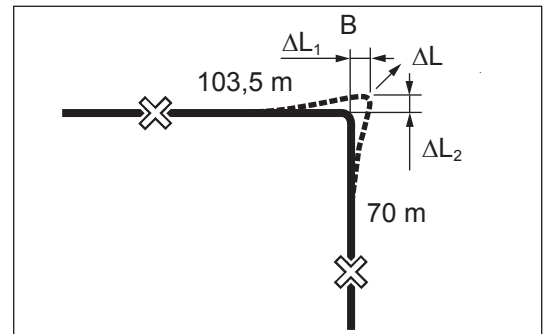
Radial bevægelse i punkt B:

Radialforskydninger ved B er:

$$\Delta L = \sqrt{\Delta L_1^2 + \Delta L_2^2}$$

$$\Delta L = \sqrt{68^2 + 61^2} = 91 \text{ mm}$$

Hvordan denne ekspansion skal håndteres, se afsnittet: "Retningsændringer".



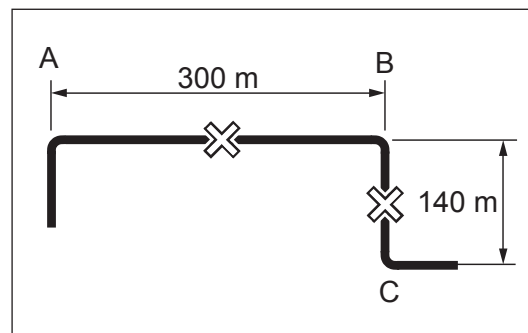
2b, Ekspansion ved bøjninger

Forudsætninger
for eksempel 2b

\varnothing 114,3 mm, serie 2
 Jorddække H = 0,8 m
 Max. beregningstemperatur $T_{\max} = 80^{\circ}\text{C}$
 Min. beregningstemperatur $T_{\min} = 10^{\circ}\text{C}$
 Montagetemperatur $T_{\text{ins}} = 10^{\circ}\text{C}$

Værdier fra tabellen i afsnittet: "Lige rør:
 spændingsreduktion med bøjninger –
 Tabel: montagelængder":

$F = 3,35 \text{ kN/m}$
 $A_s = 1252 \text{ mm}^2$

Beregning af
bevægelse i
punkt B

Fra A-B:

Afstanden fra bøjningen til den tænkte forankring er:

$$\frac{1}{2} \cdot 300 = 150 \text{ m.}$$

L_F er 66 m (beregnet i eksempel 1b).

$L = 66 \text{ m}$ ($< 150 \text{ m}$) anvendes for L_1 i eksemplet.

$$\Delta L_1 = L_1 \cdot \alpha \cdot \Delta T - \frac{F \cdot L_1^2}{2 \cdot A_s \cdot E}$$

Beregning af ΔL_1 :

$$\Delta L_1 = 66000 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot (80 - 10) - \frac{3,35 \cdot 66000^2}{2 \cdot 1252 \cdot 210000} = 28 \text{ mm}$$

Fra B-C:

Afstanden fra bøjningen til den tænkte forankring er $\frac{1}{2} \cdot 140 = 70 \text{ m}$.

L_F er 66 m (beregnet i eksempel 1b).

$L = 66 \text{ m}$ ($< 70 \text{ m}$) anvendes for L_2 i eksemplet.

Beregning af ΔL_2 :

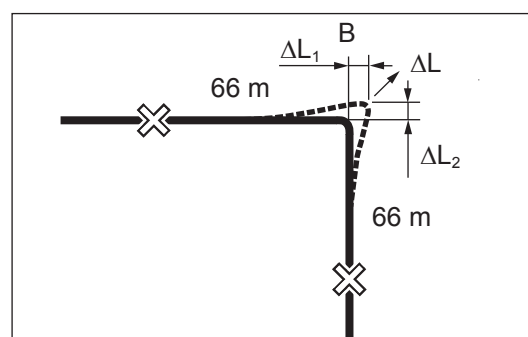
$$\Delta L_2 = 66000 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot (80 - 10) - \frac{3,35 \cdot 66000^2}{2 \cdot 1252 \cdot 210000} = 28 \text{ mm}$$

Radial bevægelse i punkt B:

$$\Delta L = \sqrt{\Delta L_1^2 + \Delta L_2^2}$$

$$\Delta L = \sqrt{28^2 + 28^2} = 40 \text{ mm}$$

Hvordan denne ekspansion skal håndteres, se afsnittet: "Retningsændringer".

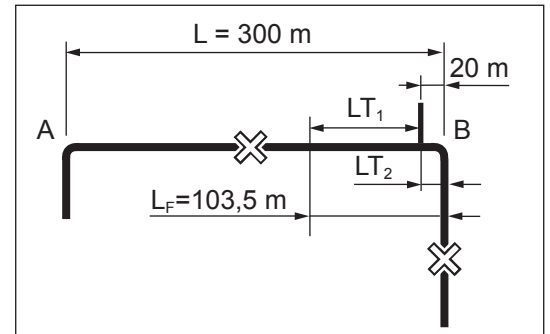


Ekspansion ved afgreninger

Forudsætninger
for eksempel 3a

\varnothing 114,3 mm, serie 2
 Jorddække H = 0,8 m
 Max. beregningstemperatur $T_{\max} = 120^{\circ}\text{C}$
 Min. beregningstemperatur $T_{\min} = 10^{\circ}\text{C}$
 Montagetemperatur $T_{\text{ins}} = 10^{\circ}\text{C}$
 Værdier fra tabellen i afsnittet: "Lige rør:
 spændingsreduktion med bøjninger –
 Tabel: montage længder":

$F = 3,35 \text{ kN/m}$
 $A_s = 1252 \text{ mm}^2$

Beregning af
bevægelse i
afgreningspunkt
D

For at finde bevægelsen i hovedrøret ved afgreningen, skal vi finde:

Afstanden fra bøjningen til den tænkte forankring for sektion A-B er $\frac{1}{2} \cdot 300 = 150 \text{ m}$.
 L_F is 103,5 m (beregnet i eksempel 1a).
 $L = 103,5 \text{ m}$ ($< 150 \text{ m}$) er anvendt i eksemplet.

$$L_{T1} = L - L_{T2} = 103,5 - 20 = 83,5 \text{ m}$$

$$\Delta L_T = \alpha \cdot \Delta T \cdot L_{T1} - \frac{F (2 \cdot L - L_{T1}) \cdot L_{T1}}{2 \cdot E \cdot A_s}$$

$$\Delta L_T = 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot (120-10) \cdot 83500 - \frac{3,35 (2 \cdot 103500 - 83500) \cdot 83500}{2 \cdot 210000 \cdot 1252} = 45 \text{ mm}$$

Hvordan denne bevægelse skal håndteres, se afsnittet: "Afgreninger".

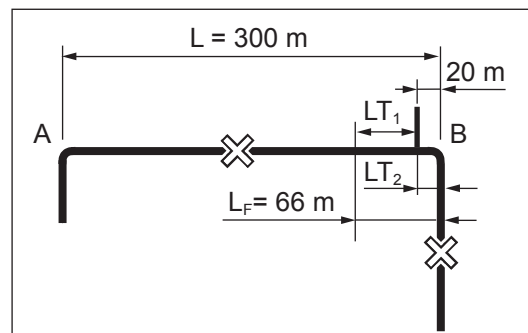
3b, Ekspansion ved afgreninger

Forudsætninger
for eksempel 3b

\varnothing 114,3 mm, serie 2
 Jorddække H = 0,8 m
 Max. beregningstemperatur $T_{\max} = 80^{\circ}\text{C}$
 Min. beregningstemperatur $T_{\min} = 10^{\circ}\text{C}$
 Montagetemperatur $T_{\text{ins}} = 10^{\circ}\text{C}$

Værdier fra tabellen i afsnittet: "Lige rør:
 spændingsreduktion med bøjninger –
 Tabel: montagelængder":

$F = 3,35 \text{ kN/m}$
 $A_s = 1252 \text{ mm}^2$

Beregning af
bevægelse i
afgreningspunkt
B

For at finde bevægelsen i hovedrøret ved afgreningen skal vi finde:

Afstanden fra bøjningen til den tænkte forankring for sektion A-B er $0,5 \cdot 300 = 150$ m.

L_F er 66 m (beregnet i eksempel 1b).

$L = 66 \text{ m}$ ($< 150 \text{ m}$) er anvendt i eksemplet.

$$L_{T1} = L - L_{T2} = 66 - 20 = 46 \text{ m}$$

$$\Delta L_T = \alpha \cdot \Delta T \cdot L_{T1} - \frac{F(2 \cdot L - L_{T1}) \cdot L_{T1}}{2 \cdot E \cdot A_s}$$

$$\Delta L_T = 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot (80-10) \cdot 46000 - \frac{3,35(2 \cdot 66000 - 46000) \cdot 46000}{2 \cdot 210000 \cdot 1252} = 13 \text{ mm}$$

Hvordan denne bevægelse skal håndteres, se afsnittet: "Afgreninger".

Henvisning

LOGSTOR Design Tool:

<https://designtool.logstor.com/Tool/Form.aspx?ApplicationId=18749619-698b-47c3-8dbe-c54c42282ccb>

Fastlæggelse af tilladelige spændinger

Introduktion

Dette afsnit beskriver de forhold, der skal undersøges, før det tilladelige aksiale spændingsniveau fastlægges.

Det beskriver også, hvordan det tilladelige spændingsniveau fastlægges og hvordan det eventuelt kan reduceres.

Det indeholder også typiske spændingsdiagrammer for forskellige systemer med og uden spændingsreduktion.

Indhold

Fastlæggelse af tilladeligt aksialt spændingsniveau

Aksialspændinger uden spændingsreduktion

Reduktion af aksialspændinger med bøjninger

Reduktion af aksialspændinger med varmforspænding

Reduktion af aksialspændinger med E-Comp

Fastlæggelse af tilladeligt aksialt spændingsniveau

Tilladeligt aksialt spændingsniveau

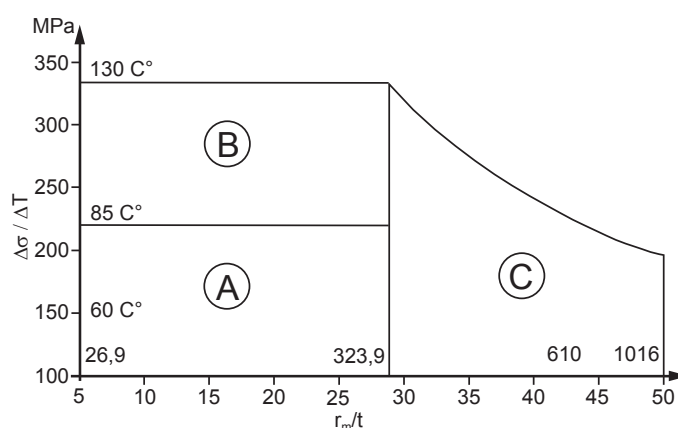
Fastlæggelsen af det maksimale aksiale spændingsniveau for lige rørsektioner skal foretages med behørig hensyntagen til selve rørets stabilitet (lokal stabilitet) samt rørsektionens stabilitet i forhold til omgivelserne (global stabilitet).

Lokal stabilitet

Ved selve rørets stabilitet forstås beskyttelse mod lokal udknækning eller foldning.

Der er risiko for lokal udknækning eller foldning ved høje aksialspændinger og relativt store diametre i forhold til godstykkelser.

Risikoen er dog ikke eksisterende, når det aksiale spændingsniveau ligger under grænsekurven (grænsetilstand C1 ifølge EN 13941) i nedenstående illustration.



Se detaljerede værdier for grænsekurven under afsnittet "Lige rør: Lige rør uden spændingsreduktion".

Global stabilitet

Til sikring af de lige rørsektioners stabilitet skal flere parametre vurderes, da de påvirker det maksimale spændingsniveau. Dette kan være bestemt af forhold, som er tilstede ved projekteringen eller forhold, som påvirker rørene i forbindelse med fremtidige tiltag.

- Udgravning langs og på tværs af rørledningen
- Afstand til eksisterende og fremtidige rørsystemer
- Parallel udgravning af eksisterende og fremtidige rørsystemer
- Buerørs stabilitet ved lille overdækning
- Risiko for udknækning for rør med høje aksialspændinger
- Anvendelse af smigskæring
- Rørledningens og rørgravens kompleksitet
- Mulige forhindringer i rørgraven i forbindelse med byggearbejdet
- Reduktioner på lige rørsektioner
- Antallet af afgreninger og andre komponenter
- Ventilernes placering
- Omfanget af ekspansionen ved bøjninger

Fastlæggelse af tilladeligt aksialt spændingsniveau

Tilladeligt aksialt spændingsniveau fortsat

EN 13941 gør det muligt at anvende et aksialt spændingsniveau med en grænse i henhold til kurven på foranstående side.

Hver ledningsejer skal så fastlægge det faktiske spændingsniveau på grundlag af ovenstående.

Spændingsniveauet behøver ikke være vurderet præcis ens i alle dele af et rørsystem, men kan fastlægges på baggrund af lokale forhold.

LOGSTOR's Projekteringsmanual giver mulighed for at anvende hele spændingsområdet i projektklasse-kurven for stabilitet, men de enkelte forhold skal tjekkes og sikres i forhold til de anførte restriktioner for at opfylde kravene i standarden.

Det kan betyde, at visse områder i et rørsystem kan etableres uden spændingsreducerende tiltag, og at andre områder kan opfylde kravene til global stabilitet ved at foretage spændingsreducerende tiltag.

Ud over muligheden for at anvende hele spændingsniveauet i standarden har LOGSTOR i denne manual specificeret krav til spændingsreducerende tiltag for et spændingsniveau på 190 MPa.

Så ud over stabilitetskravet kan den enkelte ledningsejer også selv bestemme sit eget niveau, såfremt det ønskes.

Et aksialt spændingsniveau på 190 MPa har været anvendt gennem mange år og giver en sikkerhed på 1,1 mod at nå stålets flydespænding. Det betyder dog stadig, at rørsystemets globale stabilitet skal sikres efter specifikationerne i de følgende afsnit.

System, udført uden spændingsreducerende tiltag, se afsnittet "Lige rør: Lige rør uden spændingsreduktion".

Hvis det ønskes eller er nødvendigt at reducere de aksiale spændinger, kan det ske ved hjælp af:

- Bøjninger
- Varmeforspænding i åben grav
- E-Comp

Disse er beskrevet på de efterfølgende sider og detaljeret i afsnittene, "Lige rør": "Spændingsreduktion med bøjninger", "Spændingsreduktion ved forspænding i åben rørgrav" og "Spændingsreduktion med E-comps".

For et optimalt projekteret system betyder det, at der er taget hensyn til lokale forhold, og såfremt spændingsreduktion er påkrævet i de lige rørstrækninger, så udnyttes og kombineres de enkelte metoders fordele, så der opnås et både teknisk og økonomisk optimalt system.

Aksialspændinger uden spændingsreduktion

Definition på lave og høje aksialspændinger

I en lige rørsektion, bygget uden spændingsreduktion - med undtagelse af naturlige retningsændringer - optages belastninger som følge af temperaturændringer i den friktionsfikserede sektion som spændinger og i den delvis friktionshæmmede sektion som ekspansioner ved bøjninger.

Lav aksialspænding

Lave beregningstemperaturer - under 95°C (en temperaturforskel på 85°C fra montage ved 10°C) - medfører lave aksialspændinger og er defineret i projektklasse A for små rør.

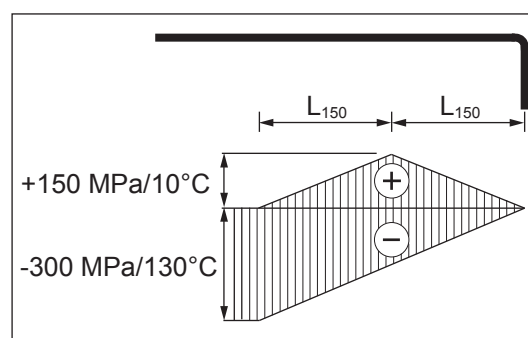
Høj aksialspænding

Ved høje beregningstemperaturer overstiges stålets flydespænding (R_e). Dette betegnes høj aksialspænding og er defineret i projektklasse B for små rør.

Lige rørsektion uden reduktion

Termisk aksialspændingsniveau i en rørsektion uden reduktion af aksialspændingen i medierøret.

I et rørsystem med høje aksialspændinger vil aksialspændingerne maksimalt være -300 MPa ved opvarmning fra 10° C til 130° C efter tildækning.



Reduktion af aksialspændinger med bøjninger

Ekspansionsbøjning

Aksialspændinger i lige rørsektioner kan reduceres ved at indsætte ekspansionsbøjning med en afstand, som sikrer, at aksialspændingerne ikke overstiger det faktisk tilladelige spændingsniveau.

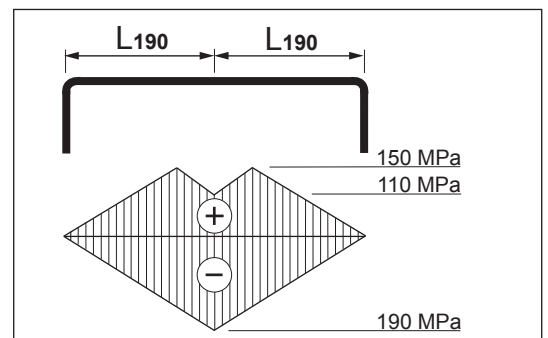
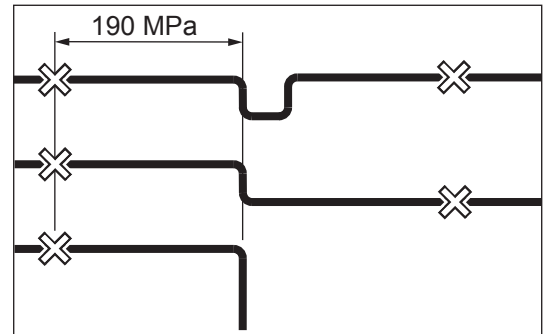
Ekspansionsbøjning anvendes i det omfang, hvor de udgør en naturlig del af rørledningen og hvor der ikke er andre mulige løsninger, da de er pladskrævende og dyre.

I nogle traditionelle systemer erstattes U-bøjninger med aksialkompensatorer. Hvis det er tilfældet, så kontakt LOGSTOR.

Aksialspændinger i et rørsystem reduceres ved at dele rørsystemet ind i sektioner mellem ekspansionsbøjningerne. Disse sektioner benævnes montage-længder og indekset angiver det maksimale spændingsniveau.

I et rørsystem med en max. driftstemperatur på 130°C og en min. temperatur på 10°C, vil den maksimale spænding være som det fremgår af illustrationen.

For detaljer, se afsnittet "Lige rør: spændingsreduktion med bøjninger".



Reduktion af aksialspændinger med varmforspænding

Varme- forspænding

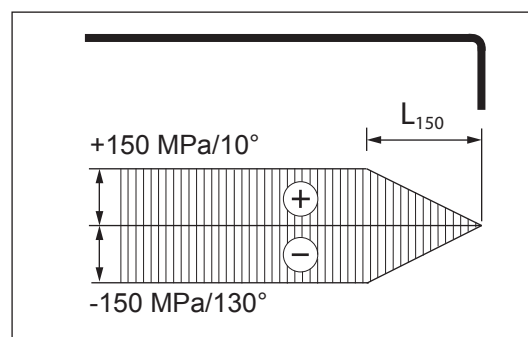
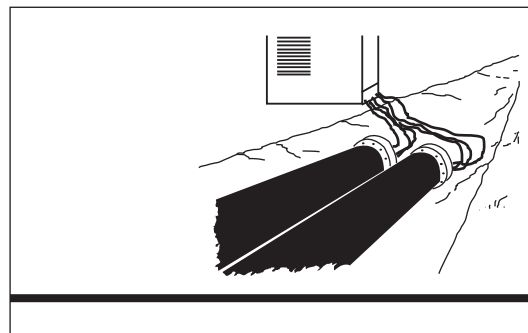
Ved reduktion af aksialspændinger via varmforspænding i åben rørgrav sikres det, at rørasektionen er spændingsfri ved forspændingstemperaturen (en middeltemperatur).

Efter tildækning vil ekspansionerne ved bøjningerne være begrænset, og temperaturændringerne i systemet vil blive omdannet til træk- og trykspændinger i de lige rør.

Forspænding kan udføres med vand, damp eller elektricitet.

I et rørsystem med en max. driftstemperatur på 130°C og en min. temperatur efter tildækning på 10°C vil den maksimale aksialspænding være ± 150 MPa, når varmforspændingen er blevet udført ved 70°C - en temperaturforskel på 60°C.

For detaljer, se afsnittet "Lige rør: spændingsreduktion ved forspænding i åben rørgrav".



Reduktion af aksialspændinger med E-Comp

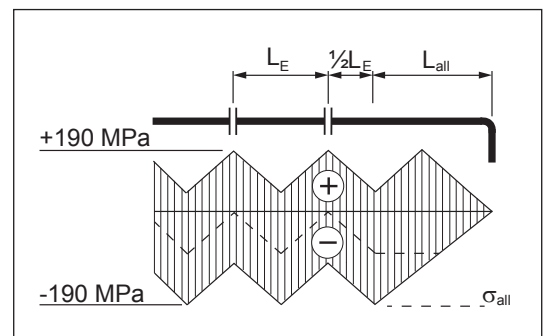
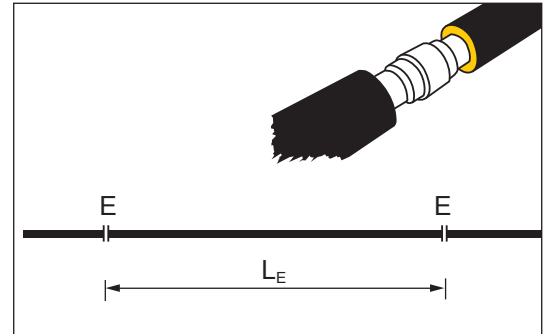
E-Comp

E-systemet er en forenklet montage teknik, hvor temperaturændringer omdannes til træk- og trykspændinger i stålrøret og hvor E-Comps installeres for at optage en del af den første bevægelse.

E-Comp er en engangskompensator til optagelse af ekspansioner.

Efter den første opvarmning og svejsning af E-Comp vil systemet have lange fikserede sektioner uden bevægelser.

I et rørsystem med en max. driftstemperatur på 130°C og en min. temperatur efter tildækning på 10°C vil den maksimale aksialspænding være som vist i illustrationen, såfremt det tilladelige spændingsniveau er 190 MPa.



Aksialt spændingsniveau - Fordele og ulemper

Fordele og ulemper

System	Fordele	Ulemper
Uden spændingsreduktion Typisk anvendelse: - Transmissionsledninger - Hovedledninger	Enkel montage Rørgraven kan løbende tildækkes Ingen omkostninger til forvarmning eller ekstra kompensationskomponenter Lange friktionsfikserede strækninger, hvor rørene ikke kan bevæge sig	Lave aksialspændinger Ingen Høje aksialspændinger Høje aksialspændinger Førstegangsekspansionen er stor Ikke muligt på store dimensioner ved høje temperaturer Ekstra påpasselighed i forbindelse med fri- og parallelgravning
Spændingsreduktion med bøjninger Typisk anvendelse: - Hovedledninger - Fordelingsledninger	Reducerede aksialspændinger Rørgraven kan løbende tildækkes Færre restriktioner ved senere fri- og parallelopgravning	Ekstra omkostninger for bøjninger Hele rørsystemet bevæger sig i jorden Øget tryktab
Spændingsreduktion med varmforspænding Typisk anvendelse: - Store transmissionsledninger uden for bymæssig bebyggelse	Reducerede aksialspændinger Ingen ekstra omkostninger til kompensationskomponenter Lange fikserede sektioner, hvor rørene ikke kan bevæge sig Færre restriktioner ved senere fri- og parallelopgravning	Hele rørgraven skal være åben under forvarmning Ekstra omkostninger til varmekilde Varmekilde skal være til rådighed, inden rørgraven tildækkes
Spændingsreduktion med E-Comp Typisk anvendelse: Transmissionsledninger i bymæssig bebyggelse	Rørgraven kan delvis tildækkes før opvarmning Ofte ikke nødvendigt at reducere spændinger i returledning Lange fikserede sektioner, hvor rørene ikke kan bevæge sig efter opvarmning Færre restriktioner ved senere fri- og parallelopgravning	Retablering af hullet omkring E-Comp kan først ske efter opvarmning Ekstra omkostninger til E-Comps Antallet af E-Comps øges med lægningsdybden

Det kan være en fordel at kombinere forskellige metoder for at opnå den bedste tekniske og økonomiske løsning til systemet.

Introduktion Dette afsnit indeholder projekteringsregler for rørgraven, afstande mellem rør og tilfyldningsmateriale rundt om rørpar.

Indhold Rørgravens dimensioner
Tilfyldningsmateriale
Overdækning
Frigravning af rør

Rørgraven

Rørgravens dimensioner

Grundlag

For at opnå en god friktion mellem jord og kapperør bør rørgraven udformes, så der er mindst 100 mm stenfrit friktionsmateriale rundt om rørene for at beskytte kappen mod skarpe sten og opnå en ensartet friktion mellem kapperør og tilfyldningsmaterialet.

Tværsnit

Kanalens tværsnit skal som udgangspunkt være udformet i henhold til krav i EN13941 samt lokale regler vedrørende sikkerhed og arbejdsmiljø.

For at sikre tilstrækkeligt friktionsmateriale omkring rørene skal målene på det viste tværsnit overholdes.

Placer 2 markeringsbånd eller et markeringsnet, som dækker rørene, minimum 100 mm over rørene.

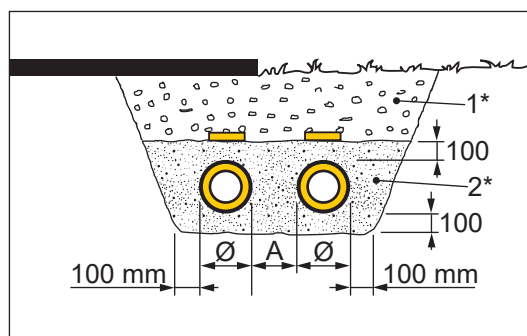
1*) Tilfyldningsmateriale til den øverste zone

2*) Tilfyldningsmateriale (friktionsmateriale)

LOGSTOR anbefaler rørafstand A i henhold til tabellen.

Der skal tages hensyn til allerede eksisterende kabler og rør i jorden og evt. behov for at dræne kanalen.

I områder med dårlig jordkvalitet kan det være nødvendigt at udskifte en større mængde af jorden for at undgå sætninger/forskydninger.



Kapperør Ø mm	Afstand A mellem kapperør mm
90 - 225	150
250 - 560	250
630 - 1400	300

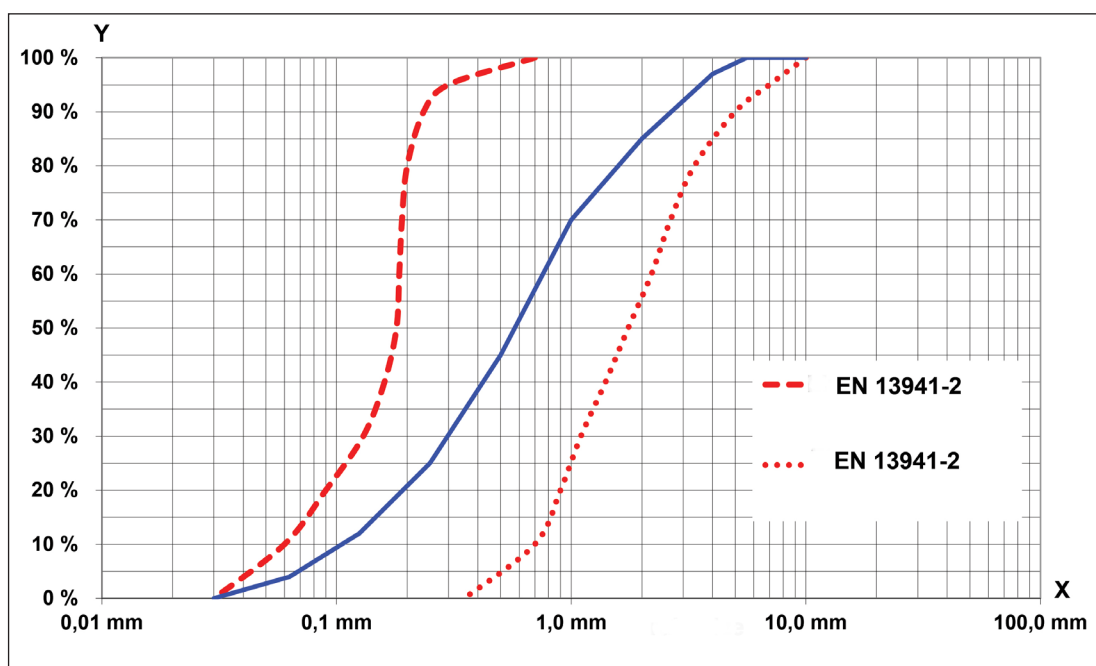
Friktionsmateriale Tilfyldningsmaterialet i friktionszonen (zone 2) skal overholde nedenstående krav, og en sigteanalyse skal ligge som eksempelvis den blå kurve imellem de to røde grænsekurver i overensstemmelse med EN 13941-2:

- Max. kornstørrelse $\leq 10 \text{ mm}$
- Uensformighedstal $\frac{d_{60}}{d_{10}} \geq 1,8$

Uensformighedstallet findes ved en sigtetest.

d_{60} er den kornstørrelse, hvor 60% falder gennem sigten.

d_{10} er den kornstørrelse, hvor 10% falder gennem sigten



x-akse: Kornstørrelse i mm

y-akse: Gennemfald i vægtprocent

Materialet må ikke indholde skadelige mængder af planterester, muld, ler- eller siltklumper.

Specielt ved større rør er det vigtigt at være opmærksom på mængden af finkornet materiale i tilfyldningsmaterialet for at forhindre risikoen for tunnelvirkning, når rørene afkøles.

Komprimering

Sørg for at der er tilfyldningsmateriale hele vejen rundt om rørene og vær specielt opmærksom på at få en jævn og godt komprimeret tilfyldning.

Komprimér grusen mellem og på siderne af kapperørene.

Friktionen er baseret på en middelkomprimering på 97% standardproctor uden værdier under 94% standardproctor.

Bemærk at der skal tages højde for specielle krav fra f.eks. vejbyggere.

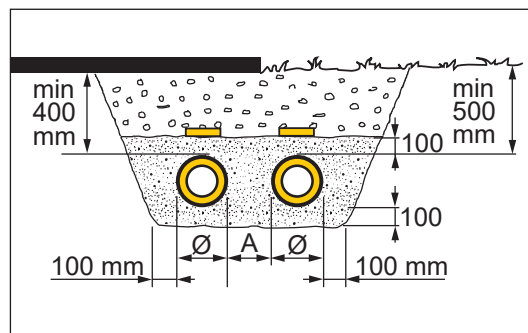
Vær opmærksom på specielle krav til ekspansionszoner, se afsnittet "Ekspansionsoptagelse".

Rørgraven Overdækning

Minimum over- dækning

Fra underkant af asfalt/beton til overkant af kappe anbefales en minimum overdækning på 400 mm.

Fra overkant af ubefæstet areal til overkant af kappe anbefales en minimum overdækning på 500 mm.

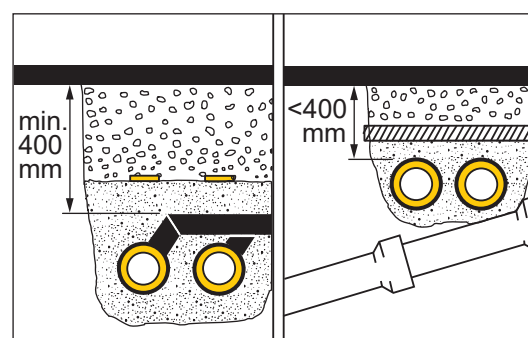


Ved afgreninger beregnes de 400 mm fra stikledningens overkant.

Hvis minimum overdækning ikke kan opnås, skal rørene beskyttes mod overbelastning f.eks. med en armeret betonflise eller stålplade.

Hvis grundvandsspejlet ligger over toppen af rørene, er det nødvendigt at kontrollere den globale stabilitet med hensyn til det anvendte aksiale spændingsniveau.

For yderligere informationer kontakt LOGSTOR.



Trafficbelastning

Hvis minimum overdækning overholder ovenstående anbefalinger, er rørene sikre mod tunge trafikbelastninger (100 kN hjultryk) op til DN 600.

Er overdækningen mindre, er det nødvendigt at anvende f.eks. en stålplade eller armeret betonflise.

Rørgraven Overdækning

Maksimum overdækning

For at sikre vedhæftningen mellem stålmedierøret og PUR-skummet må rørene ikke installeres for dybt i jorden.

Hvis de følgende maksimalværdier overholdes, vil friktionskraften ligge inden for grænsen for forskydningsspænding i rør efter EN 13941.

Under særlige omstændigheder kan rørene installeres dybere, specielt hvis de er i de fikserede zoner.

For yderligere informationer kontakt LOGSTOR.

Stålrør Ø mm	Max overdækning over rør		
	Serie 1 m	Serie 2 m	Serie 3 m
26,9	2,00	1,70	1,50
33,7	2,60	2,10	1,80
42,4	2,60	2,30	2,00
48,3	3,00	2,60	2,30
60,3	3,30	2,90	2,50
76,1	3,70	3,30	2,90
88,9	3,60	3,20	2,90
114,3	3,90	3,40	3,00
139,7	4,10	3,70	3,30
168,3	4,40	3,90	3,50
219,1	4,60	4,10	3,60
273,0	4,50	4,00	3,50
323,9	4,70	4,20	3,70
355,6	4,70	4,20	3,60
406,4	4,70	4,20	3,70
457,0	4,80	4,20	3,70
508,0	4,70	4,10	3,60
610,0	4,90	4,30	3,90

Genbrug af oprindeligt materiale til tilfyldning

I de friktionsløse zoner, L_L , kan materialet, som opgraves genbruges, hvis det er sandholdig og efter fjernelse af partikler større end 60 mm.

Tilfyldningsmaterialet må ikke indeholde mere end 2% organisk materiale.

Reetablering skal ske på en måde, som overholder krav fra lokale myndigheder.

Afgreningsforbindelser til disse zoner skal tilfyldes med friktionsmateriale, se afsnittet "Rørgraven: Tilfyldningsmateriale"

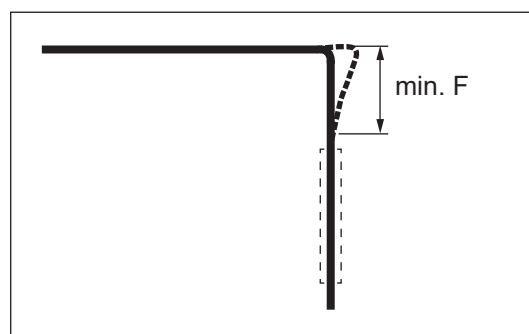
Krydsninger i beskyttelsesrør

Krydsninger i beskyttelsesrør kan udføres med behørig hensyntagen til følgende:

- Brug af understøtninger til at sikre rør og samlinger
- Afstanden mellem understøtninger fastlægges i forhold til det aksiale spændingsniveau i stålrøret, se global stabilitet
- Mindre friktion i beskyttelsesrøret, som kan føre til større ekspansioner ved bøjninger, specielt hvis beskyttelsesrøret er placeret nær ved en ende

- Udsættes røret for laterale bevægelser, f.eks. tæt ved bøjninger og afgreninger, skal der være tilstrækkelig plads eller det skal sikres, at beskyttelsesrøret stopper, hvor den laterale bevægelse er nul.

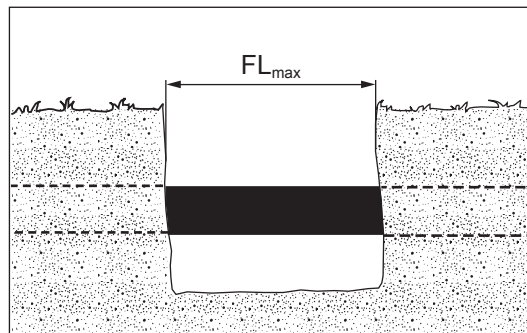
F-målets længde, se afsnittet "Retningsændringer".



Rørgraven Frigravning af rør

Maksimum fri længde

Den tilladelige frigravningslængde for et rør i drift afhænger af det aktuelle aksiale spændingsniveau i medierøret i det punkt.



Af tabellen fremgår de maksimale frigravningslængder, FL_{190} , ved et aksialt spændingsniveau på 190 MPa.

Er aksialspændingerne over flydespændingen, anvendes den tredje kolonne.

Dette vil være tilfældet, hvis aksialspændingen er højere end ca. 210 MPa eller ved en temperaturforskel på 85°C.

Er spændingsniveauet et andet, kan følgende formel anvendes til beregning af længden FL_{max} :

$$FL_{max} = FL_{190} \cdot \sqrt{\frac{190}{\sigma}}$$

Eksempel:

Aktuel spændingsniveau er 120 MPa

Rør: Ø 219,1; $FL_{190} = 6,5$ m

$$FL_{max} = 6,5 \cdot \sqrt{\frac{190}{120}} = 8,1 \text{ m}$$

Stålrør Ø mm	FL_{190} m	$\sigma_{axial} > ReT$ ($\Delta T > 85^\circ C$) m
26,9	0,7	0,5
33,7	0,9	0,7
42,4	1,2	0,8
48,3	1,4	1,0
60,3	1,7	1,2
76,1	2,2	1,5
88,9	2,6	1,8
114,3	3,3	2,3
139,7	4,1	2,8
168,3	4,9	3,4
219,1	6,5	4,4
273,0	8,1	5,5
323,9	9,6	6,5
355,6	10,5	7,1
406,4	12,0	8,1
457,0	13,6	9,1
508,0	15,1	10,2
610,0	18,1	12,2

Afstand til andre forsyningsled- ninger

Præisolerede rør skal installeres med behørig hensyntagen til andre forsyningsledninger.

Der vil ofte være lokale forskrifter i forskellige lande og regioner.

Hvis der er specielle krav til kapperørets temperatur, kan den beregnes med LOGSTOR Calculator, som er gratis at anvende på <http://calc.logstor.com>.

Henvisninger

Håndtering & Montage

Afsnit: "Generelt: Gravning, nedlægning og tilfyldning ved kanalgravning"

3.1.1

Lige rør

Overzicht

Introduktion Dette afsnit giver en detaljeret beskrivelse af, hvilke metoder, der kan anvendes til at reducere aksialspændinger, og af det maksimale spændingsniveau for høje aksialspændinger i lige rørstrækninger.

Indhold

- Lige rør uden spændingsreduktion
- Spændingsreduktion med bøjninger
- Spændingsreduktion ved forspænding i åben rørgrav
- Spændingsreduktion med E-Comps

Lige rør uden spændingsreduktion

Definition

Når en lige rørstrækning etableres uden spændingsreduktion - med undtagelse af naturlige retningsændringer - optages påvirkningen fra temperaturændringer som spændinger i den friktionsløste sektion og som ekspansioner fra den delvist hæmmede sektion ved bøjninger.

Lav aksialspænding

Lave beregningstemperaturer, under 95°C (en temperaturforskel på 85°C fra montage ved 10°C), fører til lave aksialspændinger og er defineret i projektklasse A for små rør.

Høj aksialspænding

Ved høje beregningstemperaturer overskrides stålets flydespænding (R_e). Det fører til høje aksialspændinger og er defineret i projektklasse B for små rør.

Spændingsdiagram

Den maksimale aksialspænding i den friktionsløste sektion kan beregnes efter følgende formel:

$$\sigma_{\max} = (T_{\max} - T_{\text{ins}}) \cdot 2,52 \text{ [MPa]}$$

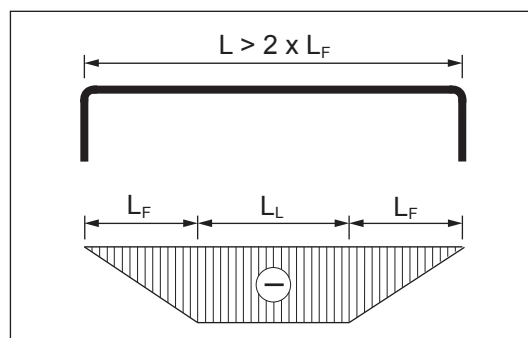
Fra bøjningerne stiger spændingen fra nul til σ_{\max} . Afstanden kaldes L_F , friktionslængde.

Diagrammet er baseret på en afstand mellem bøjninger, som er længere end $2 \cdot L_F$.

For detaljer, se afsnittet "Generelt: Aksialt spændingsniveau".

L_L = friktionsløst sektion

L_F = friktionslængde

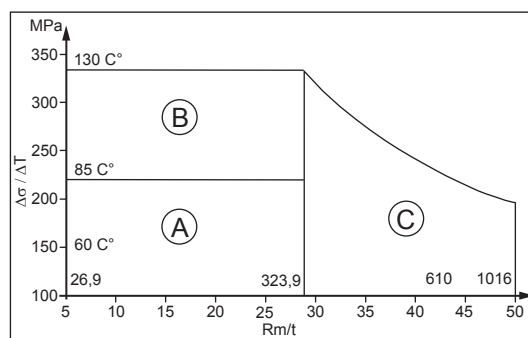
**Maksimal temperatur-/ aksialspændingsniveau**

Illustrationen viser den maksimalt tilladelige spændings- eller temperaturforskel for systemer med høje aksialspændinger for stålqualiteter og dimensioner ifølge EN 253.

Diagrammet er anført i EN 13941.

Den vandrette akse er forholdet mellem stålrørets middelradius og godstykkelse.

Den lodrette akse er de maksimale aksialspændinger og temperaturforskellen mellem montage- og maksimaltemperatur.



Lige rør uden spændingsreduktion

Maksimal temperatur-/ aksialspændingsniveau, fortsat

For dimensioner til og med $\varnothing 323,9$ mm er det tilladelige temperaturlast $\Delta T = 130^\circ\text{C}$, hvilket svarer til et aksialt spændingsniveau på 334 MPa.

For større dimensioner falder den tilladelige temperaturlast på grund af risikoen for lokal ustabilitet.

Hvis spændingsgrænserne i tabellen eller de maksimale temperaturforskelle er overholdt, kan rørene installeres uden spændingsreduktion.

¹⁾Temperaturforskellen er baseret på α og E ved 130°C

For parametre, der skal vurderes, når den globale stabilitet skal kontrolleres, se detaljeret fastlæggelse af spændinger i afsnittet "Generelt: Projektklasser".

\varnothing mm	Grænser	
	$\Delta\sigma$ [MPa]	ΔT [$^\circ\text{C}$] ¹⁾
355,6	308	120
406,4	279	109
457	249	97
508	225	88
610	212	83
711	205	80
813	198	77
914	200	78
1016	198	77
1219	188	73

Konklusion

Montage uden spændingsreduktion medfører de laveste etableringsomkostninger.

For systemer med lave driftstemperaturer er denne montagemetode så absolut at foretrække.

For systemer med høje aksialspændinger er metoden en fordel - specielt for mindre dimensioner i områder uden eller med få andre nedgravede forsyningsledninger.

For store dimensioner kan lokale forhold gøre et lavere maksimalt spændingsniveau mere velegnet på grund af:

- Store bevægelser ved afgreninger og bøjninger
- Områder med mange forhindringer i jorden
- Mange retningsændringer
- Systemets kompleksitet
- Global stabilitet

For information om afstande, se afsnittet "Rørgraven".

1a, eksempel uden spændingsreduktion

Forudsætninger for eksempel 1a	Lige rørsektion:	1800 m
	Dimension:	Ø139,7 mm, serie 2
	Overdækning:	H = 0,8 m
	Max. beregningstemperatur:	$T_{\max} = 130^{\circ}\text{C}$
	Min. beregningstemperatur:	$T_{\min} = 10^{\circ}\text{C}$
	Montagetemperatur:	$T_{\text{ins}} = 10^{\circ}\text{C}$

**Maksimal aksial-
spænding**

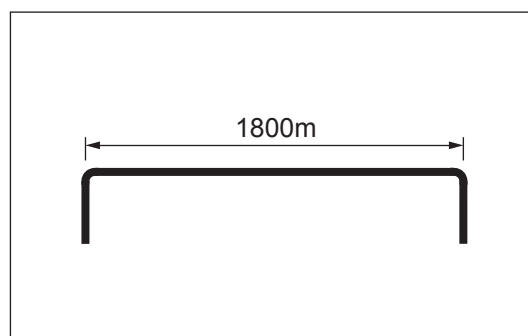
Maksimal spændingsniveau i den friktionsløste sektion:

$$\sigma_{\max} = (T_{\max} - T_{\text{ins}}) \cdot 2,52 \text{ [MPa]}$$

$$\sigma_{\max} = (130 - 10) \cdot 2,52 = 302 \text{ MPa}$$

Den lige rørsektion kan installeres uden spændingsreduktion, da temperaturforskellen er mindre end 334 MPa, som er grænsen for et Ø139,7 mm rør, se afsnittet "Lige rør: Lige rør uden spændingsreduktion".

Som anført i afsnittet "Generelt: Projekt-klasser" er dette muligt under hensyn til den globale stabilitet, bøjningerne og afgreningerne.



1b, eksempel uden spændingsreduktion

Forudsætninger for eksempel 1b	Lige rørsektion:	2500 m
	Dimension:	ø 457 mm, serie 1
	Overdækning:	H = 1,0 m
	Max. beregningstemperatur:	$T_{\max} = 100^{\circ}\text{C}$
	Min. beregningstemperatur:	$T_{\min} = 10^{\circ}\text{C}$
	Montagetemperatur:	$T_{\text{ins}} = 0^{\circ}\text{C}$

**Maksimal aksial-
spænding**

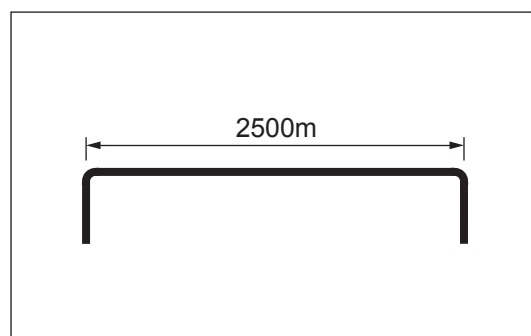
Maksimal spændingniveau i den friktion-slåste sektion:

$$\sigma_{\max} = (T_{\max} - T_{\text{ins}}) \cdot 2,52 \text{ [MPa]}$$

$$\sigma_{\max} = (100 - 0) \cdot 2,52 = 252 \text{ MPa}$$

Den lige rørsektion kan installeres uden spændingsreduktion, da den aksiale spændingsforskel er mindre end 270 MPa, som er grænsen for et ø 457 mm rør, se afsnittet "Lige rør: Lige rør uden spændingsreduktion".

Som anført i afsnittet "Generelt: Projekt-klasser" er dette muligt under hensyn til den globale stabilitet, bøjningerne og afgreningerne.



Spændingsreduktion med bøjninger

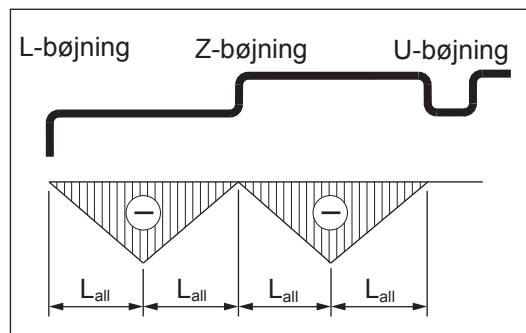
Definition

Ved spændingsreduktion med bøjninger tildækkes rørene, før systemet opvarmes. Afstanden mellem ekspansionsbøjninger er blevet tilpasset for at sikre, at afstanden mellem 2 bøjninger kun er så lang, at de aksiale spændinger ikke overstiger det fastlagte spændingsniveau.

Afstanden fra en bøjning til punktet med det ønskede spændingsniveau kaldes montagelængden og har indekserne med det faktiske spændingsniveau.

Eksempel:

L_{190} er afstanden, som resulterer i et spændingsniveau på 190 MPa. Det betyder, at længden mellem 2 bøjninger højst kan være $2 \cdot L_{190}$. Hvis den er længere, overstiges det anførte spændingsniveau.



Montagelængde L_{190}

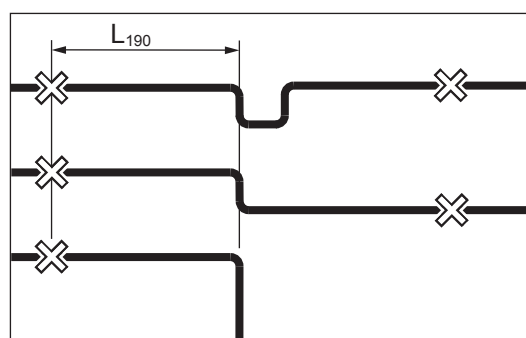
I princippet kan den tilladelige spænding vælges frit, forudsat den ligger inden for grænsekurven for lokal stabilitet, se afsnittet "Generelt: Fastlæggelse af tilladeligt, aksialt spændingsniveau.

I tabellerne på side i afsnittet "Lige rør: Spændingsreduktion med bøjninger – Tabel: Montagelængder" er montagelængden L_{190} for 190 MPa aksialt spændingsniveau anført som en funktion af overdækningen. Dette niveau kan omdannes til et andet niveau ved hjælp af formlerne på næste side.

Et område eller en sektion med spændingsreduktion med bøjninger kan uden problemer kombineres med et system med høje aksialspændinger, såfremt en spændingsreduktion er påkrævet i visse områder af systemet på grund af stabilitet o.s.v.

Bøjninger, som kan anvendes, er L-, Z-, eller U-bøjninger. Vinklen skal altid være mellem 80 og 90°, ellers kan bøjningerne ikke anses for at ekspandere frit, og specielle beregninger skal udføres.

Beregning af selve bøjningen, se afsnittet "Retningsændringer".



Spændingsreduktion med bøjninger

Montagelængde**L₁₉₀,
fortsat**

Spændingsreduktion - specielt med U-bøjninger - er en dyr metode og bør følgelig kun anvendes, når andre løsninger ikke kan bruges.

Anvendelsen af aksialkompensatorer kan anses for at være en ekspansion, men blev hovedsageligt brugt tidligere. Hvis disse skal anvendes, kontakt LOGSTOR Denmark Holding ApS.

**Montage-
længder,
andre spænd-
ingsniveauer**

Til beregning af montagelængden for andre spændingsniveauer kan følgende formler anvendes:

$$L_{\text{all}} = L_{190} \frac{\sigma_{\text{all}}}{190}$$

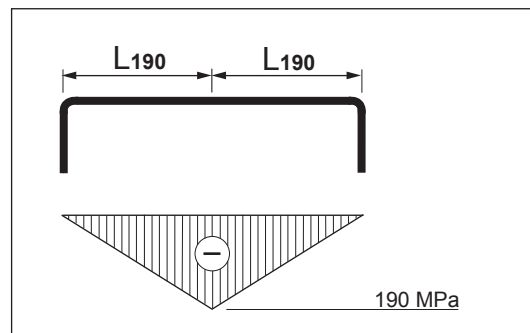
hvor L_{190} tages fra tabellen for den faktiske dimension og overdækning

eller

$$L_{\text{all}} = \frac{\sigma_{\text{all}} \cdot A_s}{F}$$

hvor tværsnitsarealet A_s og friktionskraften F er taget fra tabellen i afsnittet:

"Lige rør: Spændingsreduktion med bøjninger – Tabel: Montagelængder" for den faktiske dimension og overdækning.



Spændingsreduktion med bøjninger - Tabel: Montagelængder

Forudsætninger for tabellerne	Tilladeligt aksialt spændingsniveau	σ_{all} 190 MPa
	Jordens friktionsvinkel	φ 32,5 °
	Jordens fylde	γ 19 kN/m ³
	Friktionskoefficient, PE/jord	μ 0,40

Serie 1, L₁₉₀

d mm	D _C mm	A _s mm	Friktionskraft F				Montagelængde L ₁₉₀			
			H=0,60 m kN/m	H=0,80 m kN/m	H=1,00 m kN/m	H=1,50 m kN/m	H=0,60 m m	H=0,80 m m	H=1,00 m m	H=1,50 m m
26,9	90	198	0,97	1,28	1,59	2,38	39	29	24	16
33,7	90	254	0,97	1,29	1,6	2,38	50	38	30	20
42,4	110	325	1,2	1,58	1,96	2,91	52	39	32	21
48,3	110	373	1,2	1,58	1,96	2,92	59	45	36	24
60,3	125	523	1,37	1,81	2,24	3,33	72	55	44	30
76,1	140	667	1,55	2,04	2,52	3,74	82	62	50	34
88,9	160	862	1,79	2,35	2,9	4,29	91	70	56	38
114,3	200	1252	2,28	2,97	3,66	5,4	105	80	65	44
139,7	225	1539	2,59	3,38	4,16	6,11	113	87	70	48
168,3	250	2065	2,93	3,8	4,66	6,83	134	103	84	57
219,1	315	3034	3,8	4,89	5,99	8,72	152	118	96	66
273	400	4210	4,98	6,37	7,75	11,22	161	126	103	71
323,9	450	5600	5,75	7,31	8,87	12,78	185	145	120	83
355,6	500	6158	6,49	8,23	9,96	14,3	180	142	117	82
406,4	560	7919	7,47	9,41	11,35	16,21	201	160	133	93
457	630	8920	8,60	10,79	12,97	18,44	197	157	131	92
508	710	9930	9,93	12,39	14,85	21,01	190	152	127	90
610	800	13448	11,70	14,47	17,25	24,18	218	177	148	106

Spændingsreduktion med bøjninger - Tabel: Montagelængder

Serie 2, L₁₉₀

d mm	D _C mm	A _s mm	Friktionskraft F				Montagelængde L ₁₉₀			
			H=0,60 m kN/m	H=0,80 m kN/m	H=1,00 m kN/m	H=1,50 m kN/m	H=0,60 m m	H=0,80 m m	H=1,00 m m	H=1,50 m m
26,9	110	198	1,19	1,57	1,95	2,91	32	24	19	13
33,7	110	254	1,19	1,58	1,96	2,91	40	31	25	17
42,4	125	325	1,36	1,8	2,23	3,32	45	34	28	19
48,3	125	373	1,37	1,8	2,23	3,32	52	39	32	21
60,3	140	523	1,54	2,03	2,51	3,73	64	49	40	27
76,1	160	667	1,78	2,33	2,89	4,28	71	54	44	30
88,9	200	862	2,25	2,94	3,64	5,37	73	56	45	30
114,3	225	1252	2,57	3,35	4,13	6,08	93	71	58	39
139,7	250	1539	2,89	3,76	4,63	6,79	101	78	63	43
168,3	280	2065	3,29	4,26	5,23	7,66	119	92	75	51
219,1	355	3034	4,3	5,53	6,76	9,84	134	104	85	59
273	450	4210	5,63	7,19	8,75	12,65	142	111	91	63
323,9	500	5600	6,42	8,15	9,89	14,22	166	131	108	75
355,6	560	6158	7,31	9,25	11,20	16,05	160	126	105	73
406,4	630	7919	8,45	10,63	12,82	18,28	178	141	117	82
457	710	8920	9,76	12,22	14,68	20,84	174	139	115	81
508	800	9930	11,28	14,05	16,82	23,76	167	134	112	79
610	900	13448	13,25	16,37	19,50	27,30	193	156	131	94

Serie 3, L₁₉₀

d mm	D _C mm	A _s mm	Friktionskraft F				Montagelængde L ₁₉₀			
			H=0,60 m kN/m	H=0,80 m kN/m	H=1,00 m kN/m	H=1,50 m kN/m	H=0,60 m m	H=0,80 m m	H=1,00 m m	H=1,50 m m
26,9	125	198	1,36	1,79	2,22	3,31	28	21	17	11
33,7	125	254	1,36	1,79	2,23	3,31	35	27	22	15
42,4	140	325	1,53	2,02	2,5	3,72	40	31	25	17
48,3	140	373	1,54	2,02	2,51	3,72	46	35	28	19
60,3	160	523	1,77	2,32	2,88	4,27	56	43	35	23
76,1	180	667	2,01	2,63	3,26	4,82	63	48	39	26
88,9	200	862	2,25	2,94	3,64	5,37	73	56	45	30
114,3	250	1252	2,87	3,73	4,6	6,77	83	64	52	35
139,7	280	1539	3,25	4,22	5,19	7,62	90	69	56	38
168,3	315	2065	3,72	4,81	5,9	8,64	105	82	66	45
219,1	400	3034	4,87	6,26	7,65	11,11	118	92	75	52
273	500	4210	6,29	8,03	9,76	14,1	127	100	82	57
323,9	560	5600	7,23	9,18	11,12	15,97	147	116	96	67
355,6	630	6158	8,29	10,48	12,66	18,12	141	112	92	65
406,4	710	7919	9,61	12,07	14,53	20,69	157	125	104	73
457	800	8920	11,11	13,88	16,66	23,59	153	122	102	72
508	900	9930	12,83	15,95	19,07	26,88	147	118	99	70
610	1000	13448	14,87	18,33	21,80	30,47	172	139	117	84

2a, eksempel på spændingsreduktion med bøjninger

Forudsætninger for eksempel 2a	Lige rørsektion:	1800 m
	Dimension:	ø 139,7 mm, serie 2
	Overdækning:	H = 0,8 m
	Max. beregningstemperatur:	$T_{\max} = 130^{\circ}\text{C}$
	Min. beregningstemperatur:	$T_{\min} = 10^{\circ}\text{C}$
	Montagetemperatur:	$T_{\text{ins}} = 10^{\circ}\text{C}$

Maksimal afstand mellem bøjninger

Ifølge afsnittet "Lige rør: Lige rør uden spændingsreduktion" kan en lige rørsektion installeres med høje aksialspændinger uden spændingsreduktion.

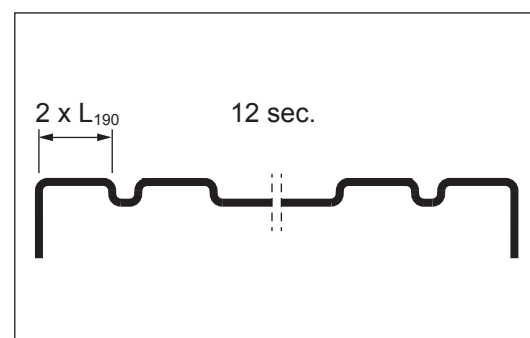
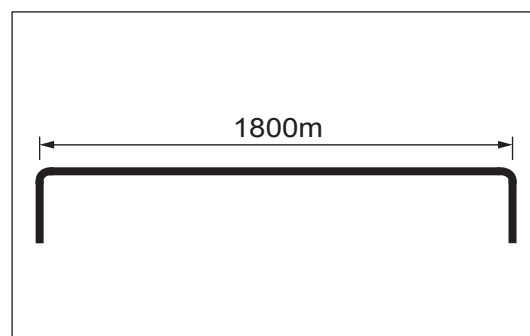
Hvis det aksiale spændingsniveau - af hensyn til stabiliteten eller efter ønske fra rørsystemets ejer - skal reduceres til f.eks. 190 MPa, gøres det som følger:

Af tabellen i afsnittet "Lige rør: Spændingsreduktion med bøjninger – Tabel: Montagelængder" fremgår, at $L_{190} = 78$ m

De 1800 m skal inddeles i sektioner:

$$\begin{aligned} \text{Min antal sektioner} &= \frac{L}{2 \cdot L_{\text{all}}} = \frac{1800}{2 \cdot 78} \\ &= 11,5 \approx 12 \text{ sektioner max } 2 \cdot L_{190} \text{ lange} \end{aligned}$$

Hver sektion skal adskilles med en L-, Z- eller U-bøjning.



2b, eksempel på spændingsreduktion med bøjninger

Forudsætninger for eksempel 2b	Lige rørsektion:	2500 m
	Dimension:	ø 457 mm, serie 1
	Overdækning:	H = 1,0 m
	Max. beregningstemperatur:	$T_{\max} = 100^{\circ}\text{C}$
	Min. beregningstemperatur:	$T_{\min} = 10^{\circ}\text{C}$
	Montagetemperatur:	$T_{\text{ins}} = 0^{\circ}\text{C}$

Maksimal afstand mellem bøjninger

Ifølge afsnittet: "Lige rør: Lige rør uden spændingsreduktion" kan en lige rørsektion installeres med høje aksialspændinger uden spændingsreduktion.

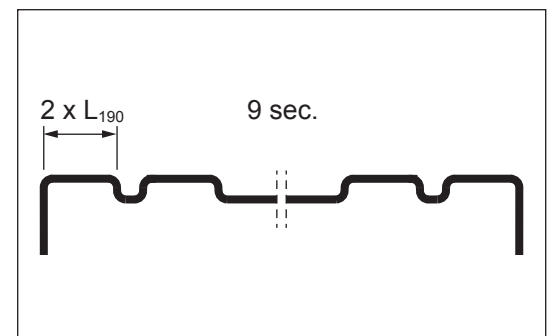
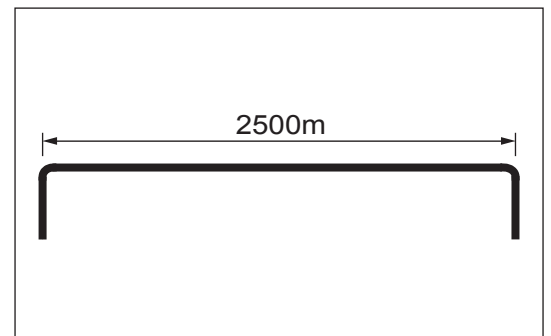
Hvis det aksiale spændingsniveau - af hensyn til stabiliteten eller efter ønske fra rørsystemets ejer - skal reduceres til f.eks. 190 MPa, gøres det som følger::

Af tabellen i afsnittet "Lige rør: Spændingsreduktion med bøjninger – Tabel: Montagelængder" fremgår, at $L_{190} = 147$ m

De 2500 m skal inddeles i sektioner:

$$\begin{aligned} \text{Min antal sektioner} &= \frac{L}{2 \cdot L_{\text{all}}} = \frac{2500}{2 \cdot 147} \\ &= 8,5 \cong 9 \text{ sektioner max } 2 \cdot L_{190} \text{ lange} \end{aligned}$$

Hver sektion skal adskilles med en L-, Z- eller U-bøjning.



2c, eksempel på spændingsreduktion med bøjninger

Eksempel 2c

Som eksempel 2b, men med højere maksimal temperatur.

Max beregningstemperatur $T_{\max} = 130^{\circ}\text{C}$

Det aksiale spændingsniveau skal ligge inden for grænsen for lokal stabilitet (se tabel i afsnittet: "Lige rør: Lige rør uden spændingsreduktion").

Spændingsniveauet skal reduceres til 270 MPa

Montagelængden L_{270} kan beregnes på to måder:

$$1) \quad L_{\text{all}} = L_{190} \frac{\sigma_{\text{all}}}{190}$$

Af tabellen i afsnittet: "Lige rør: Spændingsreduktion med bøjninger – Tabel: Montagelængder" fremgår, at $L_{190} = 147 \text{ m}$

$$L_{270} = 147 \cdot \frac{270}{190} = 209 \text{ m}$$

eller 2)

$$L_{\text{all}} = \frac{\sigma_{\text{all}} \cdot A_s}{F}$$

Af tabellen i afsnittet: "Lige rør: Spændingsreduktion med bøjninger – Tabel: Montagelængder" fremgår, at:

$$A_s = 8920 \text{ mm}^2$$

$$F = 11,51 \text{ kN/m}^2$$

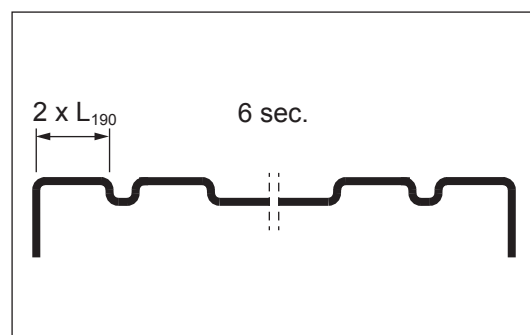
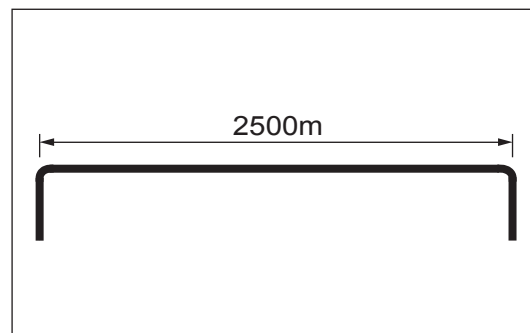
$$L_{270} = \frac{270 \cdot 8920}{11,51 \cdot 1000} = 209 \text{ m}$$

De 2500 m skal indeles i sektioner:

$$\text{Min antal sektioner} = \frac{L}{2 \cdot L_{\text{all}}} = \frac{2500}{2 \cdot 209}$$

$$= 5,9 \approx 6 \text{ sektioner max } 2 \cdot L_{270} \text{ lange}$$

Hver sektion skal adskilles med en L-, Z- eller U-bøjning.



Henvisninger

LOGSTOR Calculator: <http://calc.logstor.com/>

Spændingsreduktion ved forspænding i åben rørgrav

Definition

Når rør varmforspændes, opvarmes de til systemets gennemsnitstemperatur, før de tildækkes.

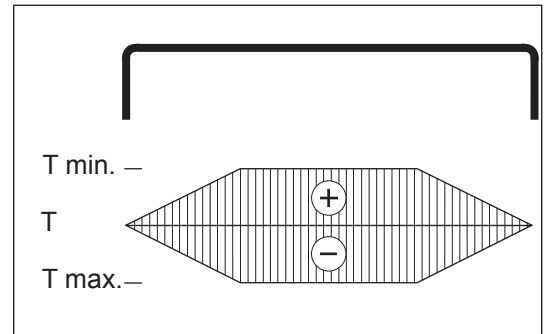
Herefter optages alle efterfølgende temperaturændringer som ændring af tryk- eller trækspændinger i de lange friktionsløste sektioner.

Varmeforspænding er velegnet ved større transmissionsledninger, hvis rørgraven kan stå utildækket i længere tid.

Da rørgraven tildækkes ved gennemsnitstemperatur, vil bevægelserne ved bøjningerne være forholdsvis små, men i begge retninger.

Ved max. temperatur som udvidelser og ved min. temperatur som sammentrækninger.

Det betyder også, at - selvom et system er varmforspændt - så er den cykliske udmattelse ved bøjningerne den samme som i andre systemer.



Beskrivelse

Ved mindre rørdimensioner kan varmforspænding udføres med vand fra det eksisterende system. Ved større dimensioner (> DN 300) anbefales det at bruge strøm eller vakuumdamp til opvarmning af rørene.

Fælles for alle metoder til røropvarmning er, at de kræver:

- Nøjte temperaturstyring
- Opvarmning i åben rørgrav
- Kontrol af længdeudvidelser
- Sikring af røret i længde- og bredderetning

Når forvarmningstemperaturen er nået, og rørene har udvidet sig til den beregnede længde, kan rørgraven tildækkes.

Det er vigtigt, at forspændingstemperaturen fastholdes under tildækningen.

Da rørenes egenvægt vil kunne hindre fuld ekspansionsbevægelse, kan det være nødvendigt at hjælpe rørene med at ekspandere ved at løfte dem eller forvarme tilstrækkeligt korte sektioner.

Ved forvarmning i sektioner skal der tages højde for mulige sammentrækninger og udvidelser i de allerede etablerede, forvarmede sektioner.

Spændingsreduktion ved forspænding i åben rørgrav

Forspændings-temperatur og aksialspænding

Ved forspænding anvendes normalt systemets gennemsnitstemperatur, hvilket medfører, at tryk- og trækspændingerne i rørene stabiliserer sig på samme niveau.

Hvis en anden forspændingstemperatur vælges, kan de maksimale aksialspændinger beregnes efter følgende formler:

Trækspænding under afkølingen:

$$\sigma = (T_{Pre} - T_{Min}) \cdot \alpha \cdot E$$

Trykspænding under opvarmning:

$$\sigma = (T_{Max} - T_{Pre}) \cdot \alpha \cdot E$$

Til den forenkede beregning anvendes 2,52 for $\alpha \cdot E$

Det skal sikres, at aksialspændingerne ikke overstiger den tilladelige spænding σ_{all} , og man skal være speciel opmærksom på trækspændingen fra afkølingen.

Rørene tåler bedre høje trykspændinger end høje trækspændinger.

Ekspansion

Før forvarmning skal ekspansionen ved bøjningerne beregnes.

$$\Delta L = (T_{Pre} - T_{Ins}) \cdot \alpha \cdot L$$

$$T_{Pre} = 0.5 \cdot (T_{max} + T_{min}) =$$

Varmeforspændingstemperatur

T_{max} = Max beregningstemperatur

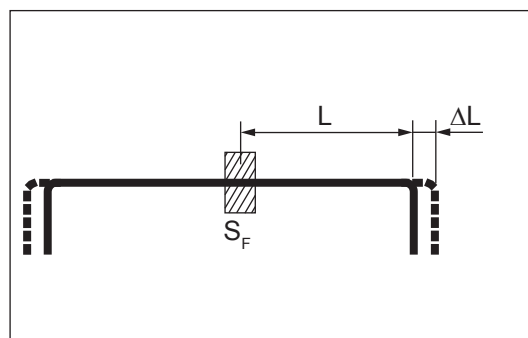
T_{Ins} = Montagetemperatur

α = Stålets længdeudvidelseskoefficient

Længden L er afstanden fra sandfikseringen til rørenden.

Sandfiksering (S_F):

Det punkt, hvor graven er tildækket og rørene dermed er låst.



3a, eksempel på spændingsreduktion ved varmforspænding

Forudsætninger for eksempel 3a	Lige rørsektion:	1800 m
	Dimension:	ø 139,7 mm, serie 2
	Overdækning:	H = 0,8 m
	Max. beregningstemperatur:	$T_{\max} = 130^{\circ}\text{C}$
	Min. beregningstemperatur:	$T_{\min} = 10^{\circ}\text{C}$
	Montagetemperatur:	$T_{\text{ins}} = 10^{\circ}\text{C}$

Ekspansion og spændinger

Ifølge afsnittet: "Lige rør: Lige rør uden spændingsreduktion" kan den lige rørsektion installeres med høje aksialspændinger uden spændingsreduktion.

Hvis det aksiale spændingsniveau - af hensyn til stabiliteten eller efter ønske fra rørsystemets ejer - skal reduceres, kan rørsektionen forspændes.

$$T_{\text{Pre}} = 0,5 \cdot (T_{\max} - T_{\min}) = 0,5 \cdot (130 - 10) = 70^{\circ}\text{C}$$

En sandfiksering oprettes i midten - 900 m fra enderne.

Den forventede ekspansion ved de 2 ender ved varmforspænding i åben rørgrav bliver så:

$$\Delta L = (T_{\text{Pre}} - T_{\text{ins}}) \cdot \alpha \cdot L$$

$$\Delta L_1 = \Delta L_2 = (70 - 10) \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 900 \cdot 1000 = 468 \text{ mm.}$$

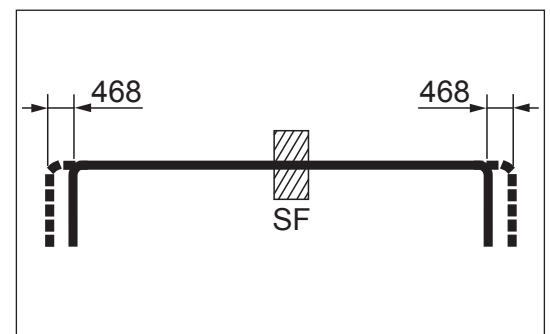
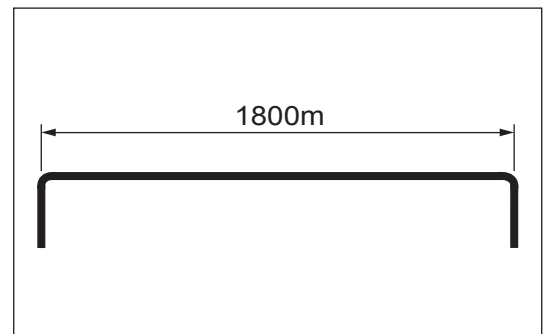
I dette eksempel er forspændingstemperaturen sat som et gennemsnit af montagetemperature og max. temperatur.

Aksialspændingen bliver:

$$\sigma_{\text{Max}} = (T_{\text{Max}} - T_{\text{Pre}}) \cdot 2,52$$

$$\sigma_{\text{Max}} = (130 - 70) \cdot 2,52 = 151 \text{ MPa}$$

Som trykspændinger ved T_{\max} og som trækspændinger ved T_{\min} .



3b, eksempel på spændingsreduktion ved varmforspænding

Forudsætninger for eksempel 3b	Lige rørsektion:	1800 m
	Dimension:	Ø 457 mm, serie 2
	Overdækning:	H = 0,8 m
	Max. beregningstemperatur:	$T_{\max} = 130^{\circ}\text{C}$
	Min. beregningstemperatur:	$T_{\min} = 10^{\circ}\text{C}$
	Montagetemperatur:	$T_{\text{ins}} = 0^{\circ}\text{C}$

Ekspansion og spændinger

Normalt sættes forspændingstemperaturen til et gennemsnit af min. og max. beregningstemperaturen.

Hvis en anden temperatur vælges, kan det være mere praktisk at anvende returvandet i systemet.

I dette eksempel er forspændingstemperaturen 55°C .

Røret deles i to dele på 1250 m.

En sandfiksering etableres 700 m fra den ene ende af de 1250 m.

Den forventede ekspansion ved de 2 ender ved varmforspænding i åben rørgrav bliver så:

$$\Delta L = (T_{\text{Pre}} - T_{\text{Ins}}) \cdot \alpha \cdot L$$

$$\Delta L_1 = (55 - 0) \cdot 1,2^{-5} \cdot 700 \cdot 1000 = 462 \text{ mm}$$

$$\Delta L_2 = (55 - 0) \cdot 1,2^{-5} \cdot 1250 \cdot 1000 = 825 \text{ mm}$$

Spændingen ved max. beregningstemperatur, $T_{\max} = 130^{\circ}\text{C}$:

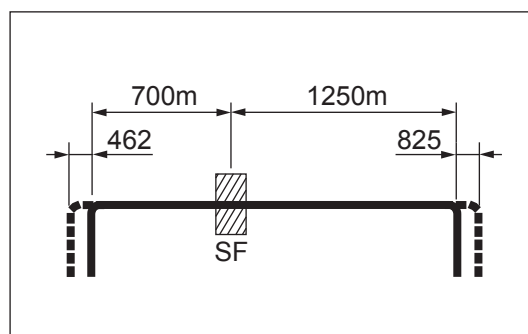
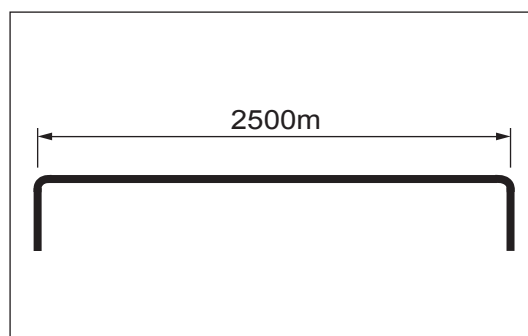
$$\sigma_{\text{Max}} = (T_{\text{Max}} - T_{\text{Pre}}) \cdot 2,52$$

$$\sigma_{\text{Max}} = (130 - 55) \cdot 2,52 = 189 \text{ MPa som trykspænding.}$$

Spændingen ved min. beregningstemperatur, $T_{\min} = 10^{\circ}\text{C}$:

$$(T_{\text{Pre}} - T_{\text{Min}}) \cdot 2,52$$

$$\sigma_{\text{Min}} = (55 - 10) \cdot 2,52 = 113 \text{ MPa som trækspænding.}$$



Spændingsreduktion med E-Comps

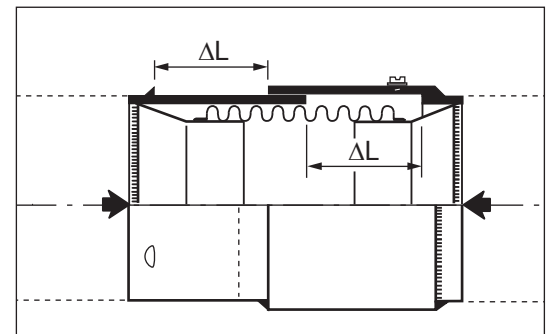
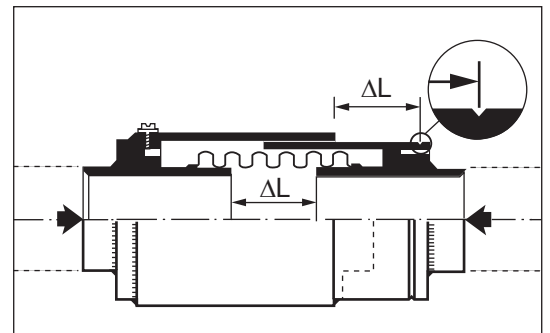
Definition

At aflaste et rør med E-Comps er statisk en kombination, hvor temperaturændringerne omdannes til træk- og trykspændinger i stålmedierøret, og hvor E-Comps installeres for at optage en del af førstegangsbevægelsen.

Systemet kan løbende tildækkes under etableringen undtagen, hvor E-Comps er installeret for at optage en del af førstegangsbevægelsen. Her er det nødvendigt at holde graven åben, indtil forspænding er udført. Hvis det ikke er muligt, er det nødvendigt at foretage en midlertidig samling af muffen og tildækning af graven.

E-Comp

E-Comp er en komponent, som indstilles til at optage den bevægelse, som opstår som følge af temperaturforskellen mellem montage- og forspændingstemperaturen. Efter at E-Comp har optaget bevægelsen, svejses E-Comp og fungerer som et lige rør.



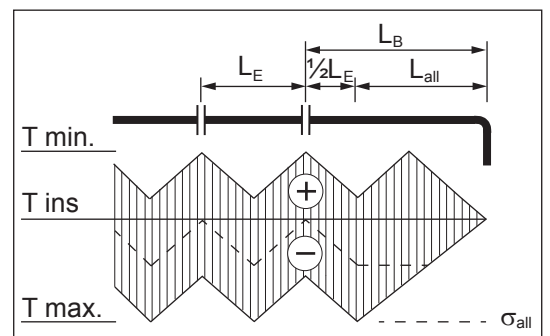
Spændingsdiagram

Diagrammet viser en typisk spændingskurve for et system, hvor spændingen reduceres med E-Comps.

Den stiplede linje viser spændingsniveauet, når forspændingstemperaturen er nået. Herefter svejses E-Comps til, og alle temperaturændringer vil herefter blive optaget som ændringer i spændingsniveauet i de områder, som betjenes af E-Comps.

L_E Afstand mellem E-Comps

L_B Afstand mellem E-Comp og bøjning



Spændingsreduktion med E-Comps

- Fremgangsmåde**
- E-Comp indstilles til den beregnede resterende bevægelse, som den skal optage.
 - E-Comp svejses ind mellem 2 lige rørlængder (min. 6 m) uden retningsændringer
 - PE-folie placeres rundt om rørene på den sektion, som E-Comp betjener.
(Kun hvis det er en forudsætning for beregningen)
 - Rørgraven kan tildækkes undtagen hvor der er E-Comps
 - Når anlægsarbejdet er færdig og før opvarmning af systemet, fjernes fikseringen af E-Comp.
 - Når E-Comp er lukket, svejses den og trykprøves, før der monteres en muffe over den.

For en detaljeret beskrivelse af proceduren, se afsnittet: "E-Comps: Montage af E-Comps" i "Håndtering & Montage"-manualen.

- Systemudnyttelse**
- Friktionslængden L_{all} afsættes fra bøjningen.
- Herefter placeres det nødvendige antal E-Comps i sektionen mellem friktionslængderne.

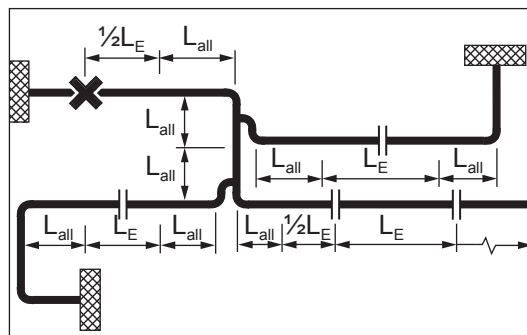
Det nødvendige antal fastsættes på grundlag af det valgte spændingsniveau, overdækningen og systemets temperaturforhold.

For at reducere friktionen kan PE-folie monteres rundt om rørene i de sektioner, som E-Comp betjener.

Dette øger afstanden mellem E-Comps, da friktionen reduceres med 30%.

E-systemet kræver ikke forankringer, fordi friktionskraften vil være så høj, at bevægelsen optages af E-Comps under forspændingen.

Forankringer anvendes kun til at beskytte bygninger eller komponenter mod store bevægelser.



Spændingsniveau

Det tilladelige spændingsniveau kan frit vælges, så længe det ligger inden for grænsekurven for lokal stabilitet, se afsnittet: "Generelt: Projektklasser".

Følgende tabeller omfatter E-Comps for et maksimal aksialt spændingsniveau på 190 MPa ved en maksimal temperatur på 130°C.

Den nødvendige temperatur under forspænding er 85°C, og afstandene forudsætter, at PE-folie er monteret rundt om rørene ved E-Comps.

Tabeller, spændingsreduktion med E-Comps

Forudsætninger for tabellerne	Tilladeligt aksialt spændingsniveau	σ_{all}	190 MPa
	Jordens friktionsvinkel	φ	32,5 °
	Jordens fylde	γ	19 kN/m ³
	Friktionskoefficient, PE-kappe/jord	μ	0,40
	Friktionskoefficient, PE-kappe med folie/jord	μ	0,28
	T_{max}		130 °C
	T_{Pre} : (nødvendig temperatur)		85 °C
	T_{Ins} :		10 °C

Serie 1

d mm	D_C mm	Afstand E-Comp L_{190}							
		H = 0,60 m		H = 0,80 m		H = 1,00 m		H = 1,50 m	
		L_E , m	L_B , m	L_E , m	L_B , m	L_E , m	L_B , m	L_E , m	L_B , m
26,9	90	45	62	34	47	28	37	19	25
33,7	90	58	79	44	59	35	48	24	32
42,4	110	60	82	46	62	37	50	25	34
48,3	110	69	94	52	71	42	57	28	38
60,3	125	84	114	64	87	52	70	35	47
76,1	140	95	129	73	98	59	79	40	54
88,9	160	107	145	81	111	66	89	45	60
114,3	200	122	165	93	127	76	103	51	70
139,7	225	132	178	101	137	82	111	56	76
168,3	250	156	212	121	164	98	133	67	91
219,1	315	177	240	137	187	112	152	77	105
273	400	187	254	147	199	120	163	83	113
323,9	450	216	293	170	230	140	190	97	132
355,6	500	210	285	166	225	137	186	95	130
406,4	560	235	319	187	253	155	210	108	147
457	630	230	312	183	249	152	207	107	146
508	710	222	301	178	241	148	201	105	142
610	800	255	346	206	280	173	235	123	167

Tabeller, spændingsreduktion med E-Comps

Serie 2

d mm	D _C mm	Afstand E-Comp L ₁₉₀							
		H = 0,60 m		H = 0,80 m		H = 1,00 m		H = 1,50 m	
		L _E , m	L _B , m	L _E , m	L _B , m	L _E , m	L _B , m	L _E , m	L _B , m
26,9	110	37	50	28	38	23	31	15	21
33,7	110	47	64	36	49	29	39	19	26
42,4	125	53	72	40	54	32	44	22	30
48,3	125	61	82	46	62	37	50	25	34
60,3	140	75	102	57	78	46	63	31	42
76,1	160	83	113	63	86	51	69	35	47
88,9	200	85	115	65	88	53	71	36	48
114,3	225	108	147	83	112	67	91	46	62
139,7	250	118	160	91	123	74	100	50	68
168,3	280	139	189	107	146	87	119	60	81
219,1	355	156	212	122	165	99	135	68	93
273	450	166	225	130	176	107	145	74	100
323,9	500	194	263	152	207	126	170	87	118
355,6	560	187	253	148	200	122	165	85	115
406,4	630	208	282	165	224	137	186	96	130
457	710	203	275	162	220	135	183	95	129
508	800	195	265	157	213	131	178	93	126
610	900	225	305	182	247	153	208	109	148

Serie 3

d mm	D _C mm	Afstand E-Comp L ₁₉₀							
		H = 0,60 m		H = 0,80 m		H = 1,00 m		H = 1,50 m	
		L _E , m	L _B , m	L _E , m	L _B , m	L _E , m	L _B , m	L _E , m	L _B , m
26,9	125	32	44	25	33	20	27	13	18
33,7	125	41	56	31	43	25	34	17	23
42,4	140	47	64	36	48	29	39	19	26
48,3	140	54	73	41	56	33	45	22	30
60,3	160	66	89	50	68	40	55	27	37
76,1	180	74	100	56	76	45	62	31	42
88,9	200	85	115	65	88	53	71	36	48
114,3	250	97	131	74	101	60	82	41	56
139,7	280	105	142	81	110	66	89	45	61
168,3	315	123	167	95	129	78	105	53	72
219,1	400	138	187	107	146	88	119	61	82
273	500	148	201	116	158	96	130	66	90
323,9	560	172	233	135	184	112	152	78	105
355,6	630	165	223	130	177	108	146	75	102
406,4	710	183	248	145	197	121	164	85	115
457	800	178	242	142	193	119	161	84	114
508	900	172	233	138	187	115	157	82	111
610	1000	201	272	163	221	137	186	98	133

Spændingsreduktion med E-Comps

Afstande ved andre spændingsniveauer

Til beregning af afstanden L_E ved andre spændingsniveauer anvendes følgende formel:

$$L_E = 2 \cdot \frac{(2 \cdot \sigma_{all} - \alpha \cdot E \cdot (T_{max} - T_{min})) \cdot A_S}{F}$$

L_B = Afstand mellem E-Comp og bøjning

L_E = Afstand mellem E-Comps

σ_{all} = Tilladelig aksial spændingsniveau ($\alpha \cdot E$) sættes til 2,52

T_{max} = Max. beregningstemperatur

T_{min} = Min. beregningstemperatur

T_{Pre} = Forspændingstemperatur

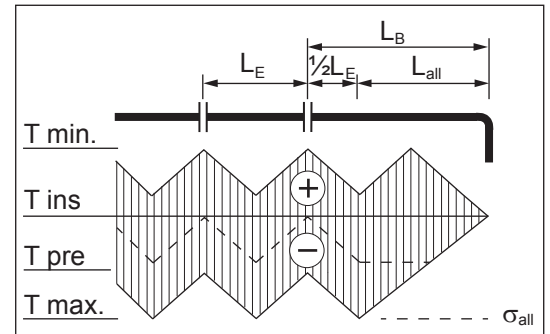
T_{Ins} = Montagetemperatur

Følgende fremgår af i afsnittet: "Lige rør: Spændingsreduktion med bøjninger – Tabel: Montagelængder".

A_S = Medierørets tværsnitsareal

F = Friktionskraften ved den aktuelle overdækning.

Hvis der anvendes folie, skal F reduceres med 30%.



Forspændingstemperaturer

Det skal kontrolleres, om den temperatur, som er nødvendig for at lukke kompensatorerne kan opnås eller ej.

$$T_{Pre} = T_{Ins} + \frac{\sigma_{all}}{\alpha \cdot E} = T_{Ins} + \frac{\sigma_{all}}{2.52}$$

Det er vigtigt, at den beregnede forspændingstemperatur kan opnås under forvarmningen. Hvis ikke, så er det nødvendigt at reducere afstanden mellem E-Comps!

For yderligere informationer, kontakt venligst LOGSTOR.

Forindstilling

E-Comps presses sammen til den korrekte forindstilling, som er identisk med det beregnede gab ΔL , som er indbygget for at optage ekspansionen fra forspændingen.

Bemærk at forindstilling kun kan udføres, når den faktiske montagetemperatur er kendt.

Forindstillingsværdierne for E-Comps skal beregnes efter følgende formler for bevægelser, som kommer fra begge sider.

Hvis afstandene er forskellige, skal de beregnes for begge sider.

Hvis de er de samme, multipliceres med 2 som vist her:

$$\Delta L_E = 2 \cdot (\alpha \cdot (T_{Pre} - T_{Ins}) \cdot \frac{1}{2} L_E - \frac{F \cdot \frac{1}{2} L_E^2}{2 \cdot E \cdot A_S})$$

Formel for en E-Comp ved siden af en bøjning:

$$\Delta L_B = \alpha \cdot (T_{Pre} - T_{Ins}) \cdot \frac{1}{2} L_B - \frac{F \cdot \frac{1}{2} L_B^2}{2 \cdot E \cdot A_S} + \frac{1}{2} \cdot \Delta L_E$$

4a, eksempel på spændingsreduktion med E-Comps

Forudsætninger for eksempel 4a

Dette eksempel viser, hvordan afstande mellem og forindstillinger af E-Comps udføres, når de faktiske temperatursæt opfylder betingelserne i tabellerne i afsnittet: "Lige rør: Tabeller, spændingsreduktion med E-Comps", så de kan anvendes.

Lige rørsektion: 1225 m
 Dimension: $\varnothing 139,7$ mm serie 2
 Overdækning: $H = 0,8$ m
 Max. beregningstemperatur: $T_{\max} = 130^{\circ}\text{C}$
 Min. beregningstemperatur: $T_{\min} = 10^{\circ}\text{C}$
 Montagetemperatur: $T_{\text{Ins}} = 10^{\circ}\text{C}$
 PE-folie til reduktion af friktionen.

Ifølge afsnittet "Lige rør: Lige rør uden spændingsreduktion" kan den lige rørsektion installeres med høje aksialspændinger uden spændingsreduktion.

Hvis det aksiale spændingsniveau - af hensyn til stabiliteten eller efter ønske fra rørsystemets ejer - skal reduceres til 190 MPa findes følgende:

Tabelværdier fra afsnittet: "Lige rør: Tabeller, spændingsreduktion med E-Comps":

$$\sigma_{\text{dill}} = 190 \text{ MPa}$$

$$L_E = 91 \text{ m}$$

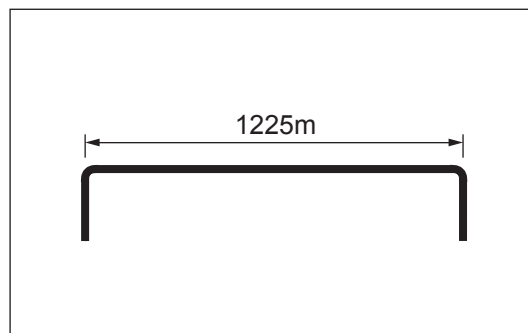
$$L_B = 123 \text{ m}$$

Tabelværdier fra i afsnittet: "Lige rør: Spændingsreduktion med bøjninger – Tabel: Montagelængder"

$$L_{190} = 78 \text{ m}$$

$$A_s = 1539 \text{ mm}^2$$

$$F = 3,76 \text{ kN/m}$$



4a, eksempel på spændingsreduktion med E-Comps

Beregning af sektioner

$$\begin{aligned} \text{Antal sektioner} &= \frac{L - (2 \cdot L_{190})}{L_E} \\ &= \frac{1225 - (2 \cdot 78)}{91} \approx 12 \end{aligned}$$

Afstanden fra bøjningen til den første E-Comp:

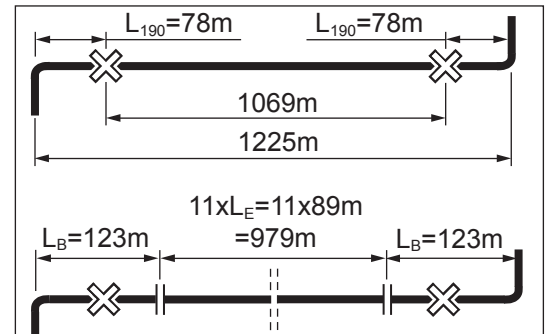
$$L_B = \frac{1}{2} \cdot L_E + L_{190}$$

Det betyder, at $2 \cdot \frac{1}{2}L_E$ anvendes ved bøjninger, så det faktiske antal sektioner er $12 - 1 = 11$.

Hvis afstanden mellem de 12 E-Comps anvendes fuldt ud, er følgende tilbage til L_B :

$$L_B = 0,5 \cdot (1225 - ((12-1) \cdot 89)) = 123 \text{ m.}$$

I dette tilfælde svarer det til tabelværdien for L_B , men den kan være kortere, hvis den samlede længde ikke opnås.



Forspændings-temperatur

Den nødvendige forspændingstemperatur beregnes som følger:

$$T_{Pre} = T_{Ins} + \frac{\sigma_{all}}{2.52} = 10 + \frac{190}{2.52} = 85^\circ\text{C}$$

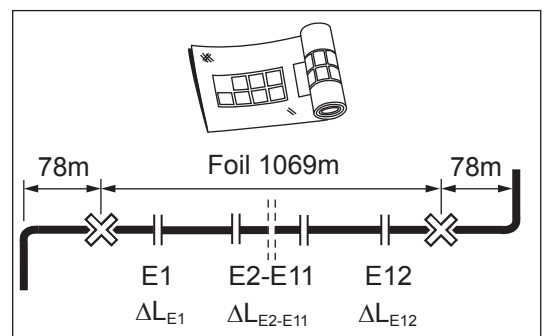
Forindstilling

De forindstillede afstande ΔL beregnes som følger:

$$\Delta L_E = 2 \cdot \left(\alpha \cdot (T_{Pre} - T_{Ins}) \cdot \frac{1}{2}L_E - \frac{F \cdot \frac{1}{2}L_E^2}{2 \cdot E \cdot A_s} \right)$$

PE-folie monteres mellem E-Comps, så F skal reduceres med 30%.

PE-folien monteres i de viste sektioner.



$$\Delta L_E = 2 \cdot \left(0.000012 \cdot (85 - 10) \cdot (0.5 \cdot 89000) - \frac{3.76 \cdot 0.7 \cdot (0.5 \cdot 89000)^2}{2 \cdot 210000 \cdot 1539} \right) = 64 \text{ mm}$$

$$\Delta L_B = \alpha \cdot (T_{Pre} - T_{Ins}) \cdot \frac{1}{2}L_B - \frac{F \cdot \frac{1}{2}L_B^2}{2 \cdot E \cdot A_s} + \frac{1}{2} \cdot \Delta L_E$$

$$\Delta L_B = 0.000012 \cdot (85 - 10) \cdot (0.5 \cdot 123000) - \frac{3.76 \cdot 0.7 \cdot (0.5 \cdot 123000)^2}{2 \cdot 210000 \cdot 1539} + 0.5 \cdot 64 = 72 \text{ mm}$$

4b, eksempel på spændingsreduktion med E-Comps

Forudsætninger
for eksempel 4b

Dette eksempel viser, hvordan afstande mellem og forindstilling af E-Comps udføres, når de faktiske temperatursæt er forskellige fra betingelserne i tabel i afsnittet: "Lige rør: Tabeller, spændingsreduktion med E-Comps", så alt skal beregnes manuelt.

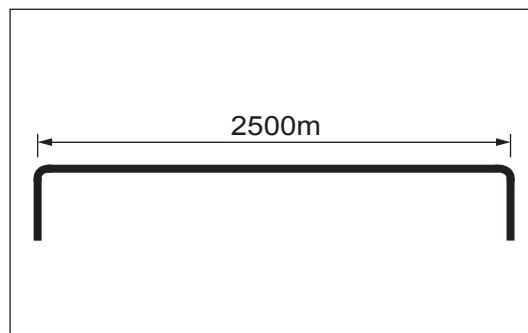
Lige rørsektion: 2500 m
 Dimension: \varnothing 457 mm serie 1
 Overdækning: H = 1.0 m
 Max. beregningstemperatur: $T_{\max} = 100^{\circ}\text{C}$
 Min. beregningstemperatur: $T_{\min} = 10^{\circ}\text{C}$
 Montagetemperatur: $T_{\text{Ins}} = 0^{\circ}\text{C}$
 PE-folie til reduktion af friktionen.

Ifølge afsnittet: "Lige rør: Lige rør uden spændingsreduktion" kan den lige rørsektion installeres med høje aksialspændinger uden spændingsreduktion.

Hvis det aksiale spændingsniveau - af hensyn til stabiliteten eller efter ønske fra rørsystemets ejer - skal reduceres til 190 MPa, kan rørsektionen forspændes med E-Comps.

Værdier fra tabellen i afsnittet: "Lige rør: Tabeller, spændingsreduktion med E-Comps"

$L_{190} = 147$ m
 $A_s = 8920$ mm²
 $F = 11,51$ kN/m

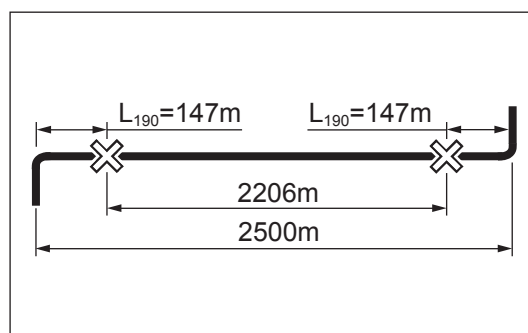
Beregning af L_E

Afstanden L_E beregnes for de faktiske temperaturer og spændingsniveauer.

PE-folie monteres mellem E-Comps, så F skal reduceres med 30%.

$$L_E = 2 \cdot \frac{(2 \cdot \sigma_{\text{all}} - \alpha \cdot E \cdot (T_{\max} - T_{\min})) \cdot A_s}{F}$$

$$L_E = 2 \cdot \frac{(2 \cdot 190 - 2.52 \cdot (100 - 0)) \cdot 8920}{0.7 \cdot 11.51} = 283 \text{ m}$$



4b, eksempel på spændingsreduktion med E-Comps

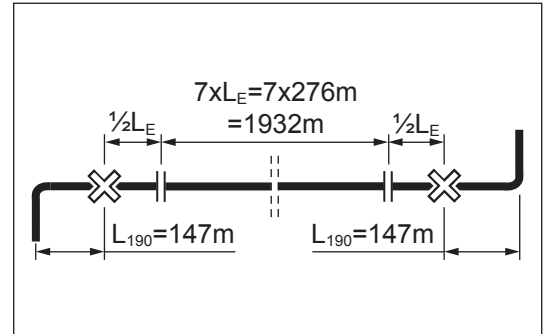
Beregning af sektioner

Afstanden fra bøjningen til den første E-Comp:

$$L_B = \frac{1}{2} \cdot L_E + L_{190}$$

Fra hver ende trækkes L_{190} hvilket betyder:

$$\begin{aligned} \text{Antal sektioner} &= \frac{L - (2 \cdot L_{190})}{L_E} \\ &= \frac{2500 - (2 \cdot 147)}{283} \approx 8 \end{aligned}$$



Afstand mellem E-Comps:

$$L_E = \frac{L - (2 \cdot L_{190})}{\text{No. of } L_E}$$

$$L_E = \frac{2500 - (2 \cdot 147)}{8} = 276 \text{ m}$$

Forspændings-temperatur

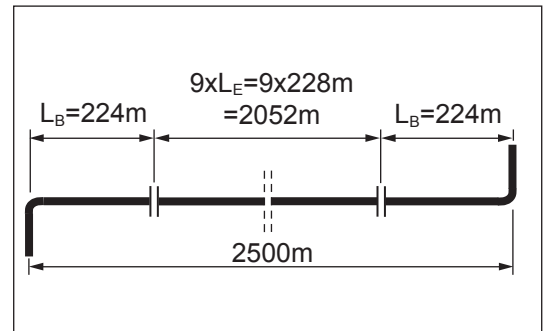
Den nødvendige forspændingstemperatur beregnes som følger:

$$T_{\text{Pre}} = T_{\text{Ins}} + \frac{\sigma_{\text{all}}}{2.52} = 0 + \frac{190}{2.52} = 75^\circ\text{C}$$

Forindstilling

De forindstillede afstande ΔL beregnes som følger:

$$\Delta L_E = 2 \cdot (\alpha \cdot (T_{\text{Pre}} - T_{\text{Ins}}) \cdot \frac{1}{2} L_E - \frac{F \cdot \frac{1}{2} L_E^2}{2 \cdot E \cdot A_s})$$



$$\Delta L_E = 2 \cdot (0.000012 \cdot (85 - 10) \cdot (0.5 \cdot 89000) - \frac{3.76 \cdot 0.7 \cdot (0.5 \cdot 89000)^2}{2 \cdot 210000 \cdot 1539}) = 64 \text{ mm}$$

Retningsændringer

Overblik

Introduktion

Dette kapitel angiver retningslinjer for, hvordan der projekteres med retningsændringer i præisolerede rørsystemer. Der vejledes i valg af den rette type retningsændring til formålet, så der opnås et både teknisk og økonomisk optimalt system.

Retningsændringer skal udføres på en sådan måde, at hverken PUR-isoleringsskummen eller medierør overbelastes i henhold til EN13941. Følges nedstående projekteringsanvisninger, vil de maksimale belastninger være i niveau med de krav, der stilles i EN 13941. Ved temperaturændringer i mediet sker der en udvidelse eller sammentrækning af de præisolerede rør ved retningsændringerne, hvilket kan føre til udmattelse af stålrorene eller deformation af PUR-skummet med risiko for uhensigtsmæssig opvarmning af PEHD-kappen.

I dette kapitel er angivet formler og tabeller, så projekteringen bliver mere enkel. En del af formlerne er indarbejdet i tabeller, som med de angivne forudsætninger kan anvendes i stedet for formlerne, så projekteringen med retningsændringer bliver mere enkel.

Indhold

Elastiske buer
Præfabrikerede buerør
Smigskæring
80-90° bøjninger med skumpuder
5-80° bøjninger med skumpuder

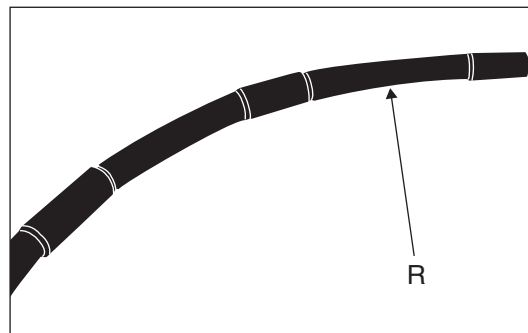
Retningsændringer Elastiske buer

Generelt

Med LOGSTOR stålrørssystem kan der foretages mindre retningsændringer ved at udnytte rørenes elasticitet.

Statisk er elastiske bøjninger af rør at betragte som lige rør. Det betyder, at elastiske bøjninger ikke resulterer i spændingskoncentrationer som f.eks. små vinkelafvigelse, der opstår ved smigskæring af medierørets ender. Det kan derfor anbefales at anvende elastiske buer, hvor det kan lade sig gøre.

Rørene svejses sammen i en lige længde, som lægges i en krum kanal ved at trække rørene i en blød bue. Buens form sikres ved at bøje røret elastisk rundt om f.eks. sandsække.



Anvendelse

Elastiske buer kan anvendes i stedet for traditionelle små bøjninger eller små bøjninger, lavet ved smigskæring.

Minimum bukeradius er $R = 500 \cdot d$, hvor d er medierørets udvendige diameter. Af tabellen fremgår minimum bukeradius og de tilsvarende vinkeldrejninger målt over henholdsvis 12 eller 16 meters længde.

Minimum bukeradius gælder for alle isoleringsserier.

Den angivne minimum bukeradius svarer til, at medierøret får en bøjningsspænding på 210 MPa.

Elastiske buer kan anvendes til horisontal og vertikal retningsændring, forudsat at rørets globale stabilitet er sikret.

For eksempel skal det ved vertikale retningsændringer sikres, at overdækning og jordtryk er tilstrækkelig til at sikre rørets stabilitet.

For udregning af vinkeldrejning og pilhøjde, se afsnittet "Buer: Udnyttelse af elastisk radius" i "Håndtering & Montage"-manualen.

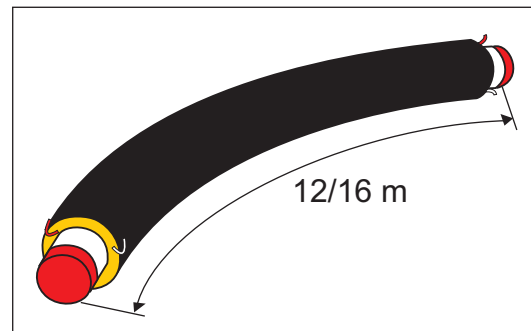
Kontakt LOGSTOR for yderligere support.

d	Min. tilladelig radius	Vinkel over 12 m	Vinkel over 16 m
mm	m	°	°
26,9	13,5	51	-
33,7	16,9	41	-
42,4	21,2	32	-
48,3	24,2	28	-
60,3	30,2	23	-
76,1	38,1	18	-
88,9	44,5	15	-
114,3	57,2	12	16
139,7	69,9	9,8	13
168,3	84,2	8,2	11
219,1	110	6,3	8,4
273,0	137	5,0	6,7
323,9	162	4,2	5,7
355,6	178	3,9	5,2
406,4	203	3,4	4,5
457,0	229	3,0	4,0
508,0	254	2,7	3,6
610,0	305	2,3	3,0

Retningsændringer Præfabrikerede buerør

Generelt

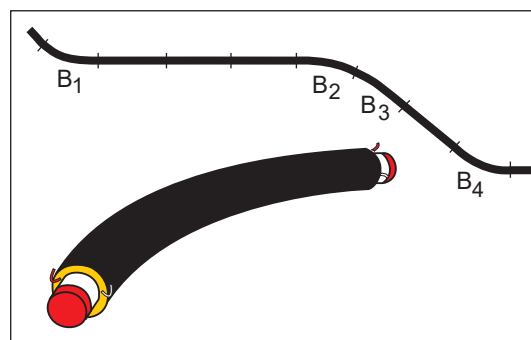
Buerør kan med fordel anvendes, når den ønskede radius er mindre end rørdimensionens tilladte, elastiske radius.



Anvendelse

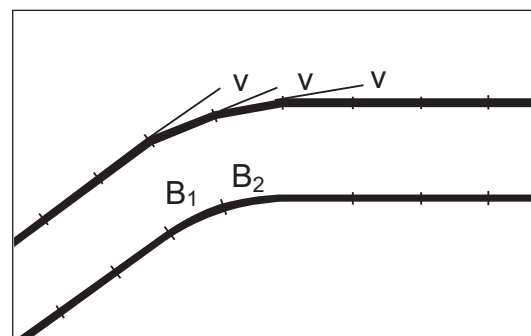
Buerør anvendes i stedet for traditionelle bøjninger.

Specielt som erstatning for andre vinkler end 90° er buerør fordelagtige at anvende. På grund af den større radius bliver momenter og udmattelsesspændinger betydeligt mindre end i bøjninger og kan anvendes næsten uden begrænsninger i de aksiale spændinger eller vinkler.

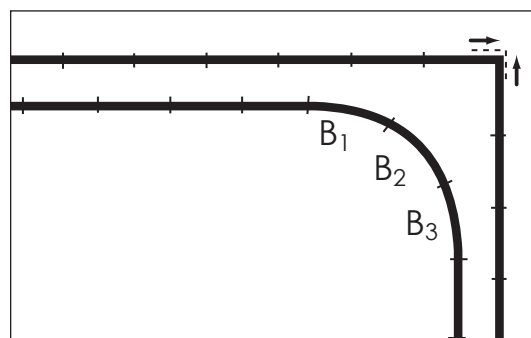


Løsningsmuligheder med buerør

- Til erstatning for bøjninger lavet ved smigskæring



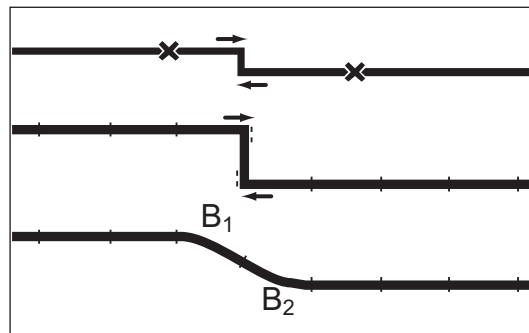
- Til retningsændringer



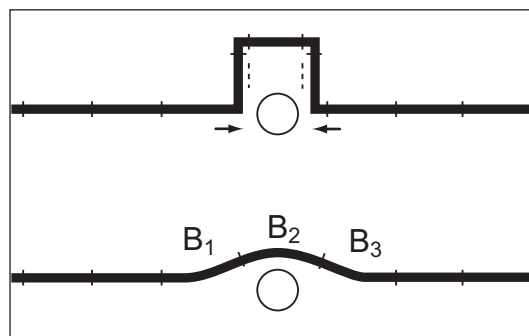
Retningsændringer Præfabrikerede buerør

Løsningsmuligheder med buerør fortsat

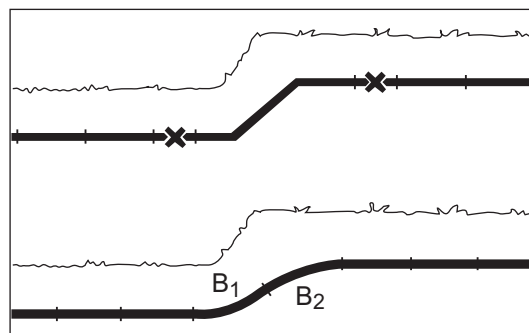
- Til erstatning for Z-bøjninger kan der med fordel anvendes buerør.
Ved brug af Z-bøjninger er der grænser for, hvor kort afstanden mellem de parallelle rørstrækninger kan laves. Ved brug af buerør er afstanden valgfri.



- Til omgåelse af forhindringer



- Til etablering af kotespring
Det skal dog sikres, at den nødvendige stabilitet er til stede, så rørledningen ikke kommer ud af skrænten.



Retningsændringer Præfabrikerede buerør

Betegnelser for buerør

Et fabriksfremstillet buerør leveres med et lige rørstykke i begge ender (L_1), der for de enkelte dimensioner altid har samme længde. L_1 fremgår af tabellerne på næste side.

På grund af det rette rørstykke bukes buerøret reelt til en mindre radius end projekteringsradiusen.

Et buerør defineres med følgende betegnelser:

V_p : Projekterings-/bukkevinkel

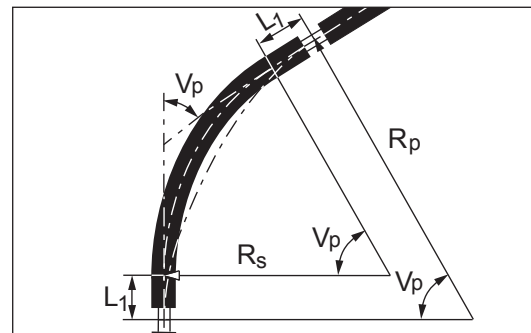
R_p : Projekteringsradius

R_s : Segmentradius (radius for det bukede stykke)

L_1 : Længden af lige rørstykke

Tol: Tolerance på vinkel +/-

(se afsnittet "Retningsændringer: Buerør" i Produktkataloget)



Bestilling af buerør

Ved bestilling af buerør oplyses vinkel og længde på buerør (12 el. 16 m).

Indbygges der overvågning i systemet, har det af hensyn til alarmtrådenes placering betydning, om røret er bukket til højre, venstre, op eller ned, se afsnittet "Retningsændringer" i Produktkataloget.

Dette oplyses ligeledes ved bestilling.

Max. vinkler og aksiale spændinger

Tabellerne på næste side viser den maksimale vinkel, som et buerør kan leveres med samt ved hvilket spændingsniveau, den maksimale vinkel kan anvendes. Værdierne gælder for horisontale retningsændringer og alle isoleringsserier med en jorrdækning på 0,6-1,5 m.

$V_{p,max}$: Største projekteringsvinkel, som hver enkelt dimension kan bukes til.

$R_{p,min}$: Mindste projekteringsradius svarende til største projekteringsvinkel.

L_1 : Længden af det lige rørstykke i buerørets ender

σ_{max} : Max. aksial spænding ved max. vinkel. Ved højere aksial spænding reduceres den maksimale vinkel - se senere i dette afsnit.

Jordtryk: Den omkringliggende jord skal sikre rørets globale stabilitet. Værdien i tabellen angiver det passive jordtryk, som skal være til stede for at der ydes tilstrækkeligt modhold fra jorden.

Den øvre grænse for spændingsniveauet, σ_{max} , sikrer, at:

- der er tilstrækkelig modhold i jorden til sikring af stabiliteten i rørsystemet (Bemærk: grundvandsspejlet må ikke ligge over rørene).
- PUR-isoleringen ikke overbelastes.

Retningsændringer Præfabrikerede buerør

R_p ved andre vinkler

For mindre værdier af V_p kan R_p udregnes som:

$$R_p = \frac{180 \cdot L_b}{\pi \cdot V_p}$$

hvor

L_b : Længden af buerøret (12 eller 16 m).

12 m buerør

d x t mm	V_p , max °	R_p , min m	L_1 m	σ_{max} MPa	Jordtryk MPa
76,1 x 2,9	25	27,5	0,60	334	0,068
88,9 x 3,2	33	20,8	0,60	270	0,083
114,3 x 3,6	38	18,1	0,56	207	0,086
139,7 x 3,6	43	16,0	0,63	175	0,093
168,3 x 4,0	45	15,3	0,67	148	0,101
219,1 x 5,0	41	16,8	0,89	135	0,104
273,0,0 x 5,0	36	19,1	1,02	134	0,102
323,9 x 5,6	29	23,7	1,21	139	0,108
355,6 x 5,6	25	27,0	1,16	157	0,107
406,4 x 6,3	18	38,2	1,47	165	0,117
457,0 x 6,3	8	85,9	1,48	270	0,122
508,0 x 6,3	3	229,2	1,38	244	0,109

For yderligere information, se afsnittet "Retningsændringer: Buerør" i Produktkataloget.

16 m buerør

d x t mm	V_p , max °	R_p , min m	L_1 m	σ_{max} MPa	Jordtryk MPa
114,3 x 3,6	13	70,5	2,49	334	0,061
139,7 x 3,6	16	57,3	2,47	334	0,078
168,3 x 4,0	19	48,3	2,45	334	0,101
219,1 x 5,0	19	48,3	2,42	334	0,104
273,0 x 5,0	17	53,9	2,38	334	0,102
323,9 x 5,6	17	53,9	2,36	290	0,108
355,6 x 5,6	18	50,9	2,35	262	0,107
406,4 x 6,3	17	53,9	2,34	250	0,117
457,0 x 6,3	10	91,7	2,38	270	0,109
508,0 x 6,3	4	229,2	2,29	244	0,097
610,0 x 7,1	1,3	705,2	2,26	230	0,078

For yderligere information, se afsnittet "Retningsændringer: Buerør" i Produktkataloget.

Retningsændringer Præfabrikerede buerør

Max. projekteringsvinkel ved andre spændingsniveauer

Projekteringsvinklen V_p skal reduceres, såfremt det aktuelle spændingsniveau σ er højere end den angivne værdi i ovenstående tabel.

Den reducerede projekteringsvinkel V_p findes som:

$$V_p = V_{pmax} \cdot \frac{\sigma_{max}}{\sigma}$$

hvor σ_{max} findes i ovenstående tabel, og σ er det aktuelle spændingsniveau på det sted, hvor buerøret skal indbygges.

$\sigma_{max} \leq 190\text{MPa}$

For systemer, hvor det aksiale spændingsniveau ikke overstiger 190 MPa, kan der anvendes buerør med projekteringsvinkler/-radier som angivet i nedenstående tabel.

Tabellen gælder for buerør i alle isoleringsserier med en jorddækning på 0,6-1,5 m, hvor grundvandsspejlet ligger under rørene.

Er det aktuelle spændingsniveau lavere end 190 MPa på det sted, hvor buerøret indbygges, kan der anvendes et buerør med en større vinkel end angivet i tabellen.

Vinklen kan beregnes af ovenstående formel.

Bemærk! Vinklen kan ikke overstige dem på foregående side – gælder både hhv. 12 og 16 m buerør.

d x t mm	12 m buerør		16 m buerør	
	$V_{p\ max}$	$R_{p\ min}$ m	$V_{p\ max}$	$R_{p\ min}$ m
76,1 x 2,9	25	27,5	-	-
88,9 x 3,2	33	22,2	-	-
114,3 x 3,6	38	18,1	13	70,5
139,7 x 3,6	39	17,3	16	57,3
168,3 x 4,0	35	19,6	19	48,3
219,1 x 5,0	29	23,5	19	48,3
273,0 x 5,0	25	27,1	17	53,9
323,9 x 5,6	21	32,4	17	53,9
355,6 x 5,6	20	34,4	18	50,9
406,4 x 6,3	15	45,8	17	53,9
457,0 x 6,3	8	85,9	10	91,7
508,0 x 6,3	3	229,2	4	229,2
610,0 x 7,1	-	-	1,3	705,2

Retningsændringer Præfabrikerede buerør

Afsætning af buerør

For at sikre, at rørsystemets tracé afsættes korrekt, kan skæringspunktet for buerørets tangenter afsættes på hhv. systemtegning og i marken.

Det betyder i praksis, at mufferne på systemtegningen placeres i punktet t_p .

Afstanden A fra tangenternes skæringspunkt s_p til tangentpunktet t_p afsættes for at få samlingerne placeret korrekt.

Afstanden A kan udregnes efter følgende formel:

$$A = R_p \cdot \tan\left(\frac{V_p}{2}\right)$$

hvor

R_p : Projekteringsradius

V_p : Projekterings-/bukkevinkel

Normalt bukes både frem- og returledning til samme vinkel, da afvigelserne for mindre dimensioner i praksis er uden betydning for nedlægningen.

Ved større dimensioner og større vinkler kan det være hensigtsmæssigt at afsætte endeforskydningen mellem frem- og returledning, så rørbuerne følger hinanden igennem buen.

Forskydningsmålet (F) bestemmes som:

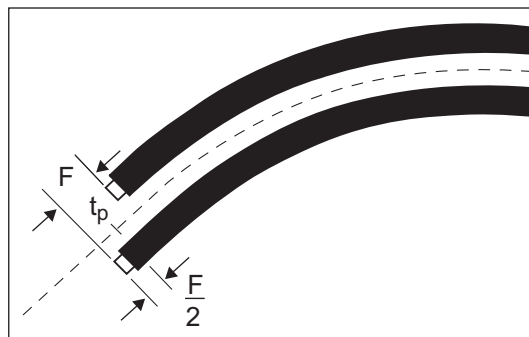
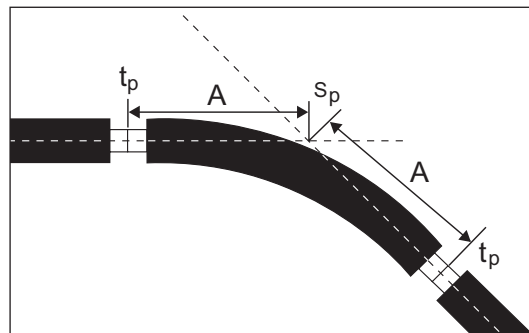
$$F = \frac{(D + A) \cdot V_p}{115}$$

hvor

D : Kopperørsdiameter

A : Afstand mellem kopperørene

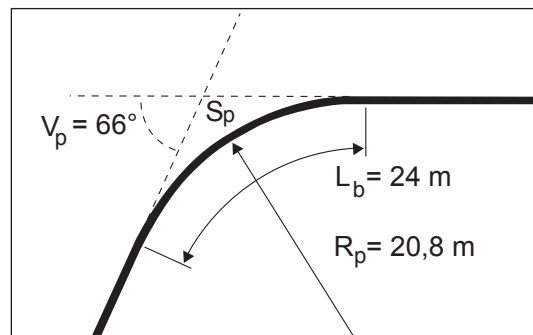
V_p : Projekterings-/bukkevinkel



Retningsændringer Præfabrikerede buerør - eksempel

Forudsætninger

Dimension $\varnothing 168,3/280$ (serie 2)
 Jorddækning $H = 0,8\text{ m}$
 Aksialt spændingsniveau: $\sigma = 185\text{ MPa}$
 Projekteringsvinkel: $V_p = 66^\circ$
 Rørlængde: $L_b = 24\text{ m}$



Af tabellen i det foregående i dette afsnit fremgår følgende værdier for $\varnothing 168,3$ buerør:

- $V_{p,max} = 45^\circ$ (Max. bukkevinkel)
- $\sigma_{max} = 148\text{ MPa}$ (Tilladeligt spændingsniveau)

Da projekteringsvinklen V_p (66°) er større end den tilladelige vinkel $V_{p,max}$ (45°), må der anvendes 2 stk. 12 m buerør, hver med en vinkel på 33° .

Det maksimalt tilladelige spændingsniveau ved en vinkel på 33° bestemmes ved:

$$V_p = V_{p,max} \cdot \frac{\sigma_{max}}{\sigma}$$

$$\sigma = V_{p,max} \cdot \frac{\sigma_{max}}{V_p}$$

$$\sigma = 45 \cdot \frac{148}{33} = 202\text{ MPa}$$

Da det aksielle spændingsniveau er 185 MPa , kan 2 stk buerør á 33° anvendes

Projekteringsradius er:

$$R_p = \frac{180 \cdot L_b}{\pi \cdot V_p}$$

$$R_p = \frac{180 \cdot 12}{\pi \cdot 33} = 20,8\text{ m}$$

Ved bestilling af de 2 buerør opgives hhv. længde og vinkel.

Udføres rørsystemet med overvågning, skal det af hensyn til alarmtrådens placering defineres, om røret skal bukes til højre, venstre, op eller ned se evt. afsnittet "Retningsændringer: Buerør" i Produktkataloget.

A-målet beregnes (anvendes på systemtegning samt i marken):

$$A = 20,8 \cdot \tan\left(\frac{66}{2}\right) = 13,5\text{ m}$$

Retningsændringer Smigskæring

Generelt

Smigskæring kan anvendes til mindre retningsændringer. Brugen af smigskæring bør dog minimeres mest mulig, da der vil forekomme spændingskoncentrationer i området med smigskæringen. Derved er der større risiko for, at svagheder kan opstå i smigskæringen.

LOGSTOR anbefaler derfor, at mindre retningsændringer så vidt muligt udføres med elastiske buer eller buerør.

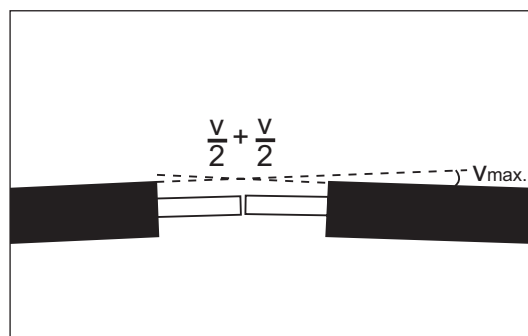
Anvendelsesmuligheder

Smigskæringer kan udføres både i horisontal og vertikal retning.

Det er vigtigt at komprimeringen omkring smigskæringen udføres med ekstra grundighed for at sikre smigskæringen mod sideværts og vertikal bevægelse.

Når der udføres smigskæringer skal det sikres, at der er tilstrækkelig global stabilitet.

Smigskæringer i serie skal undgås.



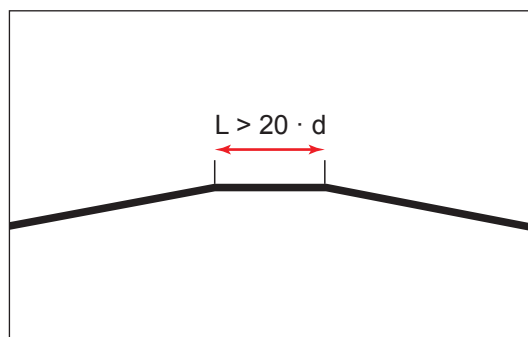
Smigskæring

I tabellen er angivet, hvilke maksimale vinkler, der må udføres ift. det aksiale spændingsniveau.

Max. aksial spændingsniveau MPa	V_{\max} Tilladelig smigskæring °
150	4
228	2
252	1
280	0,5
>280	0

Min. afstand mellem smigskæringer

Ved indbygning af flere smigskæringer i en rørstreng skal der være en afstand svarende til minimum $20 \cdot d$ mellem smigskæringerne, hvor d angiver diameteren for det enkelte medierør.



Retningsændringer Smigskæring

Forudsætninger for smigskæring

Ved smigskæring er det afgørende at der komprimeres grundigt rundt om smigskæringen. Derved minimeres sidebevægelsen, som kan forårsage udmattelsesbrud i smigskæringen.

VIGTIGT! Der må ikke anvendes skumpuder omkring smigskæringer!

LOGSTOR lige muffe kan anvendes ved smigskæringer til nedenstående vinkler, såfremt ovenstående er overholdt:

°v	Max. smig i lige muffe				
	BXJoint	SX-WPJoint	BS-/B2SJoint	EWJoint	BandJoint
0	ø 90-630 mm	ø 90-450 mm	ø 90-1000 mm	ø 90-1400 mm	ø 90-1400 mm
1	ø 90-630 mm	ø 90-450 mm	ø 90-1000 mm	ø 90-1400 mm	ø 90-1400 mm
2	ø 90-630 mm	ø 90-450 mm	ø 90-1000 mm	ø 90-1400 mm	ø 90-1400 mm
3	ø 90-630 mm	ø 90-450 mm	ø 225-1000 mm	ø 225-1000 mm	ø 90-710 mm
4	ø 90-630 mm	ø 90-450 mm	-	ø 225-500 mm	ø 90-500 mm
5	ø 90-630 mm	ø 90-450 mm	-	-	-

Stålmedierør skal kontrolleres statistisk.

80-90° bøjninger med skumpuder

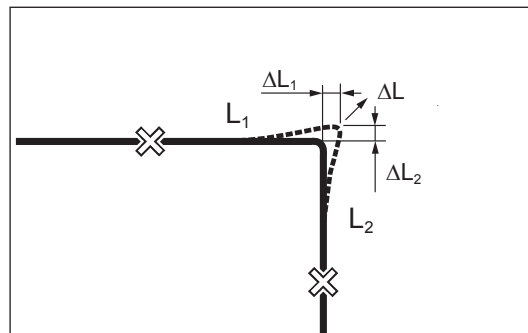
Generelt

Aksial ekspansion af lige rørsektioner forårsager en lateral forskydning ved bøjninger.

For at sikre at bøjningen og PUR-skummet ikke udsættes for større påvirkninger end de kan modstå, skal belastningen fra jordtrykket reduceres.

Det kan gøres ved at optage ekspansionen i skumpuder, se nedenfor.

For beskrivelse af skumpuder, se afsnittet: "Ekspansionsoptagelse".

**Udmattelse/lastcykler**

På baggrund af de aktuelle temperaturer og lægningsforhold udregnes bevægelsen ved bøjningen. Alle bøjninger sikres mod udmattelse i henhold til EN13941 med de angivne min. temperaturvariationer, som er beskrevet i afsnittet: "Generelt: Projektklasser".

Alle bøjninger i denne manual er ligeledes beregnet med sikkerhedsfaktorer for henholdsvis projektklasse B eller C som beskrevet.

Ekspansionszonens længde

For at kunne fastlægge ekspansionszonens længde er det nødvendigt at beregne den aksiale ekspansion af rørsystemet.

Detaljerede formler er beskrevet i afsnittet: "Generelt: Ekspansion ved bøjninger".

Den aktuelle ekspansion ΔL_1

For strækningen L_1 udregnes den aktuelle ekspansion ΔL_1

Herefter kan længden F , som er nødvendig for at optage ekspansionen fra L_1 , findes i efterfølgende kurver.

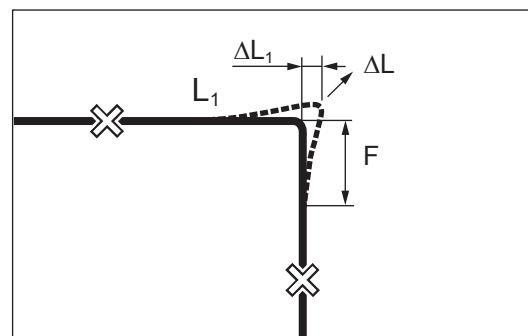
F = længden fra bøjningen, som skal beskyttes med skumpuder for at jordtrykket ikke giver for høje spændinger i PUR-skummet.

Ved beregning af den aksiale ekspansion tages der hensyn til både jorddækning og isoleringsserie.

På diagrammets vandrette akse findes det aktuelle ΔL .

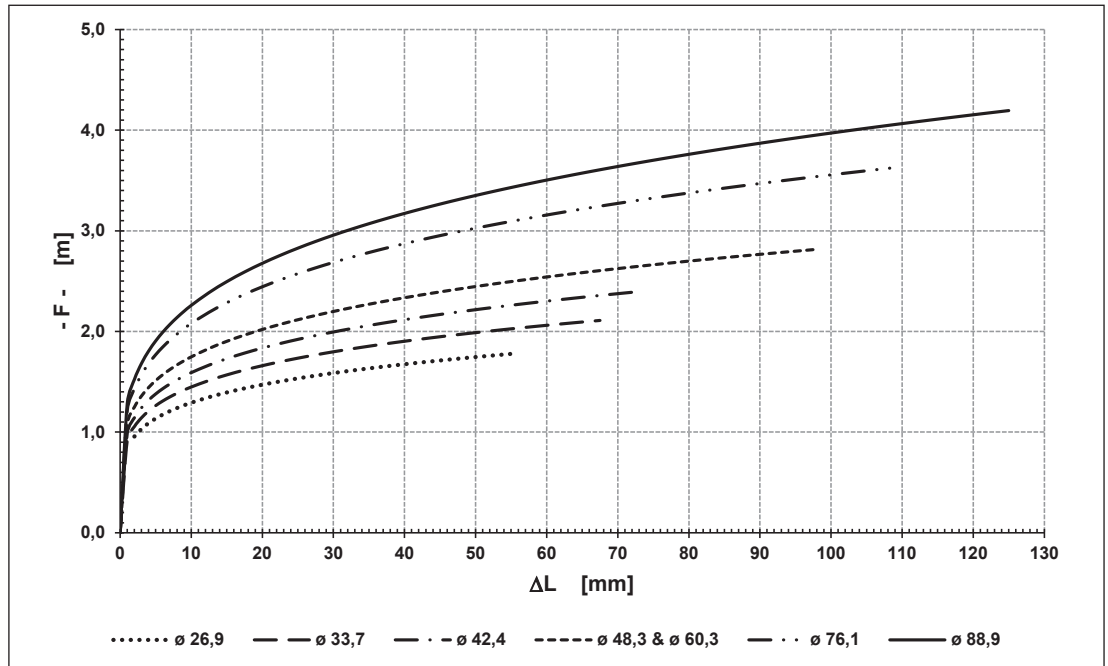
Dette mål forskydes lodret op til den aktuelle dimensionskurve, og F -længden aflæses på den lodrette akse.

Kurverne er gældende for alle isoleringsserier.

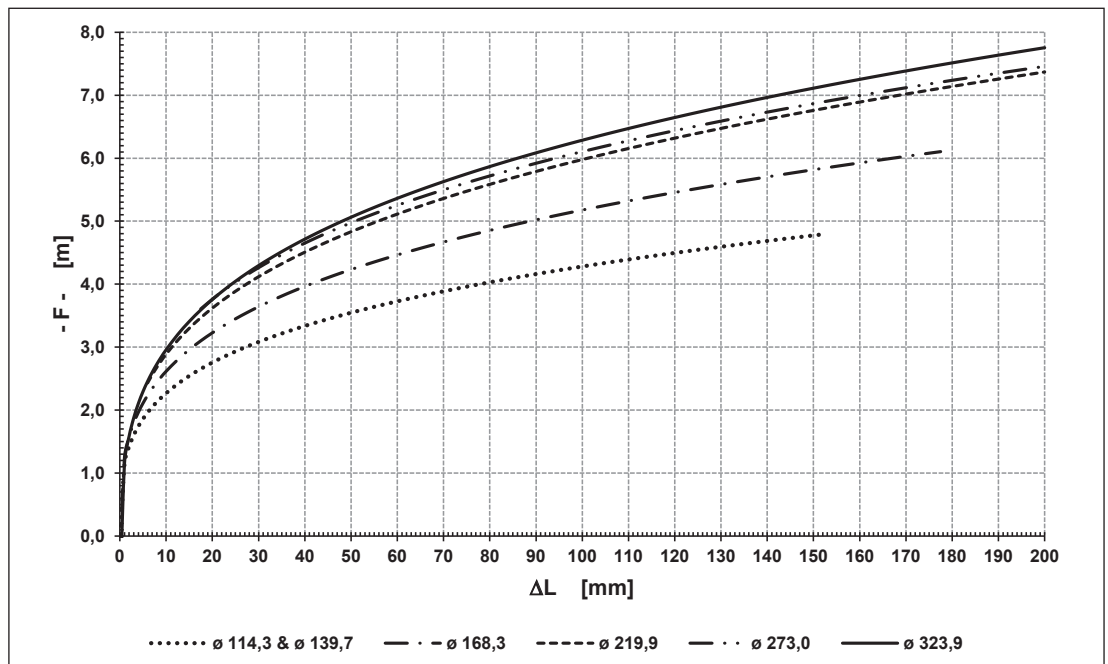


Retningsændringer 80-90° bøjninger med skumpuder

Ekspansions-
zone,
F-længde
ø 26,9 – ø 114,3
Serie 1, 2 og 3

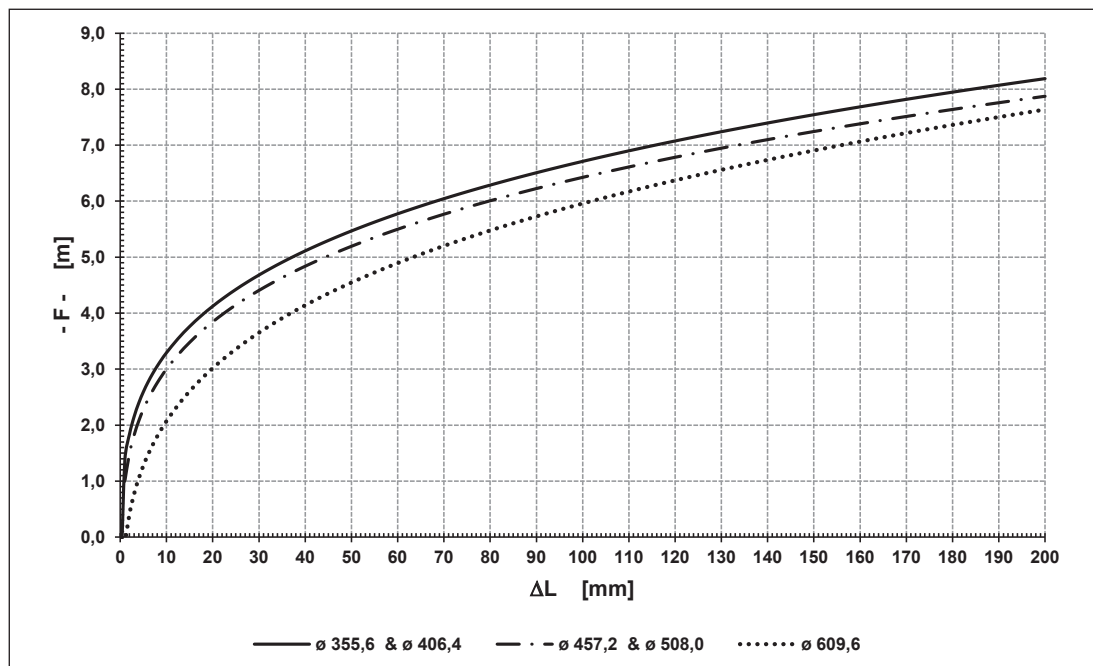


Ekspansions-
zone,
F-længde
ø 139,7 – ø 323,9
Serie 1, 2 og 3



Retningsændringer 80-90° bøjninger med skumpuder

Ekspansions-
zone,
F-længde
ø 355,0 – ø 610,0
Serie 1, 2 og 3



Skumpuder

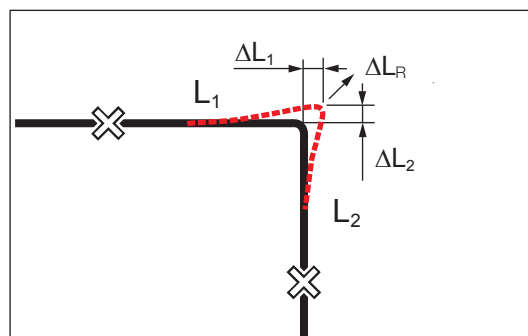
For at bestemme det nødvendige antal og tykkelse af skumpuder, der er nødvendig for at optage ekspansionen i bøjningen, skal bøjningens resulterende ekspansion ΔL_R beregnes.

$$\Delta L_R = \sqrt{\Delta L_1^2 + \Delta L_2^2}$$

Skumpuder må maksimalt komprimeres 70%, så den nødvendige skumpude-tykkelse findes af:

$$t_{\text{skumpude}} = \frac{\Delta L_R}{0,70}$$

Skumpuderne leveres i tykkelser af 40 mm. Dermed kan tykkelsen være hhv. 40 mm, 80 mm eller 120 mm, se også afsnittet: "Ekspansionsoptagelse: Skumpuder".



Retningsændringer 80-90° bøjninger med skumpuder

Længde af skumpuder

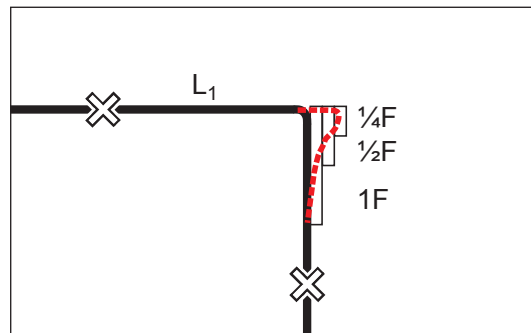
Skumpudens længde er som minimum F-længden.

Er der flere lag skumpuder, reduceres antallet af lag i henhold til bøjningens udbøjningslinie.

I praksis betyder det, at 1. lag skumpude altid som minimum har længden F.

2. lag skumpude har som minimum længden $\frac{1}{2} F$, og 3. lag har som minimum længden $\frac{1}{4} F$.

Længden af hvert lag rundes op til hver halve eller hele meter.



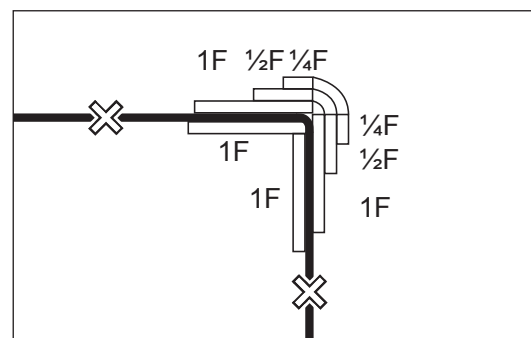
Placering af skumpuder

Skumpuder placeres altid på bøjningens udvendige side for at optage ekspansionen.

På bøjningens indvendige side kan der placeres skumpuder i F-længdens fulde længde.

Da friktionen forhindrer bøjningens fulde tilbagetrækning, er det kun nødvendigt at lægge skumpuder på i ét lag.

For varmforspændte systemer placeres det samme antal skumpuder udvendigt og indvendigt, såfremt ekspansionen er udregnet i forhold til en forspændingstemperatur, som er lig middeltemperaturen.



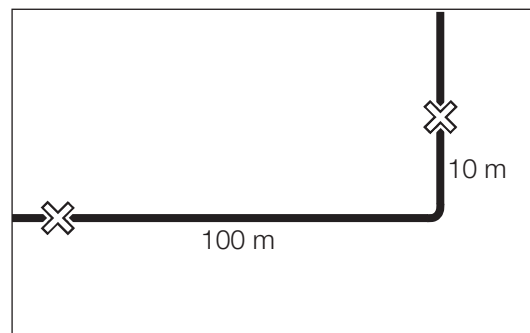
80-90° bøjninger med skumpuder - Eksempel

Forudsætninger
for eksemplet

\varnothing 60,3, serie 2
 Jorddække H = 0,8 m
 Max. beregningstemperatur $T_{max} = 105^{\circ}\text{C}$
 Min. beregningstemperatur $T_{min} = 10^{\circ}\text{C}$
 Montagetemperatur $T_{ins} = 10^{\circ}\text{C}$
 $L_1 = 100$ m
 $L_2 = 10$ m

Fra tabel i afsnittet: "Lige rør: Spændingsreduktion med bøjninger – Tabel: Montagelængder" for \varnothing 60,3 serie 2.

$F = 2,03$ kN/m
 $A_s = 523$ mm²

Max.
spændings-
niveau

$\sigma_{max.} = \Delta T \cdot 2,52$ [MPa]
 $\sigma_{max.} = (105 - 10) \cdot 2,52 = 239$ [MPa]

Friktionslængden L_F :

$$L_F = \frac{\sigma_{max.} \cdot A_s}{F}$$

$$L_F = \frac{239 \cdot 523}{2,03 \cdot 1000} = 61,6 \text{ m}$$

Ekspansion

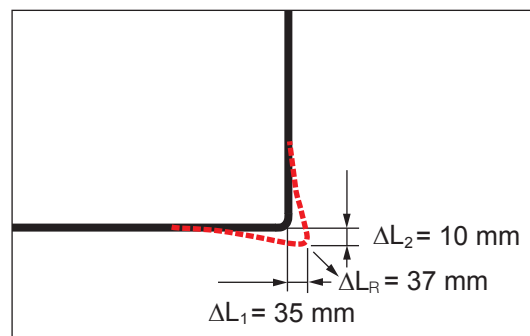
$$\Delta L = L \cdot \alpha \cdot \Delta T - \frac{F \cdot L^2}{2 \cdot A_s \cdot E}$$

Som L_1 anvendes L_F , da den er kortere end den faktiske længde.

$$\Delta L_1 = 61600 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot (105 - 10) - \frac{2,03 \cdot 61600^2}{2 \cdot 523 \cdot 210000} = 35 \text{ mm}$$

Som L_2 anvendes den faktiske længde = 10 mm.

$$\Delta L_2 = 10000 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot (105 - 10) - \frac{2,03 \cdot 10000^2}{2 \cdot 523 \cdot 210000} = 10 \text{ mm}$$



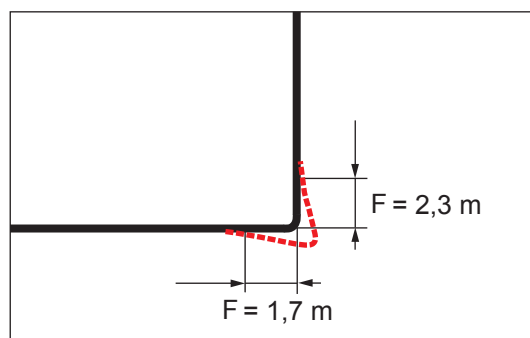
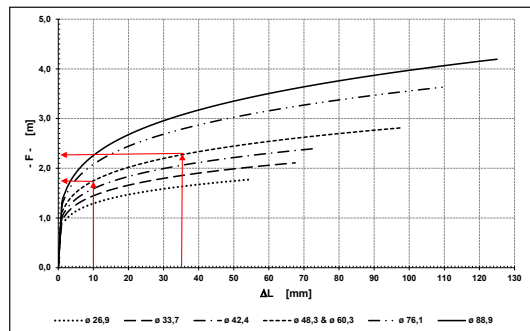
80-90° bøjninger med skumpuder - Eksempel

F-længde

Fra tabel i afsnittet: "Retningsændringer: 80-90° bøjninger med skumpuder" fås:

- 35 mm giver $F = 2,3$ m

- 10 mm giver $F = 1,7$ m



Skumpuder

Radial ekspansion i bøjning:

$$\Delta L_R = \sqrt{\Delta L_1^2 + \Delta L_2^2}$$

$$\Delta L_R = \sqrt{35^2 + 10^2} = 37 \text{ mm}$$

Tykkelse af skumpuder:

- Min. tykkelse:

$$t = \frac{\Delta L_R}{0,70} = \frac{37}{0,70} = 53 \text{ mm}$$

Antal lag à 40 mm:

$$t = \frac{t}{40} = \frac{53}{40} = 2 \text{ lag}$$

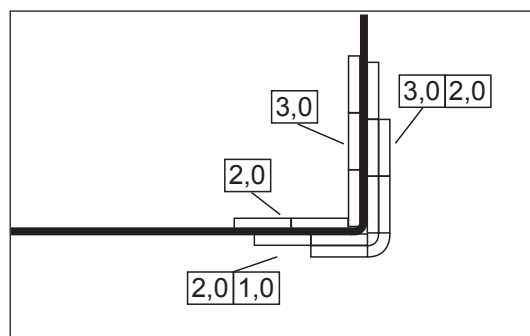
Placering af skumpuder

Længden af skumpuder er minimum F-længden.

Der rundes op til nærmeste halve eller hele meter

Længden af skumpuderne fases ud, således at inderste lag altid er fuld længde, derefter er næste lag halv længde, og så fremdeles.

På indvendig side placeres skumpuderne i ét lag.



80-90° bøjninger med skumpuder - Z-bøjning

Generelt

Z-bøjninger er betydelig mere fleksible end en L-bøjning. Derfor kan den nødvendige Z-længde udregnes som:

$$Z = 0,45 \cdot (F_1 + F_2)$$

Hvor:

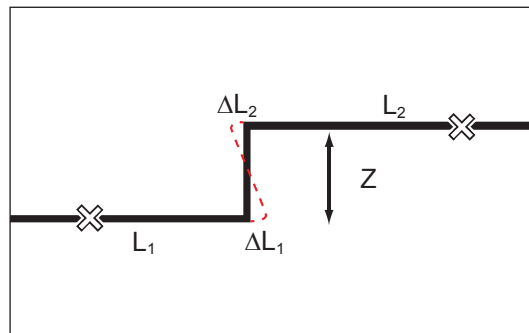
F_1 = den nødvendige F-længde fra L_1 for en 90° bøjning

F_2 = den nødvendige F-længde fra L_2 for en 90° bøjning

Ekspansionen for de enkelte strækninger og den dertil svarende F-længde findes som beskrevet i afsnittet:

"Retningsændringer: 80-90° bøjninger med skumpuder".

Antal og tykkelse af skumpuder bestemmes ligeledes som beskrevet i afsnittet: "Retningsændringer: 80-90° bøjninger med skumpuder". Dog kan den resulterende ekspansion sættes lig ekspansionen fra hhv. L_1 og L_2 .



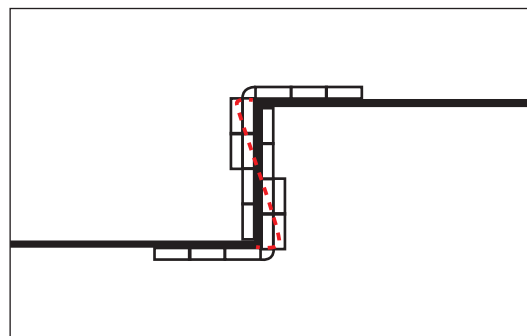
Længde af skumpuder

Længden af skumpuderne er minimum Z-længden.

Længden af skumpuderne reduceres, således at inderste lag altid er fuld længde, næste lag er ½ længde, og yderste lag er ¼ længde, se evt. afsnittet: "Retningsændringer: 80-90° bøjninger med skumpuder".

På den aksiale del (på ydersiden af Z-bøjningen) placeres 1 lag skumpuder (40 mm):

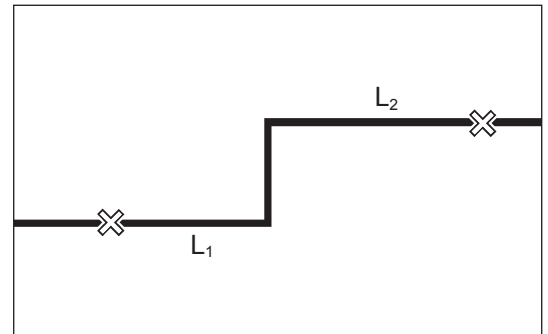
- ≤ DN50:
1 lag skumpuder, længde min. 1 m
- DN65 – DN125:
1 lag skumpuder, længde min. 2 m
- DN150 – DN600:
1 lag skumpuder, længde min. 3 m



80-90° bøjninger med skumpuder - Z-bøjning - eksempel

Forudsætninger
for eksemplet

\varnothing 273,0, serie 2
 Jorddækning, H = 1,0 m
 Max. beregningstemperatur $T_{\max} = 130^{\circ}\text{C}$
 Min. beregningstemperatur $T_{\min} = 10^{\circ}\text{C}$
 Montagetemperatur $T_{\text{ins}} = 10^{\circ}\text{C}$
 $L_1 = 78$ m
 $L_2 = 21$ m
 Fra tabel i afsnittet "Lige rør:
 Spændingsreduktion med bøjninger
 – Tabel: Montagelængder" for \varnothing 273,0
 serie 2.
 $F = 8,75$ kN/m
 $A_s = 4210$ mm²

Max.
spændings-
niveau

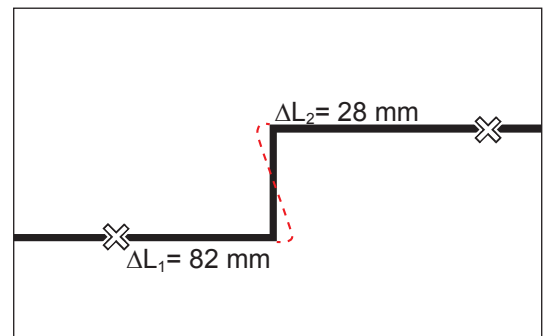
I dette eksempel er spændingsniveauet i systemet reduceret til 190 MPa ved at
 anvende spændingsreduktion med bøjninger:
 $\sigma_{\max} = 190$ MPa

Ekspansion

$$\Delta L = L \cdot \alpha \cdot \Delta T - \frac{F \cdot L^2}{2 \cdot A_s \cdot E}$$

$$\Delta L_1 = 78000 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot (130 - 10) - \frac{8,75 \cdot 78000^2}{2 \cdot 4210 \cdot 210000} = 82 \text{ mm}$$

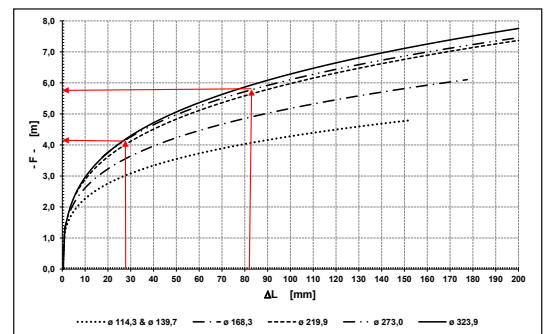
$$\Delta L_2 = 21000 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot (130 - 10) - \frac{8,75 \cdot 21000^2}{2 \cdot 4210 \cdot 210000} = 28 \text{ mm}$$



F-længde

Fra tabel i afsnittet: "Retningsændringer:
 80-90° bøjninger med skumpuder" fås:

- L_1 :
 $\Delta L = 82$ mm giver $F = 5,8$ m
- L_2 :
 $\Delta L = 28$ mm giver $F = 4,2$ m

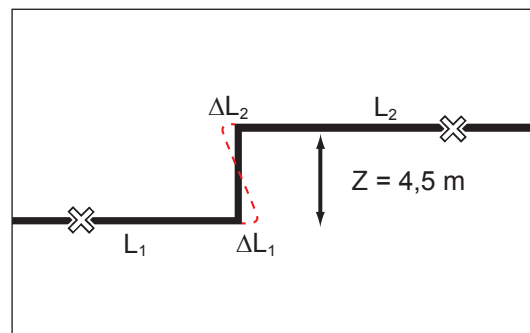


80-90° bøjninger med skumpuder - Z-bøjning - eksempel

Nødvendig
Z-længde

$$Z = 0,45 \cdot (F_1 + F_2)$$

$$Z = 0,45 \cdot (5,8 + 4,2) = 4,5 \text{ m}$$



Skumpuder

Skumpudernes minimum tykkelse findes af den radiale længdeudvidelse ΔL_R , som for Z-bøjninger kan sættes lig ΔL :

For ekspansionen fra L_1 findes:

$$t_1 = \frac{\Delta L}{0,70} = \frac{82}{0,70} = 117 \text{ mm}$$

Antal lag à 40 mm:

$$\frac{t_1}{40} = \frac{117}{40} = 3 \text{ lag}$$

For ekspansionen fra L_2 findes:

$$t_2 = \frac{\Delta L}{0,70} = \frac{28}{0,70} = 40 \text{ mm}$$

Antal lag à 40 mm:

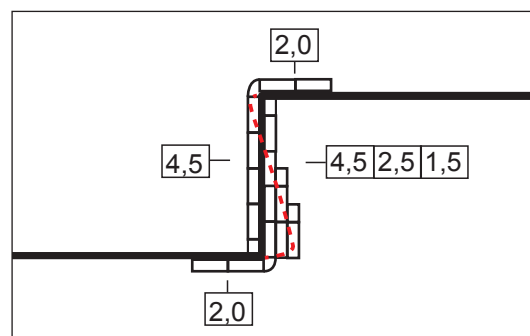
$$\frac{t_2}{40} = \frac{40}{40} = 1 \text{ lag}$$

Længde af
skumpuder

Længden af skumpuderne er minimum Z-længden.

Længden af skumpuderne reduceres, således at inderste lag altid er fuld længde, næste lag er $\frac{1}{2}$ længde, og så fremdeles

På den aksiale del placeres 40 mm skumpuder i min. 2 m længde for en \emptyset 273,0 som vist.



80-90° bøjninger med skumpuder - U-bøjning

Generelt

En U-bøjning er mere fleksibel end en Z-bøjning. Derfor kan den nødvendige U-længde udregnes som

$$U = 0,8 \cdot F_{\max}$$

hvor F_{\max} er den største F-længde for ΔL_1 eller ΔL_2 for en 90° bøjning

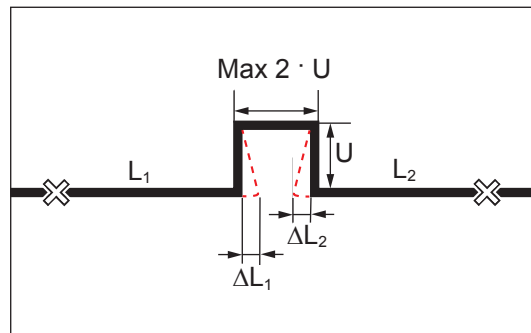
Bunden af U-bøjningen er minimum 2 · benlængden af en standard, præisoleret bøjning, og maksimum 2 · U-længden.

Er bunden af U-bøjningen længere end 2 · U, regnes bøjningen som 2 Z-bøjninger.

Ekspansionen for de enkelte strækninger og den dertil svarende F-længde findes som beskrevet i afsnittet:

"Retningsændringer: 80-90° bøjninger med skumpuder".

Antal og tykkelse af skumpuder bestemmes ligeledes som beskrevet i afsnittet: "Retningsændringer: 80-90° bøjninger med skumpuder". Dog kan den resulterende ekspansion sættes lig ekspansionen fra hhv. L_1 og L_2 .



Længde af skumpuder

Længden af skumpuderne er minimum U-længden.

Længden af skumpuderne reduceres, således at inderste lag altid er fuld længde, næste lag er ½ længde, og yderste lag er ¼ længde, se evt. i afsnittet: "Retningsændringer: 80-90° bøjninger med skumpuder".

På den udvendige side placeres 1 lag skumpuder (40 mm) i længden "U".

På den aksiale del (til og fra U-bøjningen) placeres 1 lag skumpuder som vist.

- ≤ DN50:

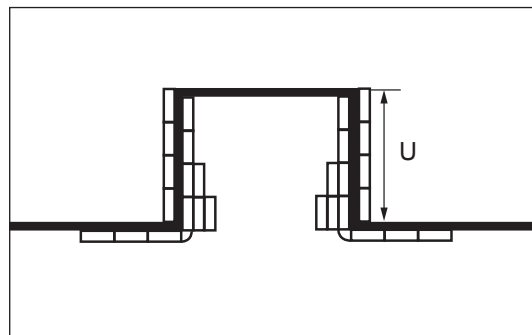
1 lag skumpuder, længde min. 1 m

- DN65 – DN125:

1 lag skumpuder, længde min. 2 m

- DN150 – DN600:

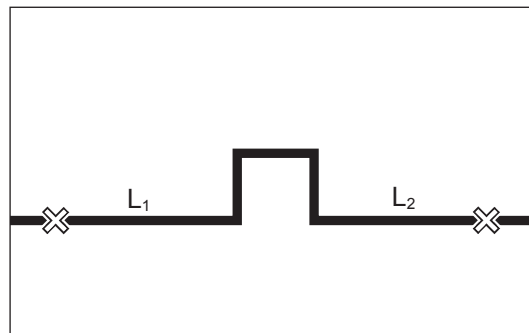
1 lag skumpuder, længde min. 3 m



80-90° bøjninger med skumpuder - U-bøjning - Eksempel

Forudsætninger
for eksemplet

\varnothing 114,3, serie 1
 Jorddække H = 0,8 m
 Max. beregningstemperatur $T_{\max} = 110^{\circ}\text{C}$
 Min. beregningstemperatur $T_{\min} = 10^{\circ}\text{C}$
 Montagetemperatur $T_{\text{ins}} = 10^{\circ}\text{C}$
 $L_1 = 120$ m
 $L_2 = 65$ m
 Fra tabel i afsnittet: "Lige rør:
 Spændingsreduktion med bøjninger –
 Tabel: Montagelængder" \varnothing 114,3 serie 1.
 $F = 2,97$ kN/m
 $A_s = 1252$ mm²

Max.
spændings-
niveau

$\sigma_{\max.} = \Delta T \cdot 2,52$ [MPa]
 $\sigma_{\max.} = (110 - 10) \cdot 2,52 = 252$ [MPa]
 Friktionslængden L_F :

$$L_F = \frac{\sigma_{\max.} \cdot A_s}{F}$$

$$L_F = \frac{252 \cdot 1252}{2,97 \cdot 1000} = 106,2 \text{ m}$$

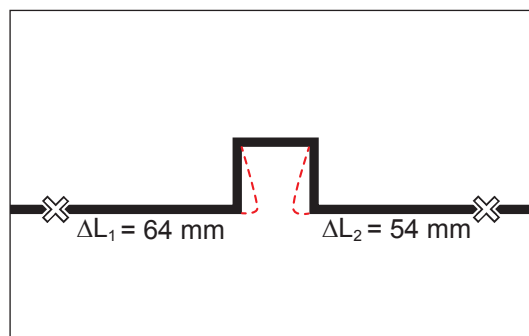
Ekspansion

$$\Delta L = L \cdot \alpha \cdot \Delta T - \frac{F \cdot L^2}{2 \cdot A_s \cdot E}$$

Som L_1 anvendes L_F , da den er kortere end den faktiske længde.

$$\Delta L_1 = 106200 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot (110 - 10) - \frac{2,97 \cdot 106200^2}{2 \cdot 1252 \cdot 210000} = 64 \text{ mm}$$

$$\Delta L_2 = 65000 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot (110 - 10) - \frac{2,97 \cdot 65000^2}{2 \cdot 1252 \cdot 210000} = 54 \text{ mm}$$

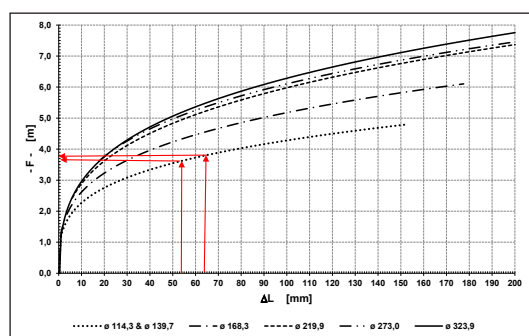


F-længde

Fra tabel i afsnittet: "Retningsændringer: 80-90° bøjninger med skumpuder" fås:

- L_1 :
 $\Delta L = 64$ mm giver $F = 3,8$ m

- L_2 :
 $\Delta L = 54$ mm giver $F = 3,6$ m



80-90° bøjninger med skumpuder - U-bøjning - eksempel

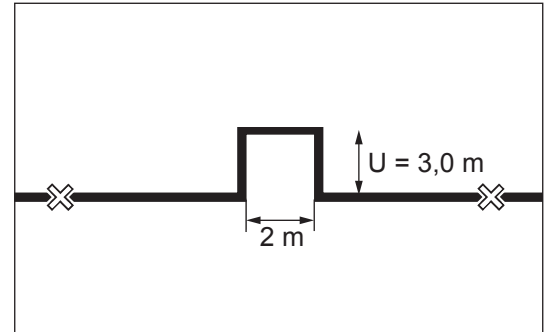
Nødvendig
U-længde

$$U = 0,8 \cdot F_{\max}$$

$$U = 0,8 \cdot 3,8 = 3 \text{ m}$$

Længden af bunden af U-bøjningen er max. $2 \cdot U = 6 \text{ m}$.

Typisk anvendes 2 · benlængde på en standard bøjning, her $2 \cdot 1 = 2 \text{ m}$



Skumpuder

Skumpudernes minimum tykkelse findes af den radiale længdeudvidelse ΔL_R , som for U-bøjninger kan sættes lig ΔL :

For ekspansionen fra L_1 findes:

$$t_1 = \frac{\Delta L}{0,70} = \frac{64}{0,70} = 91 \text{ mm}$$

Antal lag à 40 mm:

$$\frac{t_1}{40} = \frac{91}{40} = 3 \text{ lag}$$

For ekspansionen fra L_2 findes:

$$t_2 = \frac{\Delta L}{0,75} = \frac{54}{0,75} = 72 \text{ mm}$$

Antal lag à 40 mm:

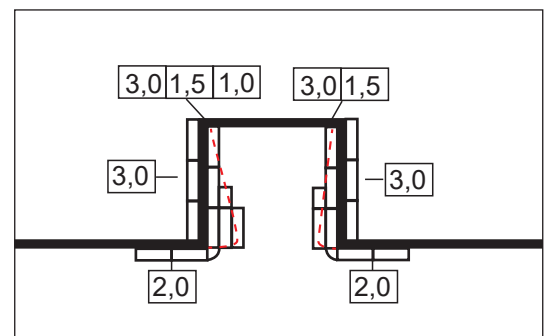
$$\frac{t_2}{40} = \frac{72}{40} = 2 \text{ lag}$$

Længde af
skumpuder

Længden af skumpuderne er minimum U-længden. Der rundes op til nærmeste halve eller hele meter.

Længden af skumpuderne reduceres, således at inderste lag altid er fuld længde, næste lag er $\frac{1}{2}$ længde, og yderste lag er min. $\frac{1}{4}$ længde.

På den aksiale del placeres 40 mm skumpuder i min. 2 m længde for en $\emptyset 114,3$.



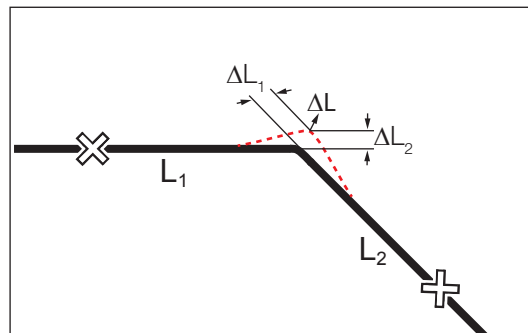
Retningsændringer 5-80° bøjninger med skumpuder

Generelt

Aksial ekspansion af lige rørsektioner forårsager en lateral forskydning ved bøjninger.

For at sikre at bøjningen og PUR-skummet ikke udsættes for større påvirkninger end de kan modstå, skal belastningen fra jordtrykket reduceres. Det kan gøres ved at optage ekspansionen i skumpuder, se nedenfor.

For beskrivelse af skumpuder, se afsnittet "Ekspansionsoptagelse".



Regler for anvendelse

Retningslinjerne i dette afsnit gælder for rørsystemer, som installeres på traditionel vis, hvor førstegangsekspansionen er givet af forskellen mellem systemets maksimum og minimum temperatur.

Retningsændringen udføres ved anvendelse af en 5-80° præisoleret bøjning eller ved isvejsning af et bøjningssegment. Retningsændringen må ikke udføres ved smigskæring af rørenderne.

For retningsændringer på 5-10° forudsættes det, at det passive jordtryk er tilstrækkeligt stort til at sikre, at bøjningens bevægelse sker i aksial retning med minimale radiale bevægelser. Disse retningsændringer kan derfor udføres uden brug af skumpuder.

Retningsændringer på 10-80° skal beklædes med skumpuder som beskrevet i dette afsnit.

Retningsændringer på 80-90° regnes som 90° bøjninger, se afsnittet "Retningsændringer: 80-90° bøjninger med skumpuder".

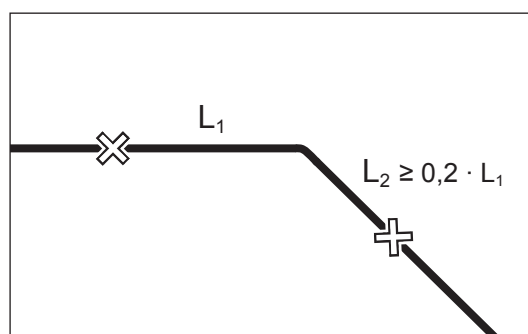
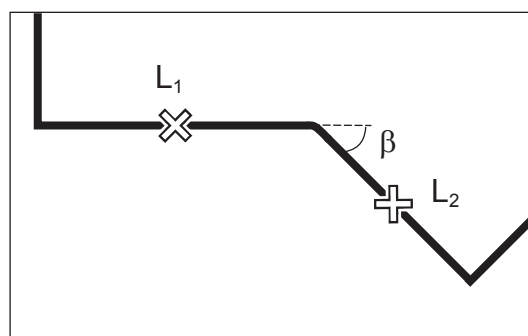
Ved anvendelse af 5-80° bøjninger i systemer, som varmforspændes i åben rørgrav, kontakt LOGSTOR for support.

På baggrund af de aktuelle temperaturer og lægningsforhold udregnes den aksiale bevægelse ved bøjningen, hvor det regnes som der er fri bevægelse ved bøjningen.

Grundlaget for ekspansionen, som anvendes i dette afsnit er, at den tænkte forankring er placeret midt imellem 90° bøjningen og bøjningen med den mindre vinkel.

Længderne L_1 og L_2 kan have forskellig længde, dog skal L_2 som minimum udgøre 20% af L_1 .

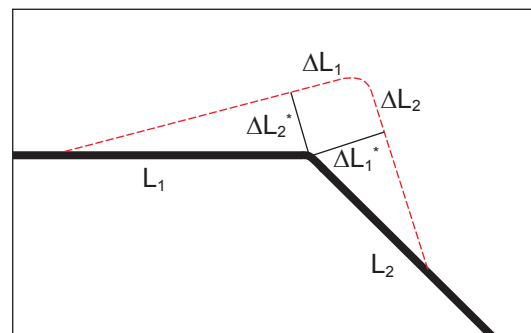
$$L_2 \geq 0,2 \cdot L_1$$



Retningsændringer 5-80° bøjninger med skumpuder

Regler for anvendelse, fortsat

For retningsændringer mellem 5-80° skelnes der mellem de aksiale bevægelser ($\Delta L_1/\Delta L_2$) og de resulterende bevægelser ($\Delta L_1^*/\Delta L_2^*$), hvilket beskrives nærmere i det følgende.



Udmattelse/last- cykler

Ved anvendelse af retningslinjerne i dette afsnit er bøjningen sikret mod udmattelse i henhold til EN13941 med de angivne min. temperaturvariationer, som er beskrevet i afsnittet: "Generelt: Projektklasser".

Alle bøjninger i denne manual er ligeledes beregnet med sikkerhedsfaktorer for henholdsvis projektklasse B eller C som beskrevet.

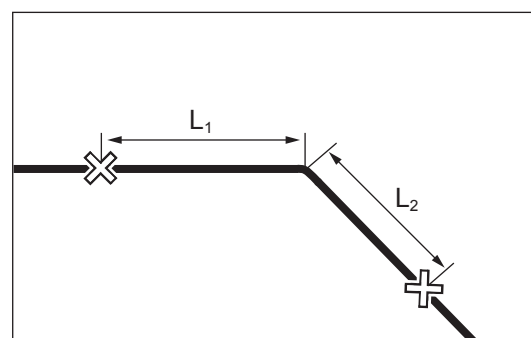
Max. længder

En retningsændring i en given vinkel kan anvendes under hensyn til, at summen af de aksiale bevægelser ikke overstiger en given total bevægelse.

Ved udregningen af bevægelsen tages der hensyn til isoleringsserier og lægningsdybder, så kurven i omstående diagram gælder for alle situationer.

Længden (L_1/L_2) defineres som afstanden fra retningsændringen til den tænkte forankring.

Omstående diagram definerer summen af de aksiale bevægelser som funktion af retningsændringens vinkel.



Aksial bevægelse

Den aksiale bevægelse i ΔL_1 og ΔL_2 beregnes af følgende:

$$\Delta L_x = L_x \cdot \alpha \cdot \Delta T - \frac{F \cdot L_x^2}{2 \cdot A_s \cdot E}$$

For yderligere information om beregning af den aksiale bevægelse ved fri rørende, se afsnittet: "Generelt: Ekspansion ved bøjninger".

Summen af de aksiale bevægelser bestemmes:

$$\Sigma \Delta L = \Delta L_1 + \Delta L_2$$

Herefter kan det i omstående diagram kontrolleres, at $\Sigma \Delta L$ ikke overstiger den tilladelige værdi for den aktuelle vinkel.

Retningsændringer 5-80° bøjninger med skumpuder

Aksial bevægelse fortsat

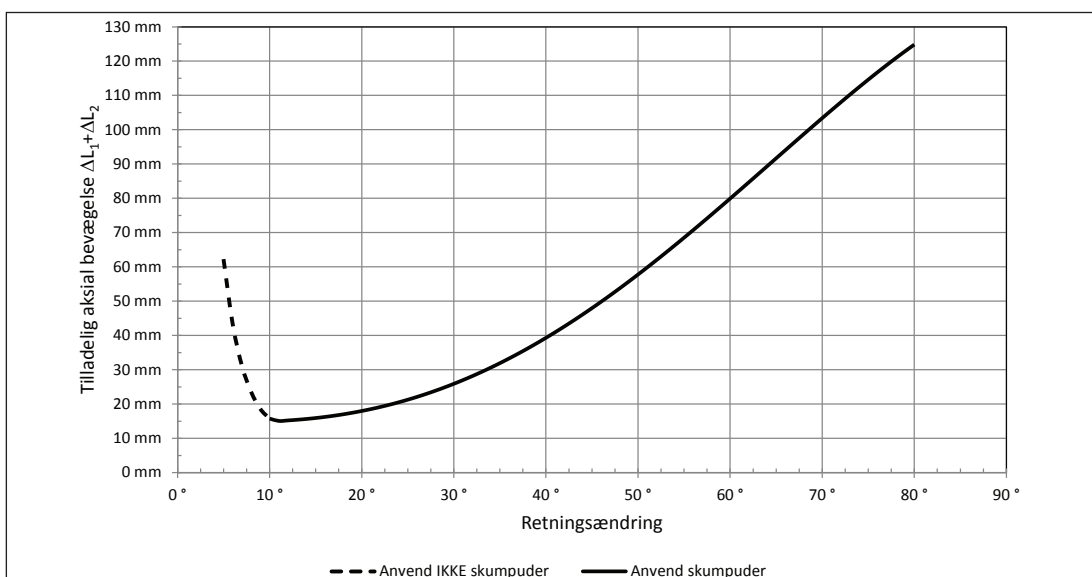
På diagrammets vandrette akse findes retningsændringens vinkel.

Dette mål forskydes lodret op til kurven, og størrelsen på den maksimalt tilladelige bevægelse aflæses på den lodrette akse. Det kontrolleres, at den aktuelle $\sum\Delta L$ er mindre end den aflæste værdi.

Kurven gælder for alle dimensioner op til DN600 i isoleringsserie 1, 2 eller 3, som installeres med en jorddækning på 0,6-1,5 m.

LOGSTOR står gerne til rådighed med yderligere support.

Grænsekurve for total bevægelse ø26,9-ø610,0 Serie 1, 2 og 3, H = 0,6-1,5 m

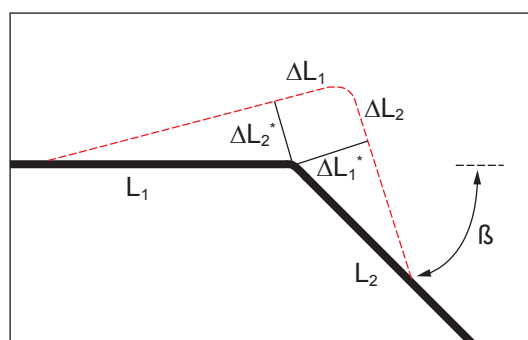


Ekspansions- zonens længde

For at kunne fastlægge ekspansionszonens længde er det nødvendigt at beregne de resulterende bevægelser i bøjningen.

$$\Delta L_1^* = \frac{\Delta L_2}{\tan \beta} + \frac{\Delta L_1}{\sin \beta}$$

$$\Delta L_2^* = \frac{\Delta L_1}{\tan \beta} + \frac{\Delta L_2}{\sin \beta}$$



Retningsændringer 5-80° bøjninger med skumpuder

Ekspansions- zonens længde fortsat

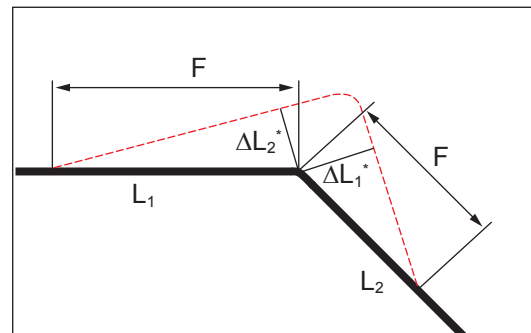
Herefter kan længden F , som er nødvendig for at optage ekspansionen fra henholdsvis L_1 og L_2 findes i kurverne i afsnittet: "Retningsændringer: 80-90° bøjninger med skumpuder".

ΔL_1^* bestemmer F -længden langs L_2 , og ΔL_2^* giver F -længden langs L_1 .

F = længden fra bøjningen, som skal beskyttes med skumpuder for at jordtrykket ikke giver for høje spændinger i PUR-skummet.

På diagrammets vandrette akse anvendes den aktuelle ΔL^* , og dette mål forskydes lodret op til den aktuelle dimensionskurve og F -længden aflæses på den lodrette akse.

Kurverne er gældende for alle isoleringsserier.



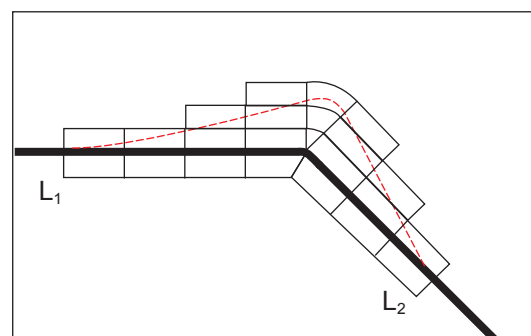
Skumpuder

ΔL^* bestemmer antal og tykkelse af skumpuder, der er nødvendig for at optage ekspansionen i bøjningen.

Ved bøjninger med forskellig længde anvendes den største af de resulterende ekspansioner, ΔL_1^* eller ΔL_2^* .

For bestemmelse af skumpudernes tykkelse, længde og placering, se afsnittet: "Retningsændringer: 80-90° bøjninger med skumpuder" samt det følgende eksempel.

Der lægges 1 lag skumpuder på indvendig side af bøjningen i en længde svarende til F -længden.



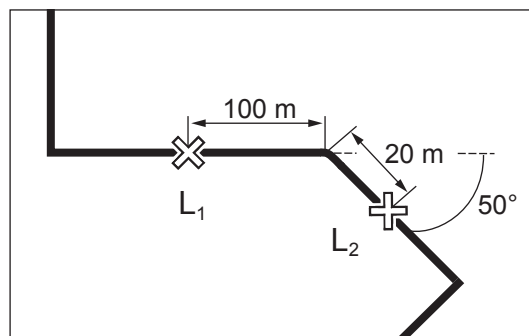
5-80° bøjninger med skumpuder - Eksempel

Forudsætninger
for eksemplet

\varnothing 60,3, serie 2
 Jorddække H = 0,8 m
 Max. beregningstemperatur $T_{\max} = 105^{\circ}\text{C}$
 Min. beregningstemperatur $T_{\min} = 10^{\circ}\text{C}$
 Montagetemperatur $T_{\text{ins}} = 10^{\circ}\text{C}$
 $L_1 = 100$ m
 $L_2 = 20$ m
 Vinkel $\beta = 50^{\circ}$

Fra tabel i afsnittet: "Lige rør:
 Spændingsreduktion med bøjninger –
 Tabel: Montagelængder"

for \varnothing 60,3 serie 2:
 $F = 2,03$ kN/m
 $A_s = 523$ mm²



Aksial ekspansion

$$\Delta L = L \cdot \alpha \cdot \Delta T - \frac{F \cdot L_F^2}{2 \cdot A_s \cdot E}$$

Som L_1 anvendes L_F (= 61,6 m), da den er kortere end den faktiske længde.

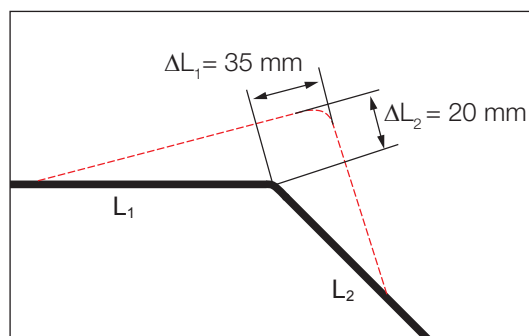
$$\Delta L_1 = 61600 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot (105 - 10) - \frac{2,03 \cdot 61600^2}{2 \cdot 523 \cdot 210000} = 35 \text{ mm}$$

Som L_2 anvendes den faktiske længde = 20 mm.

$$\Delta L_2 = 20000 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot (105 - 10) - \frac{2,03 \cdot 20000^2}{2 \cdot 523 \cdot 210000} = 19 \text{ mm}$$

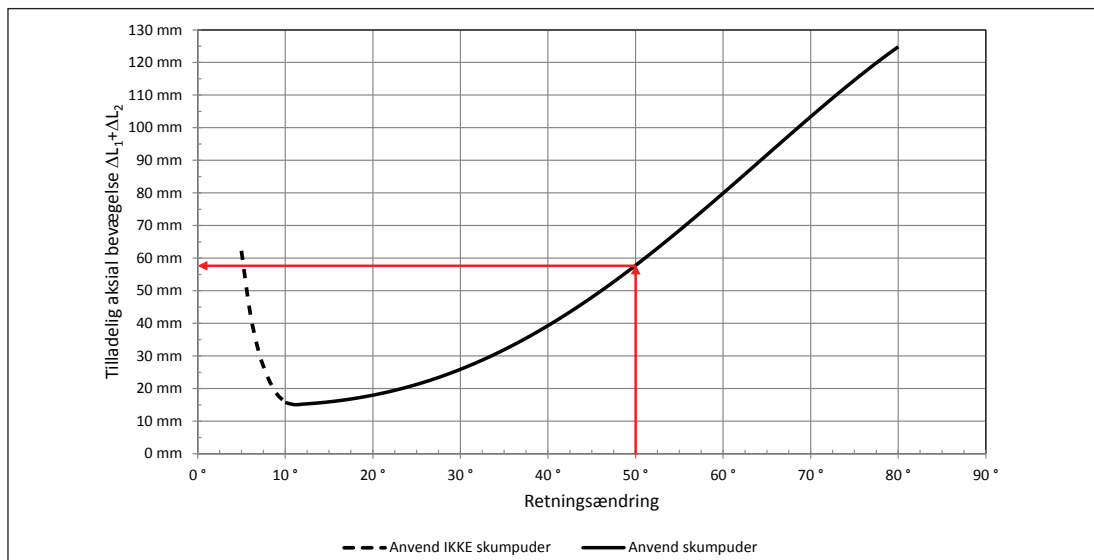
Summen af bevægelserne er:

$$\begin{aligned} \Sigma \Delta L &= \Delta L_1 + \Delta L_2 \\ \Sigma \Delta L &= 35 + 19 = 54 \text{ mm} \end{aligned}$$



Retningsændringer 5-80° bøjninger med skumpuder - Eksempel

Kontrol af bevægelse



Fra diagrammet fås for en vinkel på 50°:

Max. total bevægelse: $\sum \Delta L \leq 58 \text{ mm}$

Den ønskede vinkel på 50° kan derfor anvendes det pågældende sted.

Resulterende ekspansion

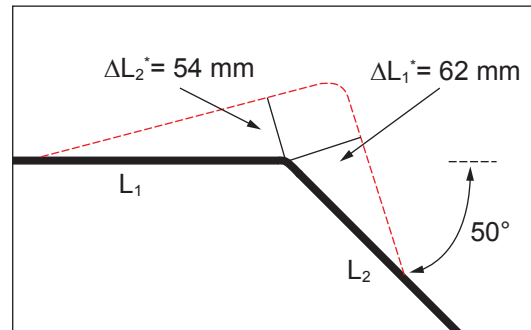
Den resulterende ekspansion beregnes for hvert ben:

$$\Delta L_1^* = \frac{\Delta L_2}{\tan \beta} + \frac{\Delta L_1}{\sin \beta}$$

$$\Delta L_1^* = \frac{19}{\tan 50} + \frac{35}{\sin 50} = 62 \text{ mm}$$

$$\Delta L_2^* = \frac{\Delta L_1}{\tan \beta} + \frac{\Delta L_2}{\sin \beta}$$

$$\Delta L_2^* = \frac{35}{\tan 50} + \frac{19}{\sin 50} = 54 \text{ mm}$$



Skumpuder

Tykkelsen af skumpuderne bestemmes af den største resulterende ekspansion, her ΔL_1^* :

Min. tykkelse:

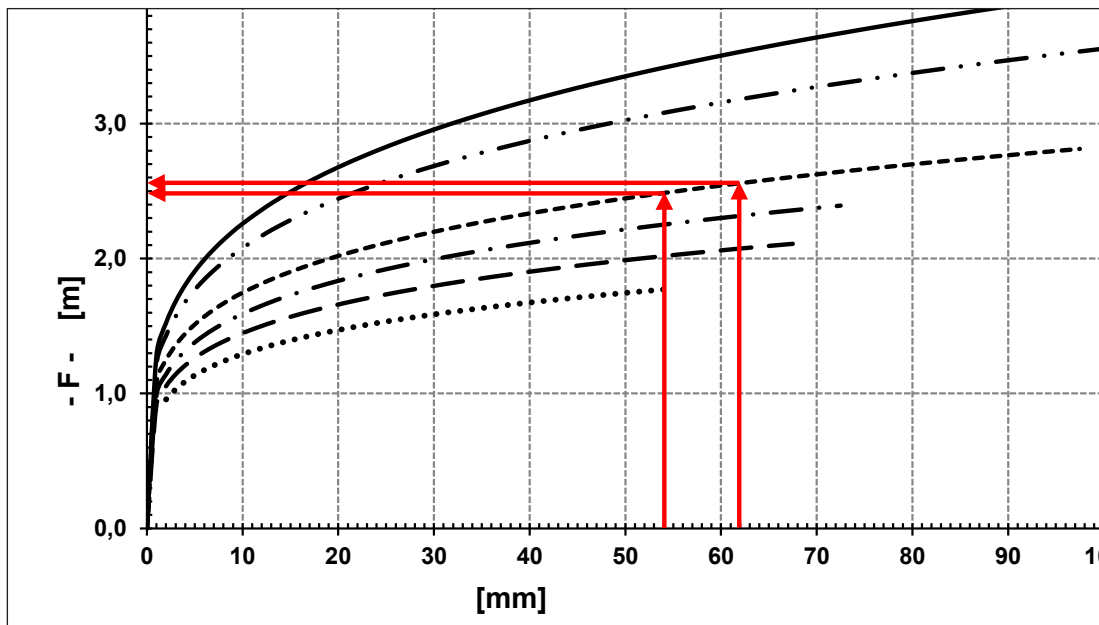
$$t = \frac{\Delta L_{\max}^*}{0,70} = \frac{62}{0,70} = 89 \text{ mm}$$

Antal lag à 40 mm:

$$\frac{t}{40} = \frac{89}{40} = 3 \text{ lag}$$

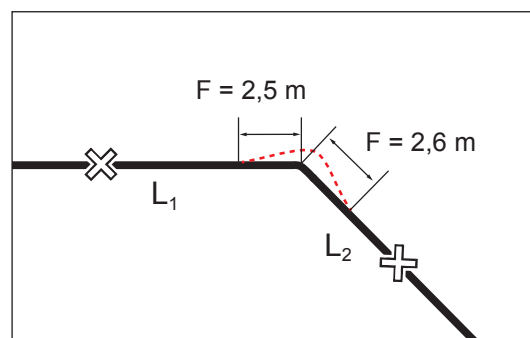
5-80° bøjninger med skumpuder - Eksempel

F-længde



Ud fra de resulterende ekspansioner findes F-længden for hvert ben i diagrammet fra: "Retningsændringer: 80-90° bøjninger med skumpuder":

- 54 mm giver $F = 2,5$ m
- 62 mm giver $F = 2,6$ m



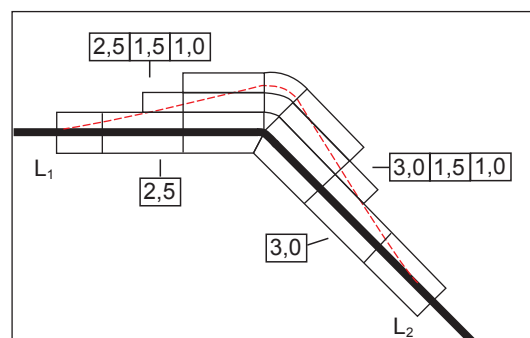
Placering af skumpuder

Længden af skumpuderne er minimum F-længderne.

Der rundes op til nærmeste halve eller hele meter.

Længden af skumpuderne fases ud, således at inderste lag altid er fuld længde, derefter er næste lag halv længde, og så fremdeles.

Der lægges 1 lag skumpuder på indvendig side af bøjningen i F-længden.



Henvisninger

LOGSTOR Design Tool:

<https://designtool.logstor.com/Tool/Form.aspx?ApplicationId=18749619-698b-47c3-8dbe-c54c42282ccb>

Introduktion

Dette afsnit angiver retningslinjer for, hvordan der projekteres med afgreninger i præisolerede rørsystemer.

Afgreninger skal udføres således, at hverken PUR-skum eller medierør overbelastes.

Belastningen på afgreninger er meget kompleks at beregne, da belastninger fra både hovedrør og afgrening skal kombineres. Dette afsnit angiver derfor enkle retningslinjer for placering af afgreninger, som baserer sig på normal praksis samt LOGSTORs beregningsmæssige erfaring.

Der refereres til mål, formler og beregningsprincipper, som behandles indgående i andre afsnit.

LOGSTOR står gerne til rådighed med yderligere support i forbindelse med placering og beregning af afgreninger.

Online-programmet "LOGSTOR Design Tool", som findes tilgængeligt på LOGSTORs hjemmeside vil understøtte og lette beregningerne af afgreninger. Programmet er baseret på de anvisninger der findes her i afsnittet.

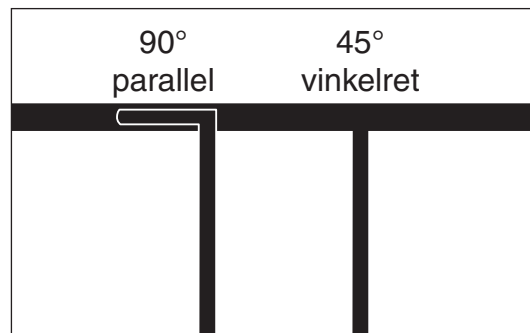
Indhold

Generelt
Anvendelse
Forudsætninger
45° vinkelret afgrening
90° parallel afgrening
Lige afgreninger
Forstærkning af muffeafgreninger

Introduktion

Afgreninger kan udføres som 90° parallel afgrening eller som 45° vinkelret afgrening (afgrening med spring).

Disse typer af afgreninger kan udføres som henholdsvis muffeafgreninger og præisolerede afgreninger, se afsnittet "Afgreninger" i Produktkataloget.

**Spændingsniveau**

Præisolerede afgreninger med en hovedrørdimension til og med DN300 kan anvendes overalt i systemer med høje aksiale spændinger (systemer uden spændingsreduktion, se afsnittet "Lige rør: Lige rør uden spændingsreduktion").

Hvor hovedrørs- og afgreningensdimensionen er ens, kan LOGSTOR's standard præisolerede afgreninger anvendes i systemer med et spændingsniveau på op til 190 MPa.

Muffeafgreninger, herunder afgreninger udført ved anboring, kan anvendes i systemer med høje aksiale spændinger, såfremt der anvendes forstærkningsplader jf. tabellen i afsnittet "Afgreninger: Forstærkning af muffeafgreninger".

Udmattelses-cykler

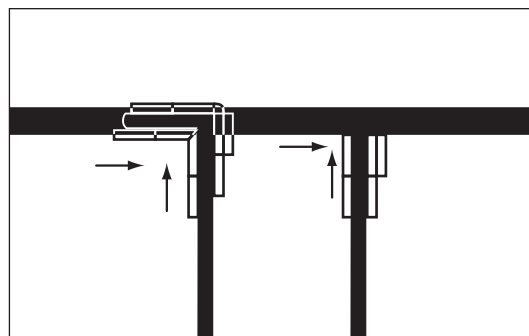
Alle afgreninger, som beskrives i dette afsnit, sikres mod udmattelse i henhold til EN13941 med de angivne min. lastcykler og projektklasser, som er beskrevet i afsnittet "Generelt: Projektklasser".

Ekspansion

En afgrening skal sikres og kontrolleres på både hoved- og afgreningrør.

På baggrund af de aktuelle temperaturer og lægningsforhold udregnes bevægelserne ved henholdsvis hoved- og afgreningrør. Der kompenseres for disse bevægelser ved montage af skumpuder på alle afgreninger.

Der kan være situationer, hvor det er nødvendigt af flytte en afgrening, hvis bevægelsen er for stor.



**Ekspansions-
zonens længde**

For at kunne fastlægge ekspansionszonens længde og tykkelse er det nødvendigt at beregne den aksiale ekspansion af henholdsvis hoved- og afgreningrør ved afgreningen. Bevægelsen beregnes på baggrund af de aktuelle temperaturer og lægningsforhold.

Til beregning af hovedrørets bevægelse (ΔL_T) anvendes formlen i afsnittet "Generelt: Ekspansion ved afgreninger".

Til beregning af afgreningrøret aksiale bevægelse (ΔL_G) ved 90° parallel afgreninger anvendes formlen i afsnittet "Generelt: Ekspansion ved bøjninger".

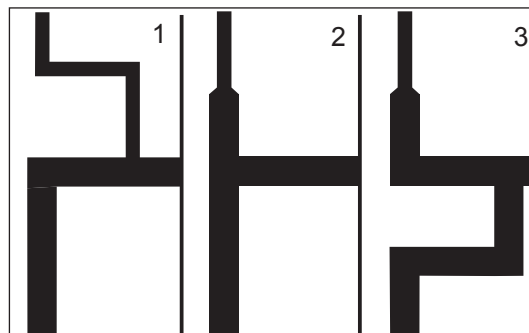
Ekspansionszonens længde (F-længden) aflæses i diagrammerne i afsnittet "Retningsændringer: 80-90° bøjninger med skumpuder".

Se også eksempler i afsnittene: "Afgreninger: 45° vinkelret afgrening - Eksempel" og "Afgreninger: 90° præisoleret parallel afgrening - Eksempel".

Anvendelse

Generelt bør det tilstræbes, at den største dimension får den enkleste linjeføring, da det resulterer i den bedste løsning både statisk og hydraulisk.

Illustrationen viser 3 eksempler på løsning af samme situation.



Alle løsninger kan anvendes under hensyntagen til forudsætningerne i denne manual.

LOGSTOR anbefaler dog, at løsning nr. 1 anvendes. Denne løsning resulterer både i det mindste tryktab og kan reducere de aksiale spændinger.

Afgreninger bygges ind således, at afgreningens røret ligger i niveau med eller over hovedrøret. Understik bør så vidt muligt undgås ved lave fremløbshastigheder, da der er risiko for lokal korrosion.

Afgreninger

Forudsætninger

Forudsætninger

Retningslinjerne for projektering med afgreninger, som er angivet i dette afsnit, kan anvendes under følgende forudsætninger for rørsystemet:

- Max. drifttemperatur: 110°C ($\Delta T \leq 100^\circ\text{C}$)
- Jorddækning over hovedrør: 0,6-1,0 m
- Jorddækning over afgreningsrør: min. 0,5 m
- Ved brug af muffeafgreninger skal disse forstærkes i henhold til tabellen i afsnittet "Afgreninger: Forstærkning af muffeafgreninger"

Ved anvendelse af præ- eller muffeafgreninger i systemer, som varmemeforspændes i åben rørgrav, kontakt LOGSTOR for support.

For den geometriske udformning af de enkelte afgreningskonstruktioner, se afsnittet "Afgreninger" i Produktkataloget.

Afgreninger

45° vinkelret afgrening

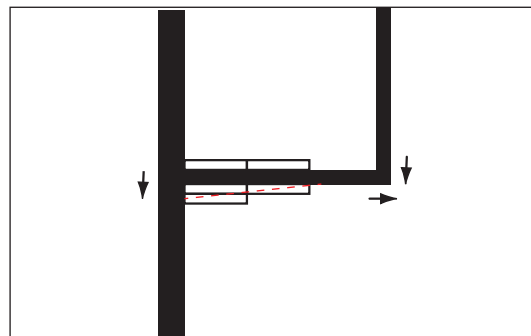
Aksiale bevægelser og skumpuder

Afgreningen belastes af de aksiale bevægelser i henholdsvis hoved- og afgreningrør.

Hovedrørets aksiale bevægelse giver bevægelse i afgreningen. Der kompenseres for denne bevægelse ved at sætte skumpuder på afgreningen.

Længden af skumpuderne er lig F-længden.

F-længden aflæses på kurven for den aktuelle afgreningens dimension, se afsnittet "Retningsændringer: 80-90° bøjninger med skumpuder".



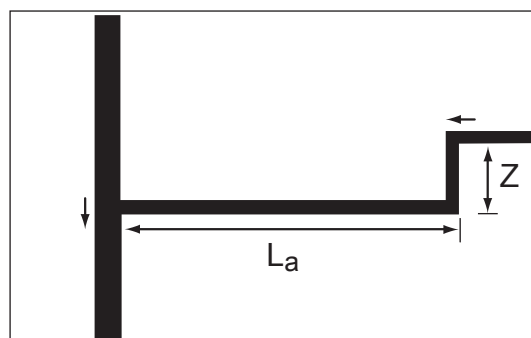
Afgreningrørets længde

Længden af afgreningrøret begrænses af de belastninger, der overføres fra afgreningen. Det sker ved at minimere længden som angivet i nedenstående.

Længden af afgreningrøret L_a for en 45° vinkelret afgrening skal ligge indenfor følgende:

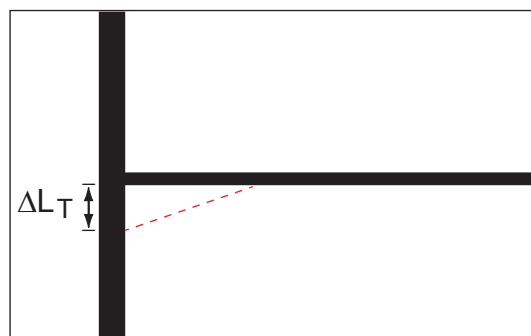
Afgrening, DN	$L_{a,min}$	$L_{a,max}$
20-50	F-længden	20 m
65-125	F-længden	12 m
150-300	F-længden	8 m

Ved afgreningrør, som er længere end $L_{a,max}$, skal der bygges en Z-bøjning ind som vist på illustrationen. Alternativt kan afgreningen erstattes af en 90° parallel afgrening.



Placering på hovedrøret

En 45° vinkelret afgrening må placeres, hvor ekspansionen i hovedrøret $\Delta L_T \leq 56$ mm, hvilket svarer til 2 lag skumpuder.

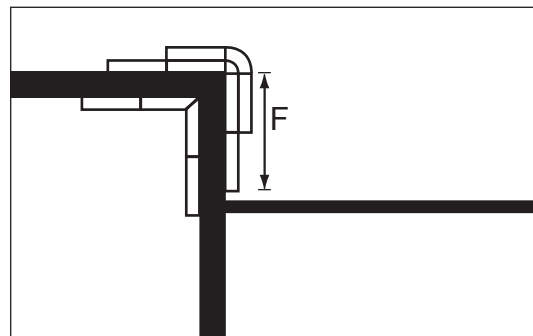


Afgreninger 45° vinkelret afgrening

Placering på hovedrøret, fortsat

Når en afgrening placeres nær en bøjning i hovedrøret, skal afgreningen placeres udenfor F-længden.

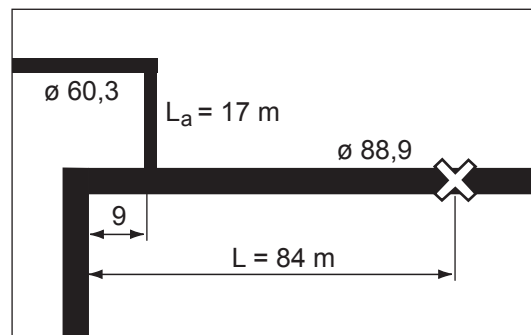
For beregning af F-længden for en bøjning, se afsnittet "Retningsændringer: 80-90° bøjninger med skumpuder".



45° vinkelret afgrening - Eksempel

Forudsætninger

Jorddækning
 Hovedrør: $H_h = 0,8$ m
 Afgrening: $H_a = 0,6$ m
 Max. beregningstemperatur $T_{max} = 95^\circ\text{C}$
 Min. beregningstemperatur $T_{min} = 10^\circ\text{C}$
 Montagetemperatur $T_{ins} = 10^\circ\text{C}$
 $D_h = \text{ø}88,9/160$ (Serie 1)
 $L = 84$ m
 $D_a = \text{ø}60,3/125$ (Serie 1)
 $L_a = 17$ m
 Fra tabel i afsnittet "Lige rør:
 Spændingsreduktion med bøjninger –
 Tabel: Montagelængder" fås for $\text{ø}88,9$
 ved
 $H = 0,8$ m
 $F = 2,35$ kN/m
 $A_s = 862$ mm²
 Der anvendes præisolerede kompo-
 nenter.



Kontrol af afgreningen

Der udføres 2 kontroller i forbindelse med afgreningen:

- Aksial bevægelse i hovedrøret, ΔL_T :
Kontrollér, at $\Delta L_T \leq 56$ mm
- Længde af afgreningen, L_a :
 L_a tjekkes, jf. tabel i afsnittet "Afgreninger: 45° vinkelret afgrening"

Ovenstående bevægelser beregnes i det følgende.

Bestemmelse af friktionslængde

Det aksiale spændingsniveau beregnes:

$$\sigma_{max} = \Delta T \cdot 2,52 \text{ [MPa]}$$

$$\sigma_{max} = (95 - 10) \cdot 2,52 = 214 \text{ [MPa]}$$

Friktionslængden bestemmes:

$$L_F = \frac{\sigma_{max} \cdot A_s}{F}$$

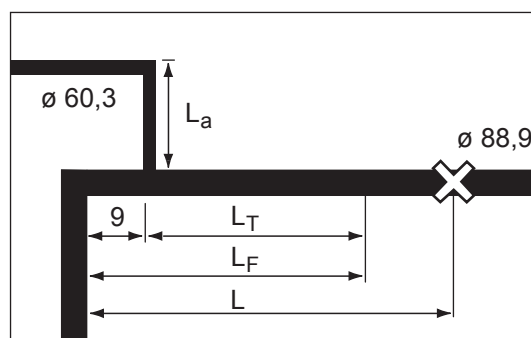
$$L_F = \frac{214 \cdot 862}{2,35 \cdot 1000} = 78,5 \text{ m}$$

Da $L > L_F$, anvendes $L = L_F$ i beregningen, da det kun er L_F , der bidrager til bevægelse.

Beregning af L_T

L_T bestemmes til:

$$L_T = 78,5 - 9 = 69,5 \text{ m}$$



45° vinkelret afgrening - Eksempel

Aksial bevægelse i hovedrør

Ekspansionen i hovedrøret ved afgreningen bestemmes af formelen fra afsnittet "Ekspansion ved afgreninger":

$$\Delta L_T = \alpha \cdot \Delta T \cdot L_T - \frac{F(2 \cdot L - L_T) \cdot L_T}{2 \cdot E \cdot A_s}$$

$$\Delta L_T = 1.2 \cdot 10^{-5} \cdot (95-10) \cdot 69500 - \frac{2.35 \cdot (2 \cdot 78500 - 69500) \cdot 69500}{2 \cdot 210000 \cdot 862} = 31 \text{ mm}$$

Kontrol af afgreningen

- Kontrol af aksial bevægelse i hovedrøret:

$$\Delta L_T \leq 56 \text{ mm}$$

ΔL_T er beregnet til 31 mm - OK.

- Kontrol af afgreningens længde:

For et afgreningrør i DN 50 angiver tabellen i afsnittet "Afgreninger: 45° vinkelret afgrening", at $L_{\alpha, \max} = 20 \text{ m}$.

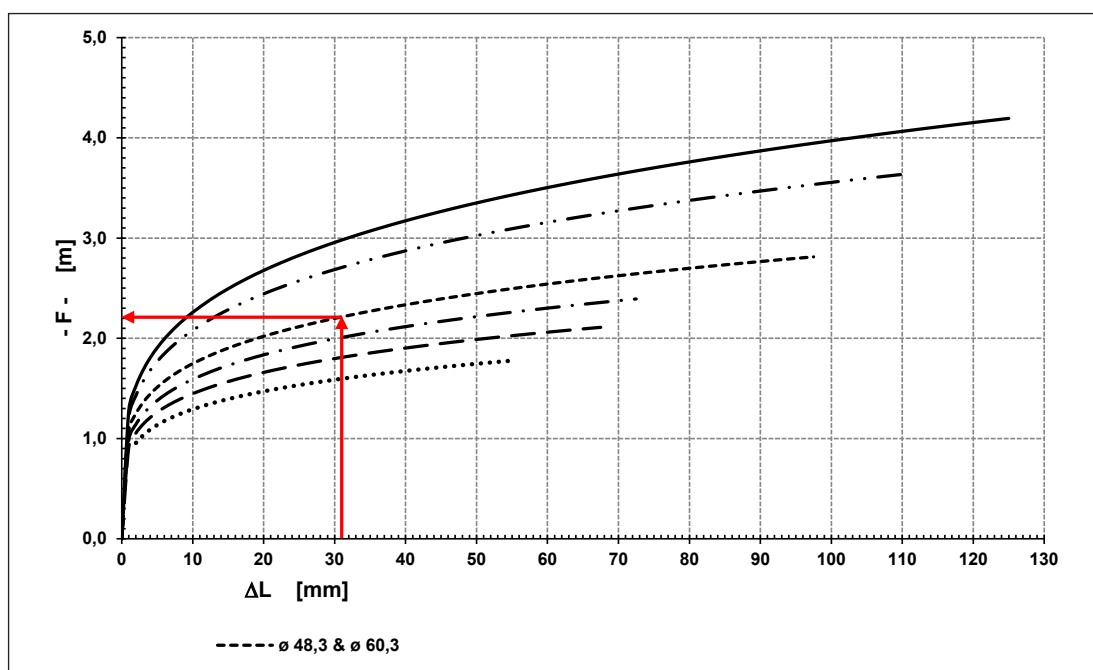
$L_{\alpha} = 17 \text{ m}$ - OK.

F-længde

Længden af skumpuden bestemmes ud fra diagrammet i afsnittet "Retningsændringer: 80-90° bøjninger med skumpuder".

Der aflæses på kurven for afgreningrørets dimension:

$\Delta L = 31 \text{ mm}$ for en $\varnothing 60,3$ giver $F = 2,2 \text{ m}$



Skumpuder

Skumpudernes minimum tykkelse bestemmes af ΔL_T (se evt. afsnittet "Retningsændringer: 80-90° bøjninger med skumpuder"):

$$t = \frac{\Delta L_T}{0.70} = \frac{31}{0.70} = 44 \text{ mm}$$

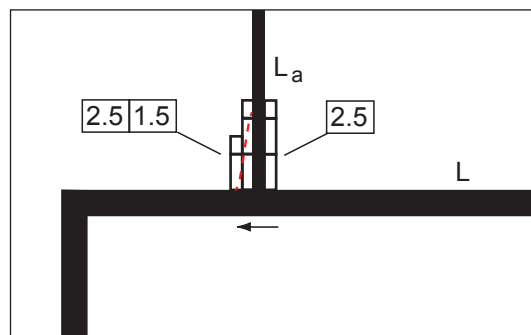
Antal lag à 40 mm:

$$t = \frac{44}{40} = \frac{44}{40} = 2 \text{ lag}$$

45° vinkelret afgrening - Eksempel

**Skumpuder,
fortsat**

Længden af skumpuderne reduceres således, at inderste lag altid er fuld længde (rundet op til nærmeste halve eller hele meter), næste lag er $\frac{1}{2}$ længde, og så fremdeles. På den modsatte side af afgreningen lægges der 1 lag skumpuder på i F-længden.



Aksiale bevægelser og skumpuder

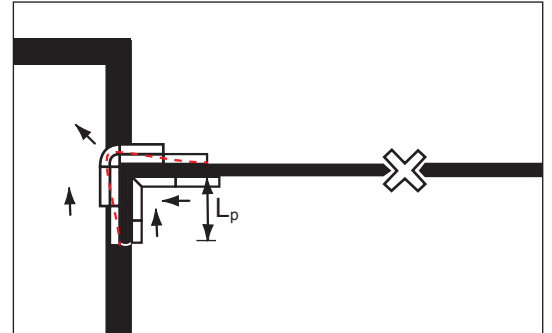
Afgreningen belastes af de aksiale bevægelser i henholdsvis hoved- og afgreningrør.

Hovedrørets og afgreningrørets aksiale bevægelse resulterer i, at afgreningrøret bevæger sig radiale. Der kompenseres for denne bevægelse ved at sætte skumpuder på afgreningen.

Længden af skumpuderne er lig F-længden, som bestemmes ud fra henholdsvis hovedrørets og afgreningrørets bevægelse.

Er F-længden $> L_p$, reduceres længden af skumpuderne tilsvarende.

F-længden aflæses på kurven for de aktuelle dimensioner, se afsnittet "Retningsændringer: 80-90° bøjninger med skumpuder".

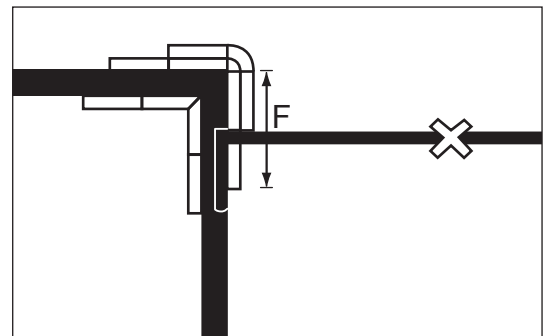
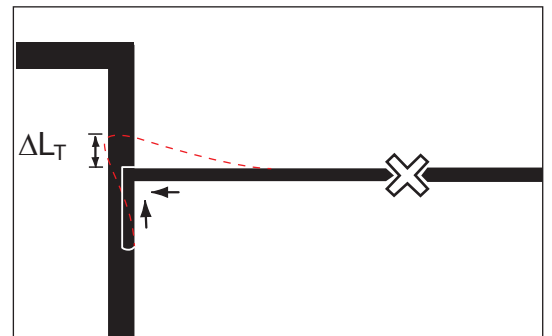
**Placering på hovedrøret**

En 90° parallel afgrening må placeres, hvor ekspansionen i hovedrøret, ΔL_T , ikke overstiger værdierne i tabellen:

Hovedrør	Afgrening	
	DN 20 - 25	DN 32 - 300
DN 20 - 125	30 mm	56 mm
DN 150 - 300	40 mm	56 mm

Når en afgrening placeres nær en bøjning i hovedrøret, skal afgreningen monteres udenfor F-længden.

For beregning af F-længden for en bøjning, se afsnittet "Retningsændringer: 80-90° bøjninger med skumpuder".



Afgreninger 90° parallel afgrening

Parallel længde af afgreningen

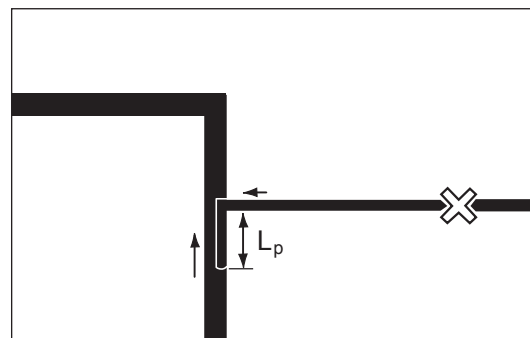
Den parallelle del af afgreningrøret L_p giver anledning til belastninger i selve afgreningen. Denne belastning holdes på et acceptabelt niveau ved at anvende grænseværdier for længden på L_p .

L_p skal være så lang, at den aksiale bevægelse i afgreningen, ΔL_a , kan optages. Samtidig skal L_p holdes så kort, at den ikke overbelastet afgreningen.

Længden af den parallelle del af afgreningrøret L_p for en 90° parallel afgrening skal derfor ligge indenfor følgende område:

DN	$L_{p,min}$ m	$L_{p,max}$ m
20-50	Komponentmål	2,1
65-80	Komponentmål	2,5
100-125	2,0*	3,0
150	2,5*	4,0
200-300	3,0*	5,0

*: Såfremt $\Delta L_a \leq 30$ mm kan komponentmålet anvendes som $L_{p,min}$



Komponentmål er en præsioleret standard bøjning og afgrening

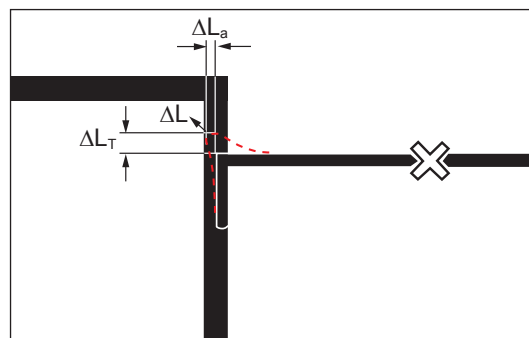
Radial bevægelse i afgreningen

Den radiale bevægelse i afgreningen ΔL skal være ≤ 84 mm, hvilket svarer til 3 lag skumpuder.

ΔL beregnes af

$$\Delta L = \sqrt{\Delta L_a^2 + \Delta L_T^2}$$

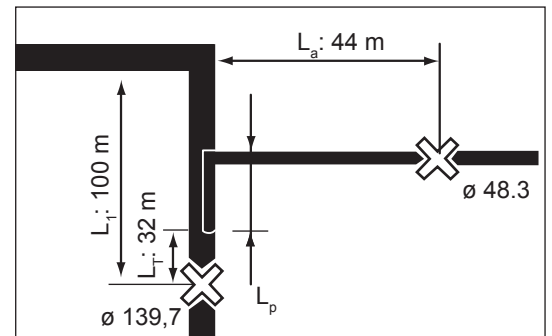
Dermed sættes der implicit en grænse for længden af L_a , da den aksiale bevægelse af L_a indgår i formlen for ΔL .



90° præisoleret parallel afgrening - Eksempel

Forudsætninger

Jorddækning

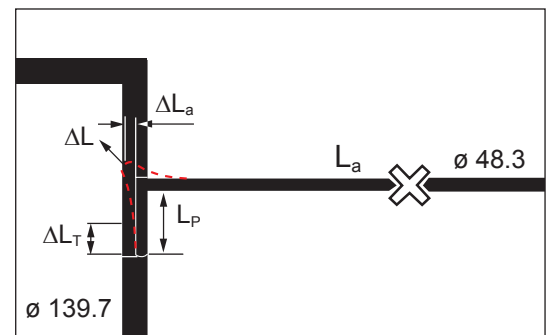
Hovedrør: $H_h = 0,8$ mAfgrening: $H_a = 0,6$ mMax. beregningstemperatur $T_{max} = 110^\circ\text{C}$ Min. beregningstemperatur $T_{min} = 10^\circ\text{C}$ Montagetemperatur $T_{ins} = 10^\circ\text{C}$ $\varnothing d_1/D_1 = \varnothing 139,7/250$ (Serie 2) $L_1 = 100$ mDa friktionslængden kan beregnes til 103,1 m, anvendes den aktuelle længde L_1 i beregningerne. $L_T = 32$ m $\varnothing d_a/D_a = \varnothing 48,3/125$ (Serie 2) $L_a = 44$ mDa friktionslængden kan beregnes til 48,0 m, anvendes den aktuelle længde L_1 i beregningerne $L_p =$ komponentmålFor $\varnothing 139,7$ fås ved $H_h = 0,8$ (tabel i afsnittet "Lige rør: Lige rør - Spændingsreduktion med bøjninger - Tabel: Montagelængder"): $F = 3,76$ kN/m $A_s = 1539$ mm²For $\varnothing 48,3$ fås ved $H_a = 0,6$ (tabel i afsnittet "Lige rør: Lige rør - Spændingsreduktion med bøjninger - Tabel: Montagelængder"): $F = 1,37$ kN/m $A_s = 373$ mm²

Kontrol af afgreningen

Der udføres 3 kontroller i forbindelse med afgreningen.

Aksial bevægelse i hovedrøret ΔL_T : Kontrollér, at $\Delta L_T \leq$ opslagsværdien fra tabellen i afsnittet "Afgreninger: 90° parallel afgrening".Parallel længde af afgreningen, L_p : $L_p/\Delta L_a$ tjekkes, jf. tabel i afsnittet "Afgreninger: 90° parallel afgrening".Radial bevægelse i afgreningens bøjning, ΔL :Kontrollér, at $\Delta L \leq 84$ mm.

Ovenstående bevægelser beregnes i det følgende.



90° præisoleret parallel afgrening - Eksempel

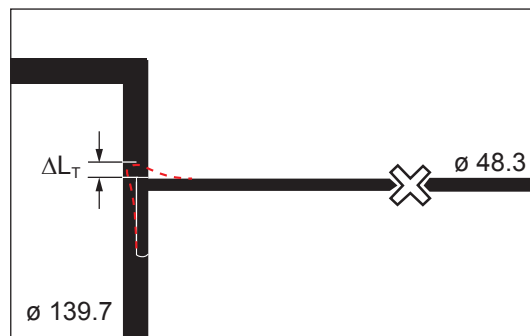
Aksial bevægelse i hovedrøret ΔL_T

Bevægelsen i hovedrøret ved afgreningen bestemmes af formelen i afsnittet "Generelt: Ekspansion ved afgreninger":

$$\Delta L_T = \alpha \cdot \Delta T \cdot L_T - \frac{F(2 \cdot L - L_T) \cdot L_T}{2 \cdot E \cdot A_s}$$

$$\Delta L_T = 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot (110-10) \cdot 32000 - \frac{3,76 \cdot (2 \cdot 100000 - 32000) \cdot 32000}{2 \cdot 210000 \cdot 1539}$$

$$= 7 \text{ mm}$$

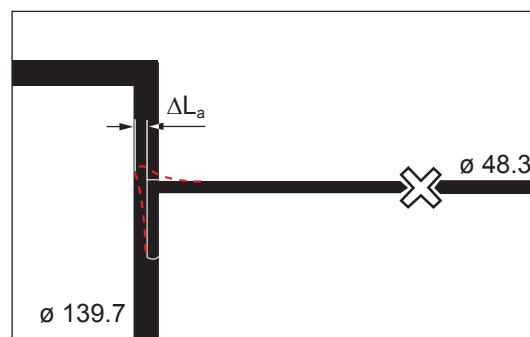
**Aksial bevægelse i afgreningen ΔL_a**

Den aksiale ekspansion i afgreningen bestemmes af formelen i afsnittet "Generelt: Ekspansion ved bøjninger".

$$\Delta L_a = L_a \cdot \alpha \cdot \Delta T - \frac{F_a \cdot L_a^2}{2 \cdot A_{s,a} \cdot E}$$

$$\Delta L_a = 44000 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot (110-10) - \frac{1,37 \cdot 44000^2}{2 \cdot 373 \cdot 210000}$$

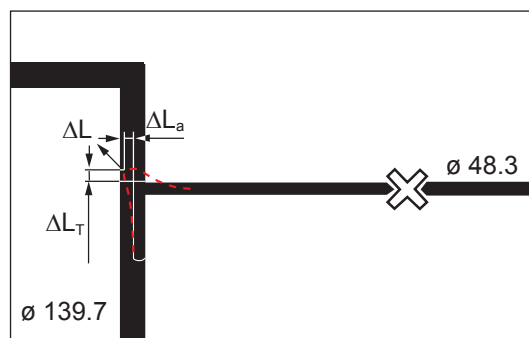
$$= 36 \text{ mm}$$

**Radial bevægelse i afgreningen ΔL**

Den radiale bevægelse i afgreningen ΔL bestemmes:

$$\Delta L = \sqrt{\Delta L_a^2 + \Delta L_T^2}$$

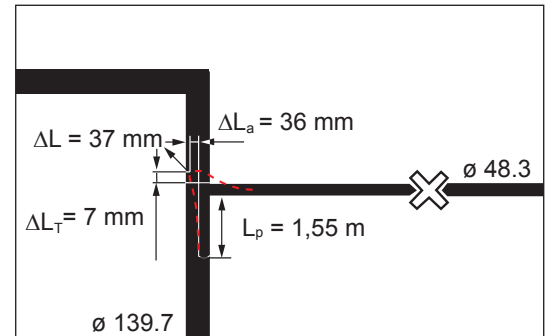
$$\Delta L = \sqrt{36^2 + 7^2} = 37 \text{ mm}$$



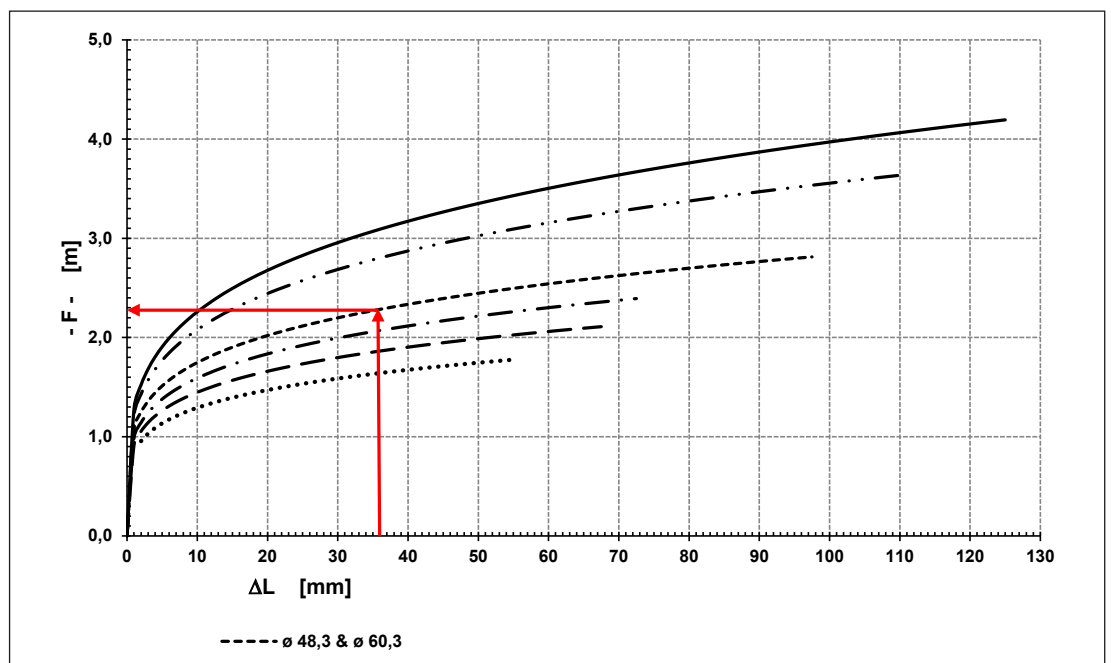
90° præisoleret parallel afgrening - Eksempel

Kontrol af afgreningen

- Kontrol af aksial bevægelse i hovedrøret:
Fra tabel i afsnittet "Afgreninger: 90° parallel afgrening" fås for en DN 125/250 DN 40 afgrening:
 $\Delta L_T \leq 56$ mm
 ΔL_T er beregnet til 7 mm - OK.
- Kontrol af parallel længde af afgreningen:
For et afgreningrør i DN40 angiver tabellen i afsnittet "Afgreninger: 90° parallel afgrening", at $L_{p,min}$ = komponentmålet. Der er ingen øvre begrænsning for ΔL_Q .
 $L_p = 1,55$ m (komponentmål) - OK.
 ΔL_Q er beregnet til 36 mm - OK.
- Kontrol af radial bevægelse i afgreningens bøjning:
 $\Delta L \leq 84$ mm
 ΔL er beregnet til 37 mm - OK.
Afgreningens længde på 44 m giver sammen med hovedrørets bevægelse en radial bevægelse, som er ≤ 84 mm.

F-længden for L_p

- Længden af skumpuden på den parallelle del af afgreningen bestemmes ud fra diagrammet i afsnittet "Retningsændringer: 80-90° bøjninger med skumpuder". Der aflæses på kurven for afgreningrørets dimension ($\varnothing 48,3$):
 $\Delta L_Q = 36$ mm giver $F = 2,3$ m.
F-længden er større end komponentmålet ($2,3$ m $>$ $1,55$ m). Ved placering af skumpuder lægges der derfor kun skumpuder på i en længde på $1,55$ m, se næste side.



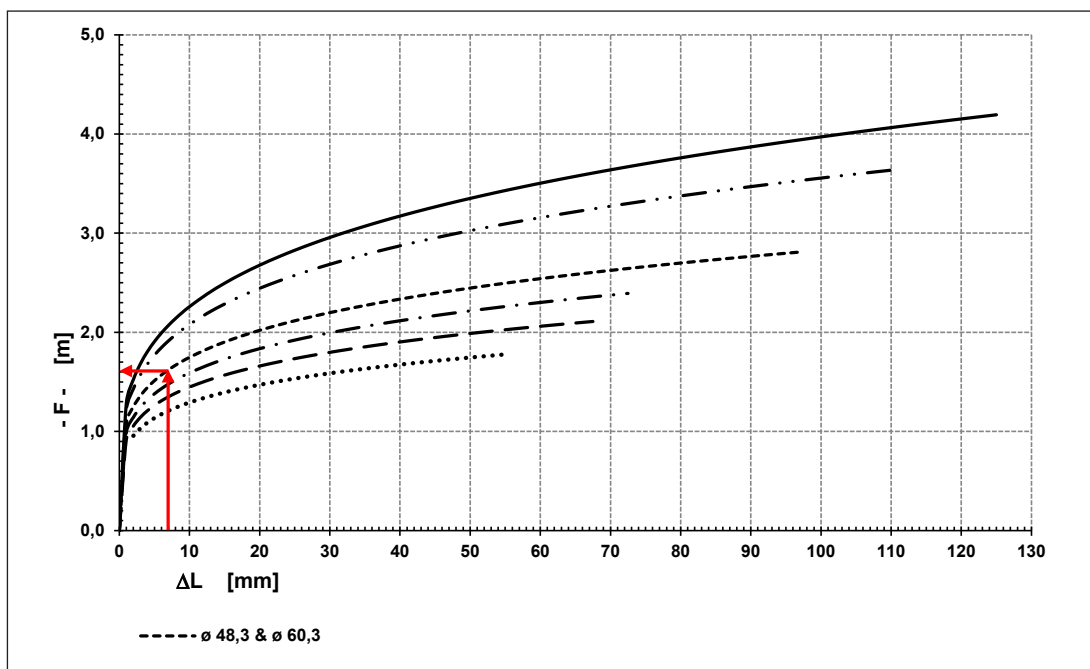
90° præisoleret parallel afgrening - Eksempel

F-længden for L_a

Længden af skumpuden på siden af afgreningen bestemmes ud fra diagrammet i afsnittet "Retningsændringer: 80-90° bøjninger med skumpuder".

Der aflæses på kurven for afgreningens rørets dimension ($\varnothing 48,3$):

$\Delta L_T = 7 \text{ mm}$ giver $F = 1,6 \text{ m}$



Tykkelse af skumpuder

Skumpudernes minimum tykkelse bestemmes ud fra den radiale ekspansion ΔL i afgreningens bøjning (se evt. afsnittet "Retningsændringer: 80-90° bøjninger med skumpuder"):

Tykkelse af skumpuder (minimum tykkelse):

$$t = \frac{\Delta L}{0,70} = \frac{37}{0,70} = 52 \text{ mm}$$

Antal lag à 40 mm:

$$\frac{t}{40} = \frac{52}{40} = 2 \text{ lag}$$

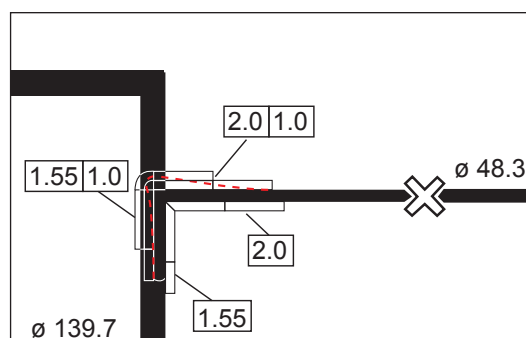
Placering af skumpuder

Der lægges skumpuder på afgreningssrøret i den længde og det antal lag, som er fundet i ovenstående.

Skumpudelængden for den parallelle del er lig komponentmålet på 1,55 m.

For øvrige skumpudelængder rundes der op til nærmeste halve eller hele meter.

På indvendig side af afgreningens bøjning lægges der 1 lag skumpuder på i F-længden.



90° parallel muffeafgrening - Eksempel

Introduktion

En parallel muffeafgrening bestemmes på samme måde som en parallel præafgrening, da de samme projekteringsregler er gældende.

En muffeafgrening, som udføres med hoved- og afgreningensdimension, jorddækning, driftstemperatur og på samme placering som i eksempel eksemplet i afsnittet "Afgreninger: 90° præisoleret parallel afgrening - Eksempel" vil derfor kunne udføres med skumpuder som beskrevet i eksemplet.

Bemærk, at længden af den parallelle del af afgreningen ΔL_p også som minimum er komponentmålet, når den udføres som muffeafgrening.

Ved en muffeafgrening skal spændingsniveauet i hovedrøret bestemmes på det sted, hvor muffeafgreningen placeres. Derved bestemmes det, om der skal anvendes forstærkningsplader, jf. afsnittet "Afgreninger: Forstærkning af muffeafgreninger".

Spændingsniveau ved afgreningen

Afgreningen er placeret i den delvist friktionshæmmede sektion ($L_x < L_F$), så spændingsniveauet ved afgreningen bestemmes af formelen fra afsnittet "Generelt: Aksialt spændingsniveau":

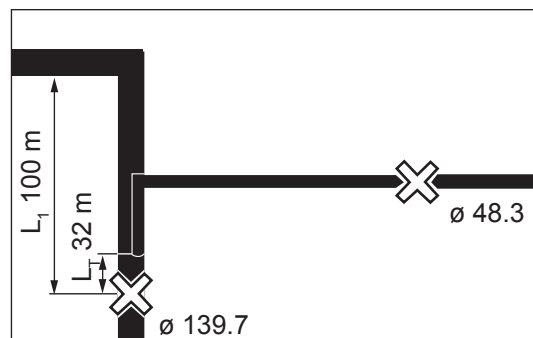
$$\sigma_x = \frac{L_x \cdot F}{A_s}$$

$$\sigma_T = \frac{(L_1 - L_T) \cdot F}{A_s}$$

$$= \frac{(100 - 32) \cdot 3,76}{1539}$$

$$= 166 \text{ MPa}$$

Muffeafgreningen skal forstærkes, da spændingsniveauet ved afgreningen er $> 150 \text{ MPa}$.



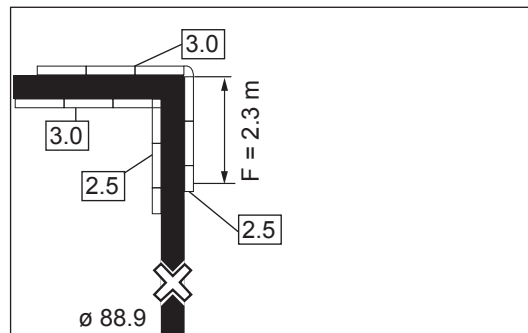
Placering af afgrening ved bøjning - Eksempel

Placering af afgrening ved bøjning

En afgrening ønskes placeret nær en bøjning, så afgreningrøret fortsætter i samme linje som hovedrøret.

F-længden for bevægelsen i hovedrøret, hvor afgreningen ønskes placeret, er vist på illustrationen.

For beregning af F-længden for bøjninger, se afsnittet "Retningsændringer: 80-90° bøjninger med skumpuder".



Forudsætninger

Jorddækning

Hovedrør: $H_h = 0,8$ m

Afgrening: $H_a = 0,6$ m

Max. beregningstemperatur $T_{max} = 80^\circ\text{C}$

Min. beregningstemperatur $T_{min} = 10^\circ\text{C}$

Montagetemperatur $T_{ins} = 10^\circ\text{C}$

$\varnothing d_1/D_1 = \varnothing 88,9/180$ (Serie 2)

$L_1 = 50$

Da friktionslængden kan beregnes til 51,7 m, anvendes den aktuelle længde L_1 i beregningerne.

$\varnothing d_a/D_a = \varnothing 76,1/160$ (Serie 2)

$L_p = 1,6-2,5$ m, se tabel i afsnittet "Afgreninger: 90° parallel afgrening"

$L_a = 65$ m

Da friktionslængden kan beregnes til 66,1 m, anvendes den aktuelle længde L_1 i beregningerne.

For $\varnothing 88,9$ fås ved $H_h = 0,8$ (tabel i afsnittet "Lige rør: Lige rør - Spændingsreduktion med bøjninger - Tabel: Montagelængder):

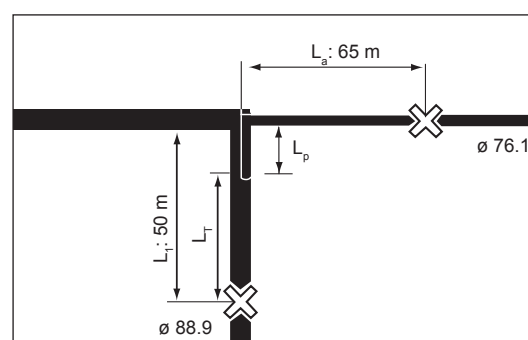
$F = 2,94$ kN/m

$A_s = 862$ mm²

For $\varnothing 76,1$ fås ved $H_a = 0,6$ (tabel i afsnittet "Lige rør: Lige rør - Spændingsreduktion med bøjninger - Tabel: Montagelængder):

$F = 1,78$ kN/m

$A_s = 667$ mm²



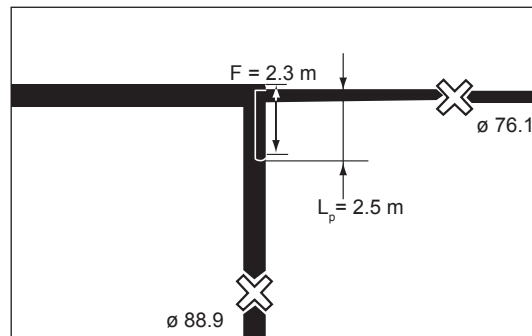
Placering af afgrening ved bøjning - Eksempel

Kriterier for placering

En afgrening skal monteres uden for F-længden, som er givet af bevægelsen i hovedrøret. Den aktuelle F-længde er 2,3 m.

Tilsvarende skal afgreningslængden L_p være mellem 1,6-2,5 m, som anvist i tabellen i afsnittet "Afgreninger: 90° parallel afgrening". Komponentmålet for en DN 65 er 1,6 m.

Længden L_p kan da være 2,3-2,5 m. Det vælges at udføre L_p i længden 2,5 m.



Kontrol af afgreningen

Der udføres 3 kontroller i forbindelse med afgreningen.

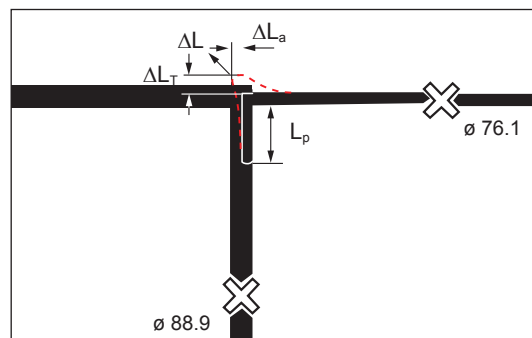
Aksial bevægelse i hovedrøret ΔL_1 :
Kontrollér, at $\Delta L_1 \leq$ opslagsværdien fra tabellen i afsnittet: "Afgreninger: 90° parallel afgrening".

Parallel længde af afgreningen, L_p :
 $L_p/\Delta L_a$ tjekkes, jf. tabel i afsnittet: "Afgreninger: 90° parallel afgrening"

Radial bevægelse i afgreningens bøjning, ΔL .

Kontrollér, at $\Delta L \leq 84$ mm.

Ovenstående bevægelser beregnes i det følgende.

Aksial bevægelse i hovedrøret ΔL_T

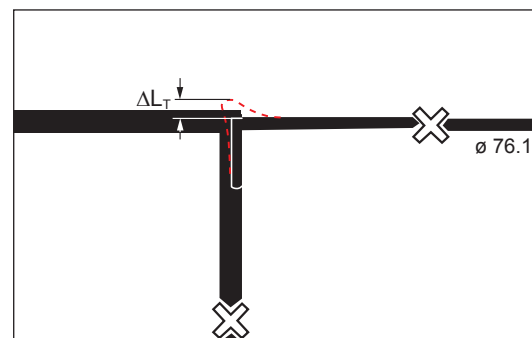
Bevægelsen i hovedrøret ved afgreningen bestemmes af formlen fra afsnittet "Generelt: Ekspansion ved afgreninger":

$$\Delta L_T = \alpha \cdot \Delta T \cdot L_T - \frac{F(2 \cdot L - L_T) \cdot L_T}{2 \cdot E \cdot A_s}$$

$$\Delta L_T = 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot (80 - 10) \cdot 47500$$

$$- \frac{2,94 \cdot (2 \cdot 50000 - 47500) \cdot 47500}{2 \cdot 210000 \cdot 862}$$

$$= 20 \text{ mm}$$



Placering af afgrening ved bøjning - Eksempel

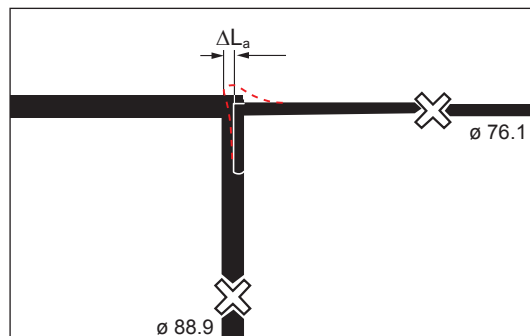
Aksial bevægelse i afgreningen ΔL_a

Den aksiale ekspansion i afgreningen bestemmes af formelen fra afsnittet "Generelt: Ekspansion ved afgreninger".

$$\Delta L_a = L_a \cdot \alpha \cdot \Delta T - \frac{F_{0,6} \cdot L_a^2}{2 \cdot A_{s,a} \cdot E}$$

$$\Delta L_a = 65000 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot (80-10) - \frac{1,78 \cdot 65000^2}{2 \cdot 667 \cdot 210000}$$

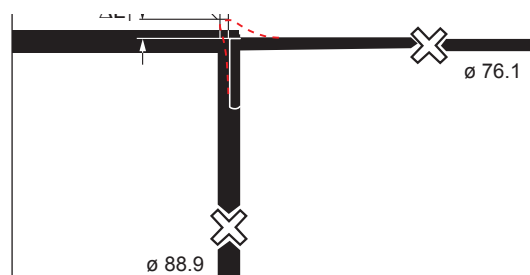
$$= 28 \text{ mm}$$



Radial bevægelse i afgreningen

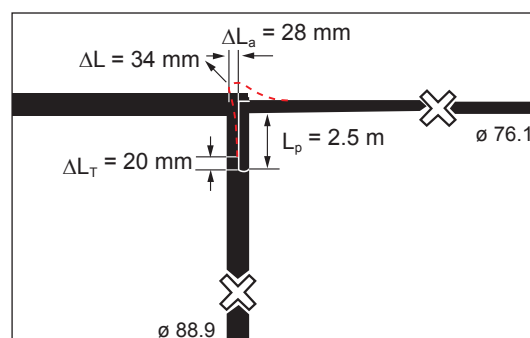
$$\Delta L = \sqrt{\Delta L_a^2 + \Delta L_T^2}$$

$$\Delta L = \sqrt{28^2 + 20^2} = 34 \text{ mm}$$



Kontrol af afgreningen

- Kontrol af aksial bevægelse i hovedrøret:
Fra tabel i afsnittet "Afgreninger: 90° parallel afgrening" fås for en DN 80/200 DN 65 afgrening:
 $\Delta L_T \leq 56 \text{ mm}$
 ΔL_T er beregnet til 20 mm - OK.
- Kontrol af parallel længde af afgreningen, L_p :
Tabellen i afsnittet "Afgreninger: 90° parallel afgrening" angiver, at $L_{p,max} = 2,5 \text{ m}$ for en DN 65 afgrening.
 $L_p = 2,5 \text{ m}$ - OK.
- Kontrol af radial bevægelse i afgreningens bøjning:
 $\Delta L \leq 84 \text{ mm}$
 ΔL er beregnet til 34 mm - OK.
Afgreningens længde på 65 m giver sammen med hovedrørets bevægelse en radial bevægelse, som er $\leq 84 \text{ mm}$.



Placering af afgrening ved bøjning - Eksempel

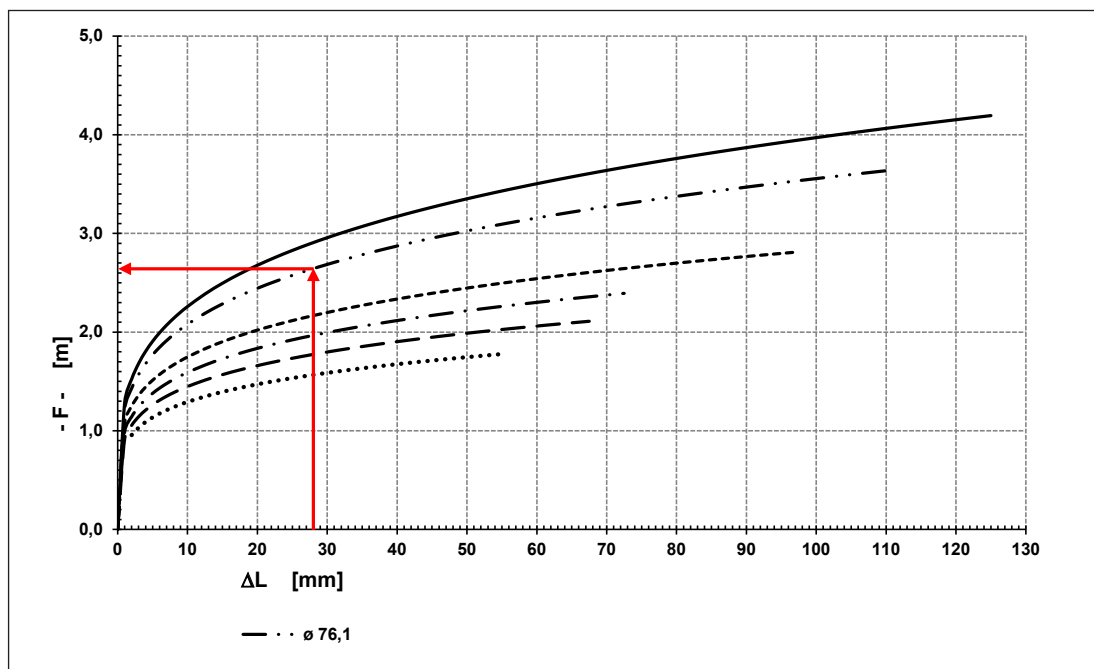
F-længden for L_p

Længden af skumpuden på den parallelle del af afgreningen bestemmes ud fra diagrammet i afsnittet "Retningsændringer: 80-90° bøjninger med skumpuder"

Der aflæses på kurven for afgreningens dimension ($\varnothing 76,1$):

$\Delta L_q = 28 \text{ mm}$ giver $F = 2,7 \text{ m}$.

Det ses, at F-længden $> L_p$ ($2,7 \text{ m} > 2,5 \text{ m}$). Ved placering af skumpuder lægges der derfor kun skumpuder på i en længde på $2,5 \text{ m}$, se næste side.



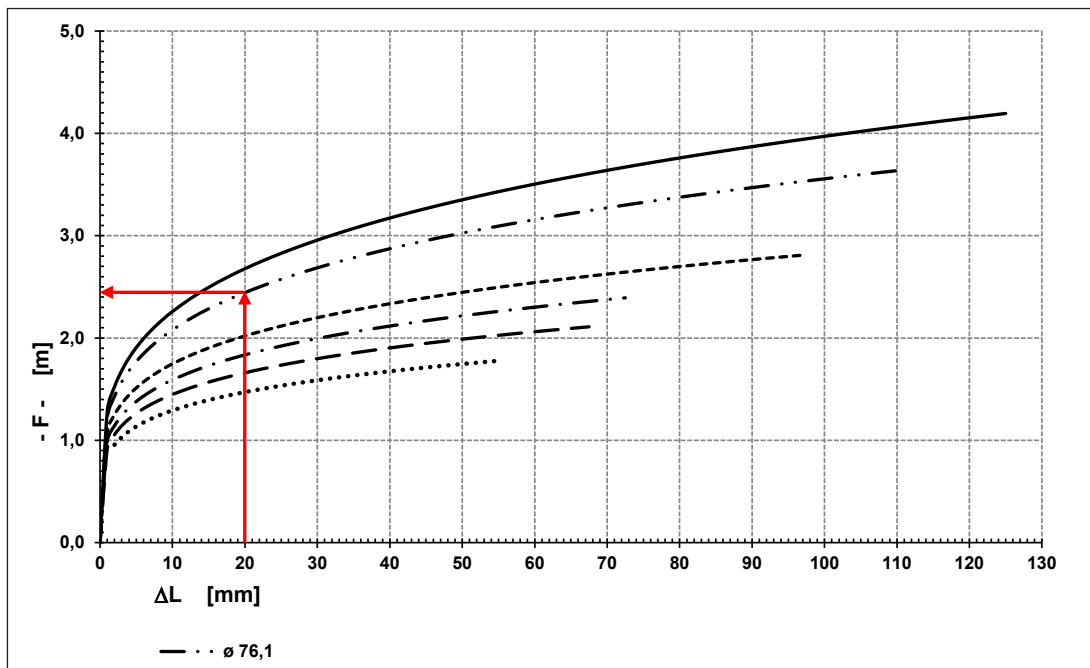
Placering af afgrening ved bøjning - Eksempel

F-længden for L_a

Længden af skumpuden på siden af afgreningen bestemmes ud fra diagrammet i afsnittet "Retningsændringer: 80-90° bøjninger med skumpuder".

Der aflæses på kurven for afgreningens rørets dimension ($\varnothing 76,1$):

$\Delta L_T = 20$ mm giver $F = 2,5$ m

**Tykkelse af skumpuder**

Skumpudernes minimum tykkelse bestemmes ud fra den radiale ekspansion ΔL i afgreningens bøjning (se evt. afsnittet "Retningsændringer: 80-90° bøjninger med skumpuder"):

Tykkelse af skumpuder (minimum tykkelse):

$$t = \frac{\Delta L_T}{0,70} = \frac{48}{0,70} = 69 \text{ mm}$$

Antal lag à 40 mm:

$$\frac{t}{40} = \frac{69}{40} = 2 \text{ lag}$$

Placering af afgrening ved bøjning - Eksempel

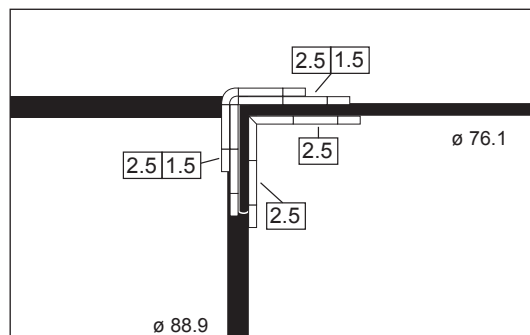
Placering af skumpuder

Der lægges skumpuder på afgreningssrøret i den længde og det antal lag, som er fundet i ovenstående.

Skumpuder på hovedrørets bøjning er ikke vist på illustrationen.

Der rundes op til nærmeste halve eller hele meter.

På indvendig side af afgreningens bøjning lægges der 1 lag skumpuder på i F-længden.

**Henvisninger**

LOGSTOR Design Tool:

<https://designtool.logstor.com/Tool/Form.aspx?ApplicationId=18749619-698b-47c3-8dbe-c54c42282ccb>

Afgreninger

Lige afgreninger

Anvendelse

Lige afgreninger anvendes typisk ved udførelse af serviceventiler, se afsnittet "Afspærringshaner".

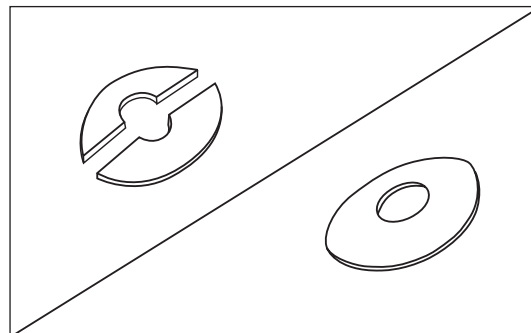
For andre anvendelsesmuligheder, kontakt LOGSTOR for vejledning.

Forstærkning af muffeafgreninger

Anvendelse

I forbindelse med muffeafgreninger skal der i en række kombinationer anvendes forstærkningsplader som kompensation for det udskårne tværsnitsareal på hovedrøret.

Forstærkningsplader er enten 2-delte eller i én plade, se også afsnittet: "Afgreninger: Forstærkningsplader i T-muffer" i Produktkataloget.



Spændingsniveau

Spændingsniveauet i hovedrøret ved afgreningen definerer, om der skal anvendes forstærkningsplader i muffeafgreningen.

Kombinationer markeret med x skal forstærkes, når $\sigma_{aksial} > 150$ MPa.

Kombinationer markeret med **x** skal altid forstærkes uanset spændingsniveau.

BEMÆRK! Hvor afgreningrøret har samme dimension som hovedrøret, skal der anvendes svejse-T-stykke.

Afgrening ø mm Hovedrør ø mm	26,9	33,7	42,4	48,3	60,3	76,1	88,9	114,3	139,7	168,3	219,1
26,9											
33,7	x										
42,4	x	x									
48,3	x	x	x								
60,3	x	x	x	x							
76,1	x	x	x	x	x						
88,9	x	x	x	x	x	x					
114,3	x	x	x	x	x	x	x				
139,7	x	x	x	x	x	x	x	x			
168,3	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
219,1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
273	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
323,9	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
355,6	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
406,4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
457	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
508	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
610	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Se afsnittet "Montage af afgreninger: Forstærkningsplader" i "Håndtering & Montage"-manualen for information om påsvejsning af forstærkningsplader samt montage af afgreningmuffer.

Forstærkning af muffeafgreninger

Henvisninger	Produktkatalog	Retningsændringer: Præisolerede bøjninger Afgreninger Afgreninger: Præisoleret T-stykke - 45° Afgreninger: Præisoleret T-stykke - 90°
	Håndtering & Montage	Montage af afgreninger
	Projektering	Generelt: Ekspansion ved bøjninger Generelt: Ekspansion ved afgreninger Lige rør: Lige rør uden spændingsreduktion Lige rør: Spændingsreduktion med bøjninger – Tabel: Montagelængder Retningsændringer: 80-90° bøjninger med skumpuder Afspærringshaner: Udluftning eller aftapning

Introduktion Dette afsnit beskriver projekteringsreglerne for etablering af reduktioner under hensyntagen til rørstrækningens aktuelle, aksiale spændingsniveau.

Indhold Retningslinjer for anvendelse

Reduktioner

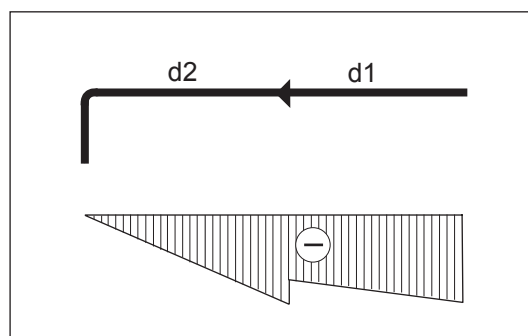
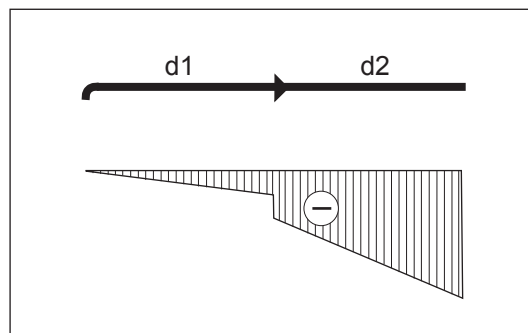
Retningslinjer for anvendelse

Spændingsdiagram

Ved reduktion af medierørets dimension ændres det aksiale spændingsniveau svarende til forholdet mellem de to rørdimensioners stål tværsnit A.

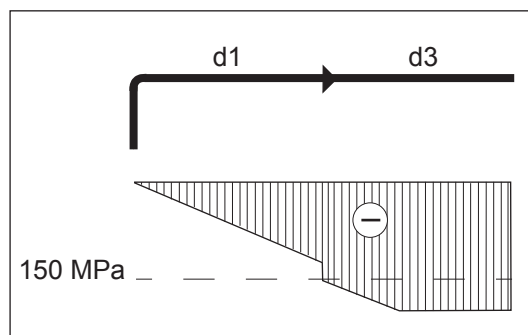
$$\sigma_2 = \sigma_1 \cdot \frac{A_1}{A_2}$$

Dimensioner:
d1 > d2

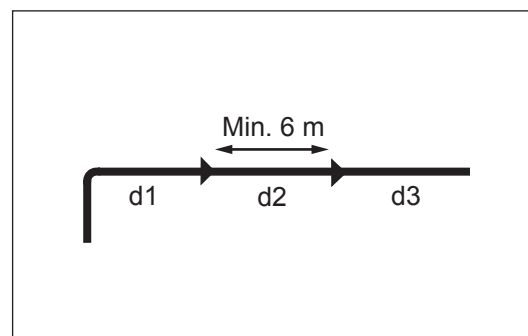


Spændingsniveau < 150 MPa

En reduktion med 2 dimensionsspring kan placeres, hvor spændingsniveauet i det mindste tværsnit (d3) er < 150 MPa.



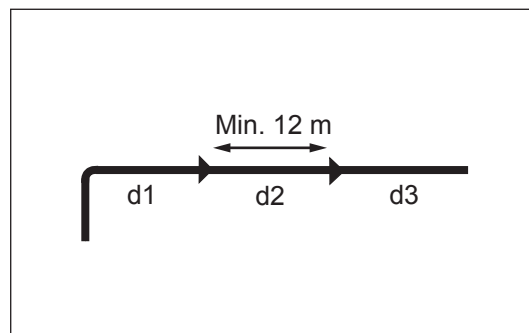
Er der behov for to reduktioner med hver 1 dimensionsspring, kan disse placeres i serie med en indbyrdes afstand på min. 6 m, såfremt spændingsniveauet i det mindste tværsnit (d3) er < 150 MPa.



Reduktioner

Retningslinjer for anvendelse

Spændingsniveau > 150 MPa To reduktioner med hver 1 dimensionsspring kan placeres i serie med en indbyrdes afstand på minimum 12 m, såfremt spændingsniveauet er > 150 MPa.



Afgreninger

Præisolerede T-stykker må placeres vikårligt i forhold til reduktionen, da LOGSTOR standard T-stykker er udført med ekstra godstykkelse og derfor kan anvendes i systemer med høje, aksiale spændingsniveauer.

Udføres afgreninger med direkte svejste påstik, skal disse forstærkes med forstærkningsplader, jf. afsnittet "Afgreninger: Forstærkning af muffefavgreninger".

Retningslinjer for anvendelse - Eksempel 1

Forudsætninger

Dimension $\varnothing 88,9$ serie 2 ønskes reduceret til $\varnothing 60,3$. (2 dimensionsspring i 1 reduktion)

Jorddækning $H = 0,8$ m

Max. beregningstemperatur $T_{\max} = 120^{\circ}\text{C}$

Min. beregningstemperatur $T_{\min} = 10^{\circ}\text{C}$

Montagetemperatur $T_{\text{ins}} = 10^{\circ}\text{C}$

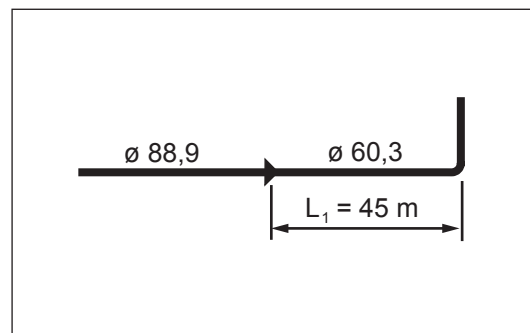
$L_1 = 45$ m

Fra afsnittet "Lige rør: Spændingsreduktion med bøjninger – Tabel: Montagelængder":

$\varnothing 60,3$:

$F = 2,03$ kN/m

$A_s = 523$ mm²



Bestemmelse af spændingsniveau

Spændingsniveauet ved reduktionen bestemmes:

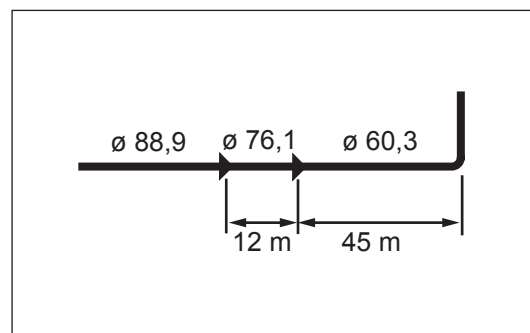
$$\sigma_x = \frac{L_x \cdot F}{A_s}$$

$$\sigma_{45\text{m}} = \frac{45 \cdot 1,81 \cdot 1000}{523} = 155,7 \text{ MPa}$$

Da spændingsniveauet i mindste dimension efter bøjningen er > 150 MPa, må der ikke reduceres med 2 dimensionsspring i én reduktion.

Det kan da vælges at bygge 2 reduktioner ind med en indbyrdes afstand på minimum 12 m.

Alternativt kan reduktionen flyttes nærmere bøjningen, så spændingsniveauet sænkes.



Henvisninger

Produktkatalog

Reduktioner

Håndtering & Montage

Isolering af samlinger: Andre isoleringsmåder - Isoleringsskåle

Afspærringshaner

Oversigt

Introduktion Dette afsnit indeholder anvisninger på indbygning af hanearrangementer, som anvendes i forbindelse med afspærring, udluftning og aftapning i præisolerede fast-rørsystemer.

Indhold Generelt
Udluftning eller aftapning

Afspærringshaner

Generelt

Anvendelse

Afspærringshaner indbygges for at opdele rørledningen i passende sektioner under hensyntagen til:

- den passende vandmængde
- omkostninger, hvis det er nødvendigt at tømme systemet
- forsyningssikkerhed
- let reparation af systemet

Præisolerede afspærringshaner kan indbygges overalt i enkeltrørssystemet og nedlægges direkte i jorden samtidig med rørmontagen. Der anvendes samme type friktionsmateriale omkring de præisolerede ventiler som der anvendes til de præisolerede rør.

Præisolerede afspærringshaner kan anvendes i alle rørsystemer med følgende statiske betingelser: max. $\Delta T = 130 \text{ }^\circ\text{C}$ og max. PN = 25.

De er velegnet til anvendelse overalt i systemet uden begrænsning, da de er testet for høje aksialspændinger og bøjningsmomenter i henhold til EN 448.

Det anbefales at placere dem udenfor bøjningers ekspansionszoner (F-længden).

Hane-arrangementer

Afspærringshanen er en vedligeholdelsesfri kugleventil i et halsvejst ventilhus og med en rustfri poleret ventilkugle i et fjederbelastet teflonsæde, som gør hanen tæt ved selv lave tryk.

For at sikre at hanen fungerer korrekt, skal den aktiveres jævnlige (d.v.s. 2 til 4 gange om året afhængig af vandkvaliteten).

Montageanvisninger

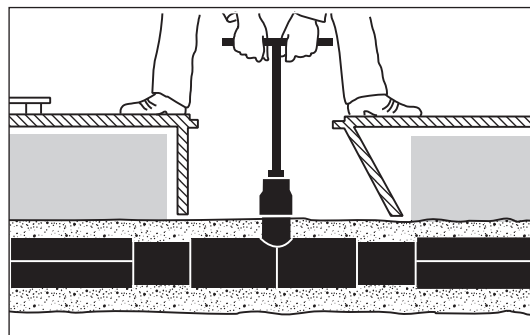
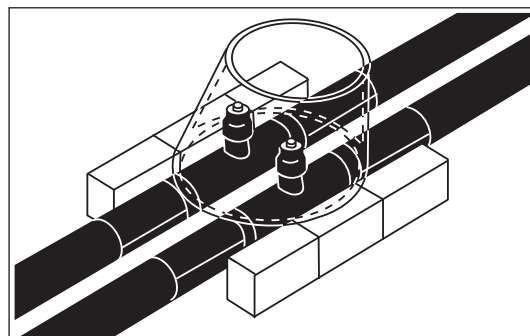
Hanerne skal monteres, så spindlens frie bevægelse sikres, når røret udvider sig i jorden.

Den enkleste måde at etablere adgang til hanerne er ved at anbringe en brøndkegle på to rækker af fundamentblokke.

Brøndkeglen må ikke støtte på det præisolerede rør.

Herved sikres medierørets mulige bevægelse, og spindeltop og spindlen holdes fri for friktionsmateriale.

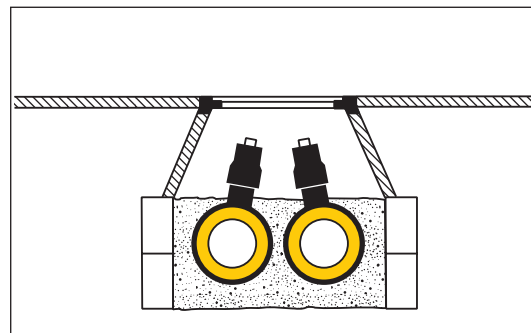
Der må aldrig stå permanent vand over spindeltoppene.



Afspærringshaner Generelt

Montageanvisninger, fortsat

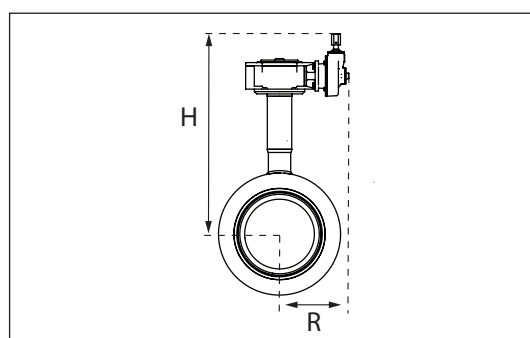
Den viste brøndopbygning kan også anvendes ved større dimensioner. Her skal spindlerne skråtstilles, så de kan betjenes fra dækselåbningen.



Gear

For stålørdsdimensioner $\geq \varnothing 219,1$ mm skal hanen betjenes med et gear. Op til DN 300 anvendes normalt et transportabelt planetgear.

Ved større dimensioner kan et fast gear monteres, eventuelt med elektrisk aktuator.



Den fysiske størrelse af et fast gear afhænger af fabrikat, men målene i tabellen kan anvendes som vejledende.

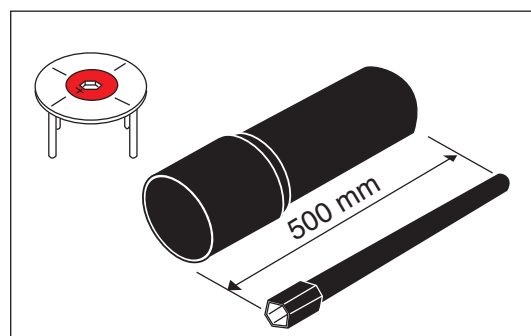
Ventilkammeret skal udformes på en sådan måde, at der er rigelig plads til ventil, gear samt medierørets mulige bevægelse.

Dimension	Højde (H)	Radius (R)
323,9	804	375
355,6	830	375
406,4	890	425
508	1040	605

Spindelforlænger

Ved store lægningsdybder kan den faste spindel forlænges med en løs spindelforlænger. Standardlængden for en spindelforlænger er 500 mm, men andre længder kan bestilles efter behov.

Der må ikke stå permanent vand over spindelhoved og spindel.



Afspærringshaner

Generelt

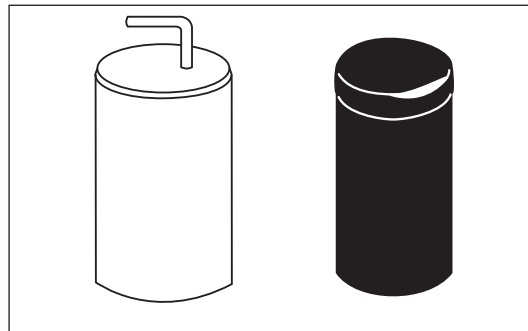
Klokke

En klokke af galvaniseret stål eller PE kan anvendes i vandfyldte områder.

Klokken forhindrer effektivt, at vand ved periodiske oversvømmelser trænger ind i spindeltop og udluftnings-/aftapningshaner og udsætter disse for korrosion eller aflejring.

Den galvaniserede løsning fungerer ved sin tyngde.

PE-løsningen fungerer ved, at PE-hætten støder mod brønddækslet.



Henvisninger

Produktkatalog
Håndtering & Montage

Ventilarrangementer
Afspærringsventiler og udluftning

Afspærringshaner Udluftning eller aftapning

Anvendelse

Udluftning og aftapning kan udføres med præisolerede komponenter eller afgreningsmuffer.

Præisolerede løsninger i kombination med en afspærringshane eller som separat præisoleret udluftnings-/aftapningskomponent kan anvendes til alle rørsystemer med følgende statiske betingelser: Max. $\Delta T = 130^{\circ}\text{C}$ og max. PN = 25.

Separate udluftnings-/aftapningsarrangementer, udført med afgreningsmuffer skal projekteres under behørig hensyntagen til det faktiske aksiale spændingsniveau.

Forstærkningsplader skal monteres i henhold til reglerne i afsnittet "Afgreninger: Forstærkning af muffeafgreninger".

Udluftnings-/aftapningsarrangementer

Det anbefales, at udluftning/aftapning vender opad.

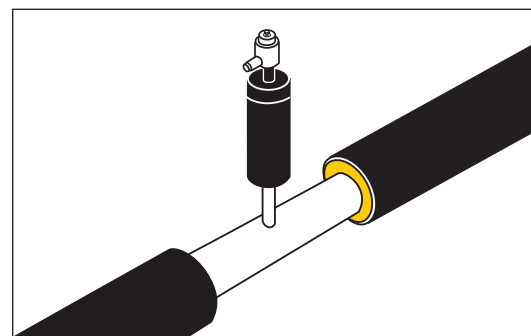
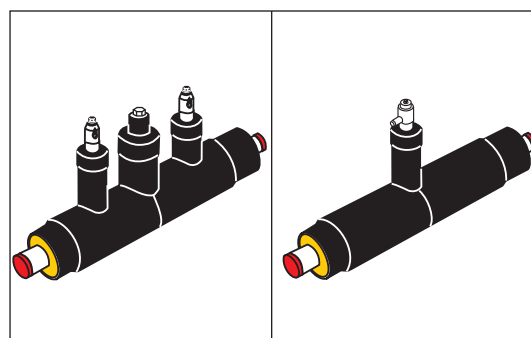
Det minimerer anlægsomkostningerne og mindsker risikoen for, at der indvendigt i rørene samles snavs i f.eks. aftapninger, hvilket kan øge risiko for korrosion.

Brug evt. anlæg med sugespids ved tømning.

Udluftning/aftapning kan leveres som præisolerede afspærringshaner med 1 eller 2 rustrie udluftnings-/aftapningshaner eller som en separat præisoleret komponent.

En præisoleret rørstuds med serviceventil kan monteres i høje/lave punkter for udluftning/aftapning sammen med en vertikal afgreningsmuffe. Det giver større fleksibilitet.

Det skal sikres, at der er tilstrækkelig højde, så der er plads til udluftning og muffe.

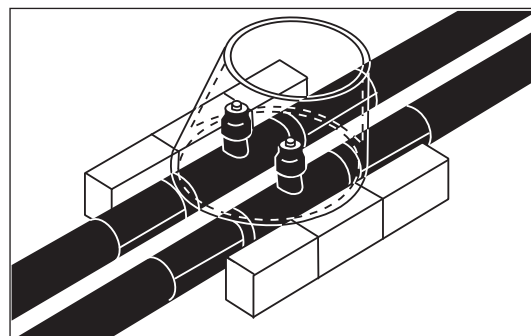


Placering

Udluftnings-/aftapningsarrangementer egner sig til indbygning overalt i systemet uden begrænsning.

Det anbefales dog at placere dem udenfor F-længden ved bøjninger.

Udluftning/aftapning skal monteres på en måde, som sikrer fri bevægelighed, når røret bevæger sig i jorden, se afsnittet "Afspærringshaner: Generelt".



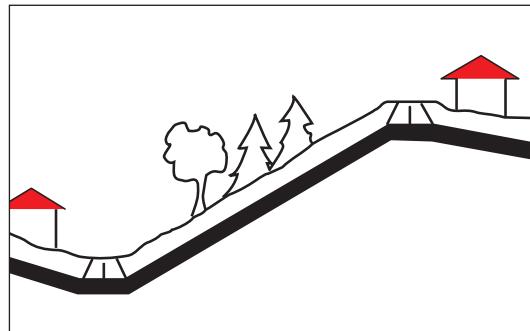
Afspærringshaner Udluftning eller aftapning

Placering, fortsat

Når jordens overflade følges, vil rørledningen have en masse udefinerede høje og lave punkter.

På rørledninger, hvor rørledningens hældning er $>3^\circ$ målt fra horisontalt niveau, kan ventiler/brønde med fordel placeres på rørledningens laveste og højeste punkt. Derved lettes henholdsvis aftapning og udluftning, såfremt det måtte behøves.

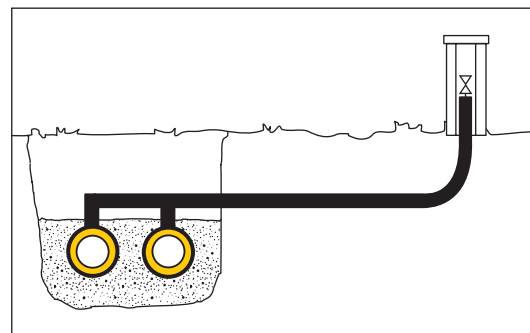
Erfaringen viser, at rørledninger med en niveauforskel $<3^\circ$ ikke giver anledning til luftlommer. Luftlommer, som naturligt dannes i rørsystemets højeste punkter, føres her med under normalt fremløb.



Separat udluftning med FlexPipes

Udluftning med FlexPipes til terrænskabe er en god løsning, fordi hanerne fjernes fra kørebanen.

For at beskytte lange rørledninger til terrænskabe mod frost monteres en termostatventil mellem de 2 udluftningsarrangementer.



Henvisninger

Produktkatalog: Ventilarrangementer: Generelt
Værktøj: Betjeningsværktøj til ventiler

Håndtering & Montage: Afspærringsventiler og udluftning

Forankringer Oversigt

Introduktion Dette afsnit indeholder forudsætningerne for anvendelse af forankringer i præisolerede rørsystemer.

Indhold Projektering
Fundamenter

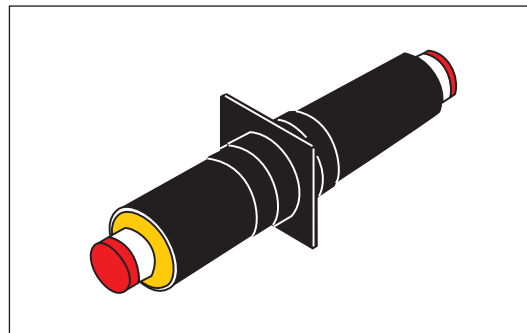
Anvendelse

Generelt projekteres rørsystemer uden forankringer, da de begrænser muligheden for udnyttelse af rørens spændingsregulerende egenskaber, og da de ofte statisk ikke er nødvendige, medmindre det er for at kontrollere bevægelser eller kræfter i systemet.

Hvis der er behov for at etablere en forankring til at kontrollere bevægelser eller kræfter i rørsystemet, er den maksimalt tilladte, aksiale spændingsdifferens begrænset til 150 MPa på det sted, hvor forankringen indbygges.

Er der for at sikre dette niveau brug for at reducere aksialspændingerne, kan dette gøres ved at indbygge E-Comps, ekspansionsbøjninger eller ved hjælp af varmforspænding i henhold til afsnittet "Lige rør".

Mål på præisoleret forankring, se afsnittet "Ekspansion og forankring: Forankring" i Produktkataloget.



Forankringer Fundamenter

Betonfundament, forudsætninger

I den efterfølgende tabel er angivet de nødvendige dimensioner på betonfundamenterne under følgende forudsætninger:

Jordens trykstyrke:

150 kN/m²

Armering:

Tentor B 500

Re = 500 MPa

Betonkvalitet:

Trykstyrke = 25 MN/m²

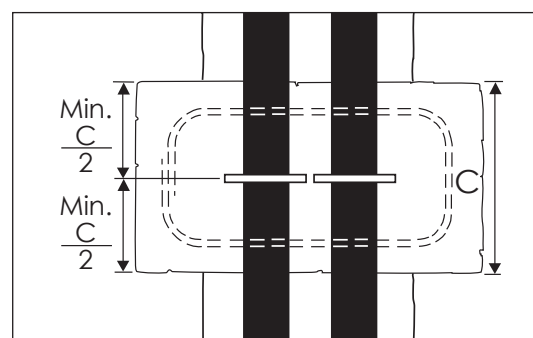
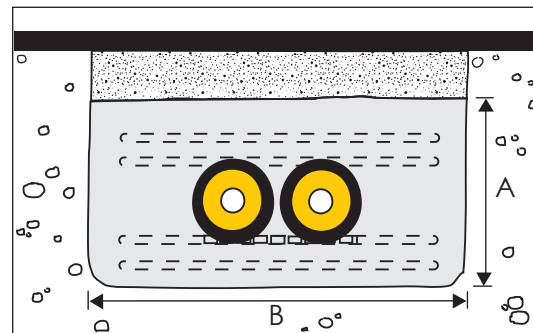
Belastning:

Fundamentet er ensidigt belastet.

Ved store rørdimensioner bliver fundamenterne ofte meget store.

Kontakt LOGSTOR for alternative løsninger.

Det påhviler den projekterende at beregne den nødvendige størrelse af betonklossen ud fra aktuelle forhold.



Fundament- størrelse og armering

Stålrør udv. ø mm	A m	B m	C m	Armering- sjern	
				Antal	Ø mm
26,9 / 33,7	0,45	0,8	0,75	4	8
42,4 / 48,3	0,50	1,0	0,75	6	8
60,3	0,60	1,2	0,75	6	8
76,1	0,80	1,1	0,75	4	12
88,9	0,80	1,5	0,75	4	12
114,3	0,80	2,1	0,75	4	12
139,7	1,00	2,1	0,75	4	12
168,3	1,10	2,5	0,75	6	12
219,1	1,30	3,2	0,85	6	12
273,0	1,50	3,8	1,10	6	16
323,9	1,70	4,5	1,30	4	20
355,6	1,80	4,7	1,20	4	20
406,3	2,00	5,4	1,40	6	20
457,0	2,10	5,8	1,50	6	20
508,0	2,30	5,9	1,60	8	20
558,8	2,40	6,3	1,60	8	20
609,6	2,60	7,1	1,90	8	20

Henvisninger

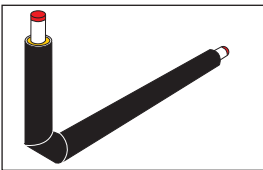
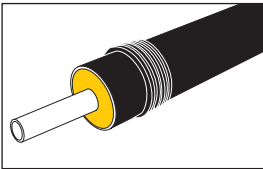
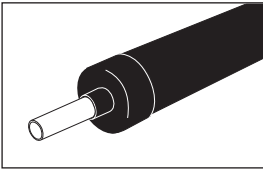
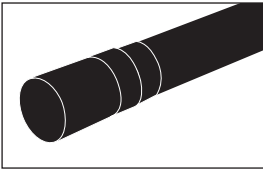
Produktkatalog
Projektering
Håndtering & Montage

Ekspansion og forankring: Forankring
Generelt: Systemdefinitioner
Ekspansion og forankring: Montage af præforankring

Introduktion Dette afsnit beskriver komponenterne til afslutning f.eks. i forbindelse med fundamenter, kældre, husindføringer og betonkanaler, som sikrer en korrekt placering og beskyttelse af isolering under varierende montageforhold.

Indhold

- Generelt
- Husindføring
- Tætningsring
- Endekappe
- Slutmuffe

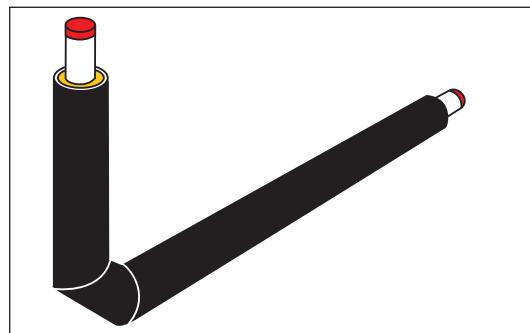
Oversigt over afslutningsløsninger	Afslutning:	Anvendes til:	Illustration:
	Husindføring	Indføring gennem fundament og gulv i én arbejdsgang	
	Tætningsring	Tætning mellem rør og omstøbning ved horisontal murgennemføring	
	Endekappe	Beskyttelse af isoleringen mod vandindtrængning	
	Slutmuffe	Beskyttelse af rørenden ved afslutning i jord	

Anvendelse

Husindføring anvendes til indføring gennem et fundament eller gulv i én arbejdsgang.

Præfabrikerede husindføringer lettere montagen af fjernvarmerør i huse uden kælder.

Ved brug af husindføringer skal det sikres, at ekspansionsbevægelsen i gennemføringen er minimal for at beskytte røret og fundament/gulv.



Afslutninger

Tætningsring

Anvendelse

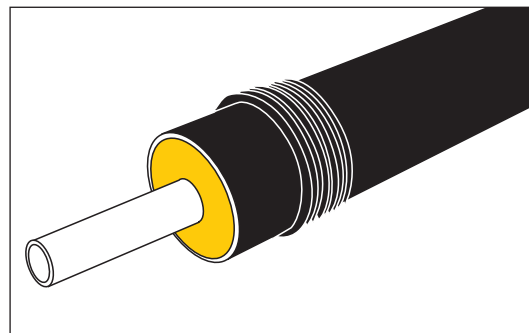
Hvor rør føres gennem murværk - ved brønde, fundamenter osv. - monteres tætningsringe for at forhindre vandindtrængning.

Udsættes en tætningsring for grundvandstryk, kan den blive utæt.

Er der et meget højt vandtryk på en konstruktion, anbefales en type tætningsring, som fastgøres til væggen enten udvendigt eller indvendigt, og som presses mod PE-kappen.

Med tiden vil PUR krybe, og det anbefales derfor i sådanne tilfælde at anvende typer, som kan efterspændes.

Generelt skal man være opmærksom på, om de ekspansionsbevægelser, der kan være ved horisontal murgennemføring, kan have indflydelse på de indvendige installationer.

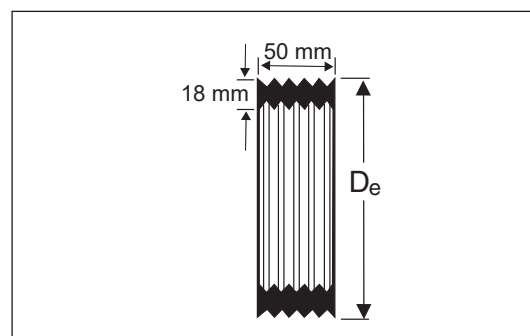


Beskrivelse

Tætningsringen er fremstillet af en særdeles modstandsdygtig gummi, som foruden at yde en god tætning også tillader mindre ekspansionsbevægelser i gennemføringen.

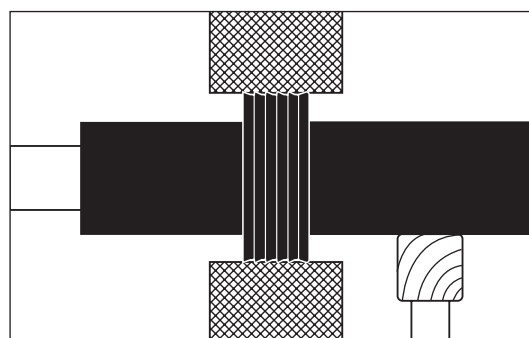
Bemærk! $D_e - 2 \cdot 18 \text{ mm}$ er mindre end den nominelle diameter, så ringen klemmer på yderkappen.

For D_e se afsnittet "Afslutninger: Tætningsring" i Produktkataloget.



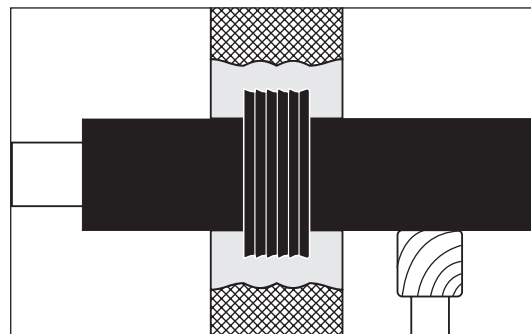
Sokkelgennem-boring

Hvis hullerne er boret, skal deres diameter være 1-3% mindre end D_e .



Indstøbning

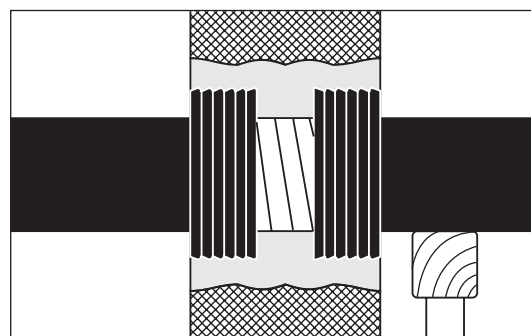
Når man indstøber et rør med tætningsringe i en udsparring, bør røret understøttes, så der kan udstøbes hele vejen rundt om tætningsringen.



Anvend flere tætningsringe, når husindføringen udsættes for mindre sidebelastninger eller i brede vægge.

Det giver en mere effektiv tætning.

Vikl fedtbind om røret mellem tætningsringene for at tillade mindre aksiale bevægelser.



Afslutninger Endekappe

Anvendelse

Endekapper anvendes indendørs til tætning af rør for at forhindre fugt i at trænge ind i isoleringen.

Endekapper anvendes ved afslutning i brønde, tilslutning til betonkanaler, i kældre osv.

Brønde og kanaler må ikke oversvømmes, så der står vand omkring endekappen.

Det anbefales at anvende afslutningsrør, hvor der er fare for, at endekappen kommer i direkte kontakt med vand.

Beskrivelse

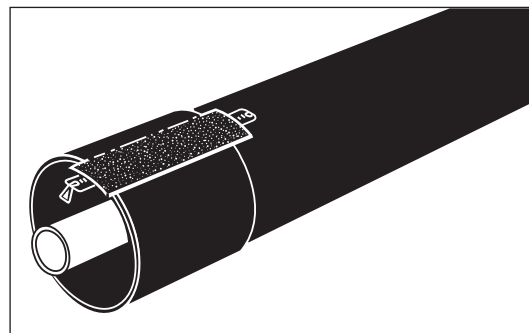
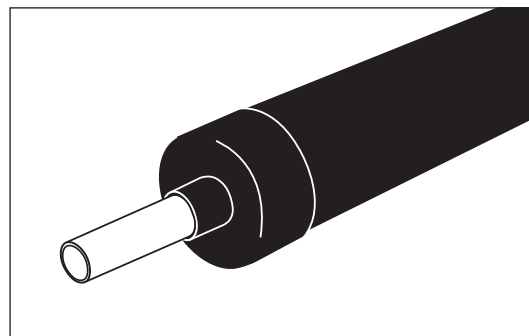
Standard endekappen placeres på rørenden, før den svejses sammen med de uisolerede rør.

Endekappen varmekrympes på mediørøret og kapperøret.

For standard endekappen er den tilladte kontinuerlige driftstemperatur op til 120°C og spidstemperatur (kortvarigt) op til 130°C.

Den delte endekappe med lynlåslukke anvendes bl.a. ved reparationer eller eftermontage.

For kappedimensioner > ø 450 mm anvendes den dog både som standard endekappe og til reparationer.



Afslutninger

Slutmuffe

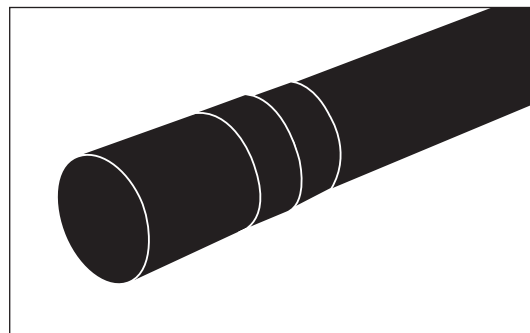
Anvendelse Til afslutning af et rørsystem i jorden anvendes en PE-slutmuffe. Hvilken slutmuffe, der skal anvendes, afhænger af dimensionen.

Typer af slutmuffer

Til dimension $\varnothing 90 - 630$ mm anvendes slutmuffer med isoleringshalvskåle.

Til afslutning af et rørsystem med en $\varnothing 710 - 1000$ mm kappe anvendes PE-slutmuffer til opskumning.

Hvis en slutmuffe placeres for enden af en strækning, hvor den ekspanderer i jorden, skal ekspansionen optages i skumpuder, der placeres på enden for at undgå utilsigtede påvirkninger.



Henvisninger

Produktkatalog:	Afslutninger
Håndtering & Montage:	Afslutninger

Ekspansionsoptagelse

Overblik

Introduktion

Dette afsnit beskriver, hvordan laterale ekspansionsbevægelser i rørsystemet kan optages. Den laterale ekspansionsoptagelse i rørsystemer kan ske efter 2 principper:

1. Optagelse af ekspansion i skumpuder.
Herved sikres det, at PUR-trykspændingen ikke overstiger den i EN13941 fastsatte grænseværdi på $\sigma_{PUR} = 0,15$ MPa.
Skumpuder virker ved delvis optagelse/fordeling af ekspansionsbevægelserne. Da skumpuder har lavere trykstyrke end PUR-isoleringen, reduceres deformationen af PUR-isoleringen.
Skumpuder kan monteres efter behov langs den bevægelige del af bøjningerne/afgreningerne (se afsnittet "Retningsændringer" og afsnittet "Afgreninger").
2. Optagelse af ekspansion i sandpuder.
Her vil det ofte forekomme, at PUR-trykspændingen overstiger den i EN13941 fastsatte grænseværdi på $\sigma_{PUR} = 0,15$ MPa.
Ved anvendelse af sandpuder regnes der normalt med en $\sigma_{PUR} \leq 0,25$ MPa. Ved denne belastning vil krybningen af PUR-skummet over en 30-årig periode være < 10%.
 σ_{PUR} øges med lægningsdybden og isoleringstykkelse, derfor er anvendelsen af sandpuder begrænset. Anvendes sandpuder bør derfor foretages en vurdering/beregning af PUR-skummets belastning i de enkelte tilfælde. Da PUR-trykspændingen ofte overskrider den i EN 13941 fastsatte værdi, så er sandpuder ikke beskrevet yderligere i denne manual, selvom de har været anvendt i mange år. Såfremt der ønskes nærmere information om denne metode, kontakt da LOGSTOR.

Indhold

Skumpuder

Ekspansionsoptagelse Skumpuder

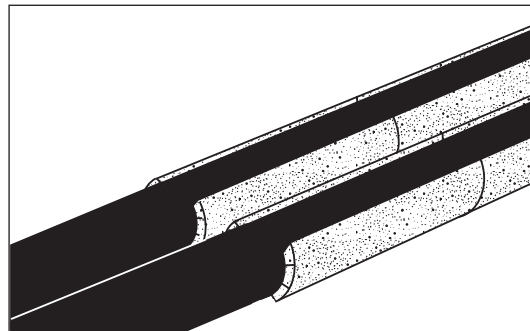
Anvendelse

Skumpuder kan anvendes til optagelse af ekspansionsbevægelser, når førstegangsbevægelsen ikke overstiger følgende intervaller:

- $5 < \Delta L \leq 28$ mm (1 lag = 40 mm)
- $28 < \Delta L \leq 56$ mm (2 lag = 80 mm)
- $56 < \Delta L \leq 84$ mm (3 lag = 120 mm)

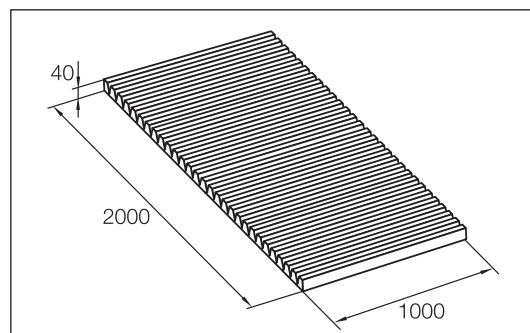
Det anbefales ikke at anvende mere end 3 lag skumpuder (120 mm) ved en max. temperatur på 130°C og normal varierende drift. Derved sikres det, at kapperørets kontinuerlige overfladetemperatur ikke overstiger 50°C med spidstemperatur op til 60°C i max. 300 timer om året, hvilket er angivet som øvre grænse i EN13941.

Behøves flere lag skumpuder end 3, kontakt da LOGSTOR for support.



Skumpudens flademål

Skumpuderne leveres i én størrelse, som tilpasses aktuel kapperørsdiameter.



Materiale

Skumpuder, som forhandles af LOGSTOR, er lavet af krydsbundet PE med lukkede celler

Egenskaber

Stivhed ved sammentrykning:

Deformation	Trykspænding
40%	0,06 MPa
50%	0,09 MPa
75%	ca. 0,275 MPa

Varmeledningsevne: 0,05 W/mK v. 50°C

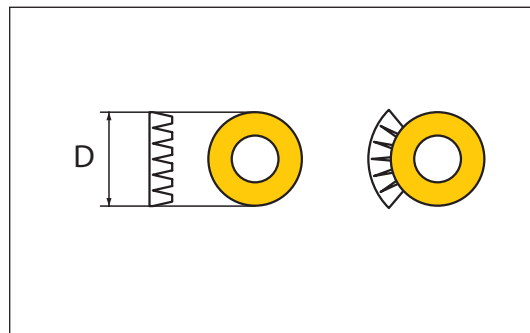
BEMÆRK!

Projekteringsreglerne, som anvises i denne manual, forudsætter anvendelse af LOGSTOR skumpuder.

Ekspansionsoptagelse Skumpuder

Aktuelt mål på skumpuder

Kapperørsdiameteren bestemmer højden på skumpuden, som igen bestemmer antal af skumpuder.



Montage af skumpuder

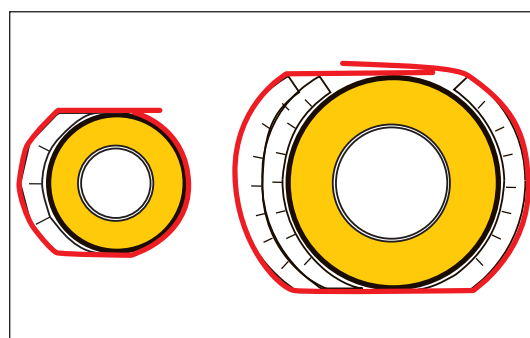
Skumpuderne monteres på en eller begge sider af kapperøret i henhold til projekt-tegning.

Skumpuderne fastholdes med filament-tape, min 3 stk pr meter skumpude.

For at forhindre at sand kommer imellem skumpude og kapperør, kan f.eks geotekstil eller krydsbunden skumfolielaminat vikles om skumpuderne. Det fastholdes med filamenttape.

Ved større dimensioner og flere lag anbefales indpakning i geotekstil eller lignende

I systemer med mange store temperaturcykler (f.eks i solfangeranlæg) skal der altid anvendes geotekstil eller et krydsbunden skumfolielaminat, der sikrer, at tilfyldningsmaterialet ikke kommer ind mellem skumpuder og kappe.



Ekspansionsoptagelse Skumpuder

Angivelse af antal skumpuder

For bestemmelse af det nødvendige antal skumpuder, se hhv. afsnittet "Retningsændringer" og afsnittet "Afgreninger".

På systemtegningen angives det nødvendige antal skumpuder til optagelse af ekspansionen:

1. lag:

Længden af de inderste 40 mm skumpuder, angivet i meter, er lig med det første ciffer - her 4 meter. Det svarer til 4 stk. skumpuder, da disse er 1 m lange.

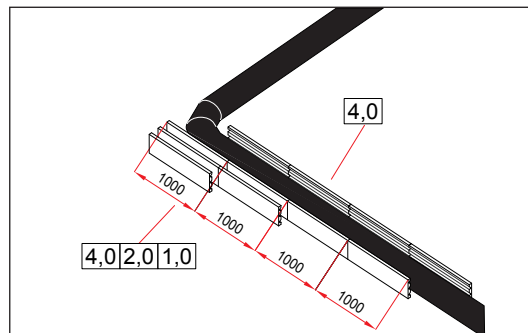
2. lag:

Er der behov for endnu et lag skumpuder, er længden af dette lag, målt fra bøjningen, angivet med det 2. ciffer - her 2 m.

3. lag:

Et evt. 3. lag skumpuder angives med et 3. ciffer - her 1 m.

Tilsvarende kan evt. angives på bøjningens indvendige side som vist på illustrationen.



Henvisninger

Produktkatalog	Ekspansion og forankring
Projektering	Retningsændringer Afgreninger
Håndtering & Montage	Ekspansion og forankring

Introduktion

De fleksible rørsystemer består af FlexPipe med glat LDPE-kappe og det mere fleksible FlextraPipe med korrugeret HDPE-kappe. Begge rørtyper er et komplet rørsystem til fordelingsledninger eller mindre stikledninger.

De lange fleksible rør er specielt velegnet til:

- Stikledninger uden samlinger
- Passage af beplantning og andre forhindringer
- Kuperet terræn
- Underborings- og gennempresningsmetoder

Dette afsnit indeholder generelle projekteringsregler for anvendelse af fleksible rørsystemer.

De faktiske projekteringsregler for hver type medierør er beskrevet i hver deres afsnit.

Indhold

Generelt
Rørgrav
Tilslutning til hovedledning
Afslutninger

Introduktion

Fleksible rør leveres med 5 typer medierør til fjernvarme og -køling.

Kombination af kappe, anvendelse og medierørstype fremgår af nedenstående oversigt.

Hvilken type, der skal anvendes afhænger af flere faktorer:

- Anvendelse: Opvarmning/køling
- Driftsforhold: Tryk og temperatur
- Samlingsmetode: Preskoblinger / lodning / svejsning / kompressionskoblinger

Læs mere under de forskellige typer fleksible rør eller spørg LOGSTOR i tvivlstilfælde.

Anvendelses-områder

FlexPipe-system	Medierør, materiale	Driftstryk, bar	Driftstemperatur, °C	Spidstemperatur, °C	Rørtype	Anvendelsesområde		Dimensionsområde Ø mm	Overvågning
						Fjernvarme	Fjernkøling		
PeriFlextra	PE-RT	10	70-80	95 fejl	Enkeltrør	x	x	25-63	
					TwinPipe	x	x	25-63	
PexFlextra	PEX	6	80-95	100 fejl	Enkeltrør	x	x	20-110	
					TwinPipe	x	x	20-63	
AluFlextra	pe-rt/ aluminium/ PE-RT	10	80-95	100 fejl	Enkeltrør	x	x	20-32	
					TwinPipe	x	x	20-32	
					Dobbelt rør	x		26/20	
SteelFlex	Stål	25	120	140	Enkeltrør	x	x	20-28	x
CuFlex	Kobber	16	120	140	Enkeltrør	x		15-35	x
					TwinPipe	x		18-28	x

* 6 bar = SDR 11

** PN 16 beregnes ved max. 120°C (Den svenske Fjernvarmeforening D 213).

Nedlægningsmetoder

FlexPipes nedlægges i gravede kanaler eller ved anvendelse af underboringsteknikker enten ved siden af hinanden eller ovenpå hinanden i henhold til illustrationen og nedenstående minimumsmål.

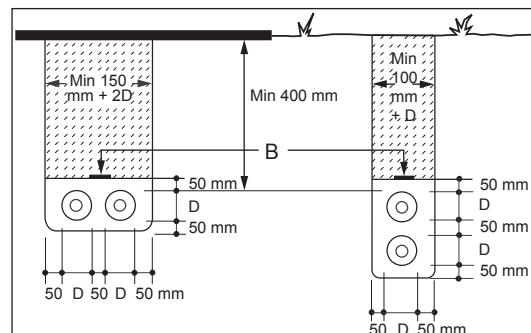
FlextraPipes nedlægges i kanal ligesom FlexPipes.

Ved nedlægning i kanaler skal rørene overalt være omgivet af 50 mm tilfyldningsmateriale med egenskaber som beskrevet i nedenfor.

Min. 400 mm overdækning fra underkanten af vejasfalten/betonen.

B = Markeringsbånd eller -net

Ved retningsændringer afrundes kanalens hjørner til en min. radius på 0,6–1,6 m afhængig af kapperørdsdimensionen.



Bukkeradius

Se de respektive afsnit.

Tilfyldningsmateriale

Følgende materialespecifikationer gælder for tilfyldningsmaterialet under normale forhold:

Max. kornstørrelse: $\leq 10 \text{ mm}$

Uensformighedstal: $\frac{d_{60}}{d_{10}} = > 1.8$

Renhed: Materialet må ikke indholde skadelige mængder af plantester, muld, ler eller siltklumper.

Kornform: Store skarpkantede korn, som kan skade rør og samlinger, bør undgås.

Omhyggelig og jævn komprimering er påkrævet.

Fleksible rør Tilslutning til hovedledning

Vinkelret tilslutning

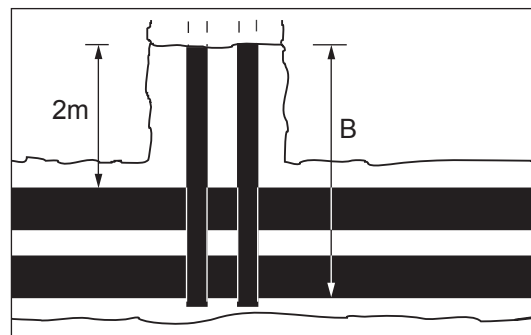
En fejlfri montage af et fleksibelt rør til en hovedledning opnås bedst, når det fleksible rørs ender er fuldstændigt udrettet, inden montagen påbegyndes.

Denne udretning kan lettest foretages, inden den ønskede længde afskæres fra rørrullen.

Ved vinkelret tilslutning til en hovedledning skal min. 2 m af stikledningskanalen være utildækket af hensyn til den senere montage af preskoblinger / svejsning.

Bevægelser i hovedledningen og lange stikledninger kan kræve specielle tiltag; se afsnittet "Afgreninger" samt de anførte begrænsninger under de respektive afsnit om fleksible rør.

$B = 2 \text{ m lige fleksibel rør} + \text{kanalbredde}$.

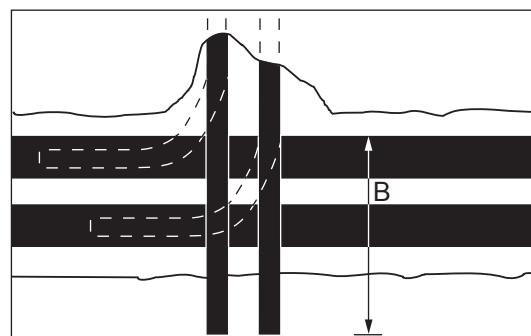


Parallel tilslutning

FlexPipe-rør, som er nedlagt ved anvendelse af underboring, kan af hensyn til pladsforholdene altid tilsluttes parallelt til hovedledningen.

Bevægelser i hovedledningen og lange stikledninger kan kræve specielle tiltag; se afsnittet "Afgreninger" samt de anførte begrænsninger under de respektive afsnit om fleksible rør.

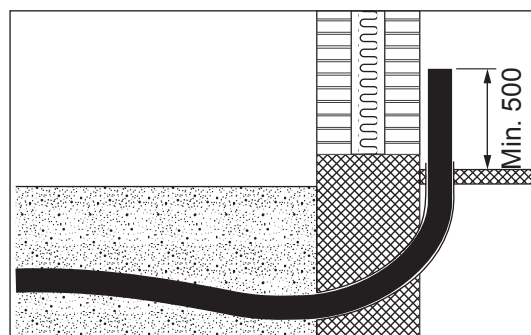
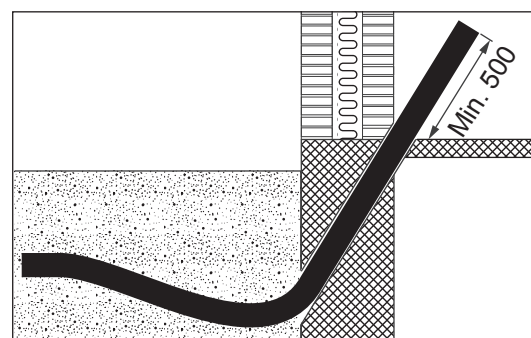
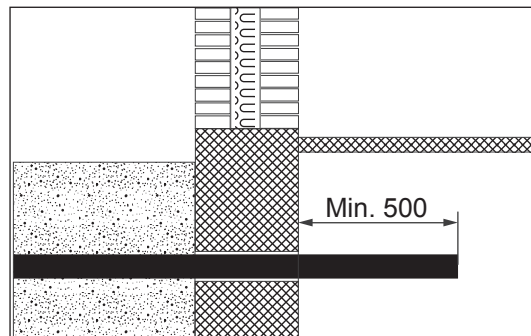
$B = 2 \text{ m lige fleksibel rør} + \text{kanalbredde}$.



Afslutning i hus

Ved hustilslutning, hvor der er indstøbt gennemføringsrør eller foretaget lige/skrå sokkelgennemboring, sikres det, at det fleksible rør føres gennem soklen i samme arbejdsgang som nedlægning og tildækning.

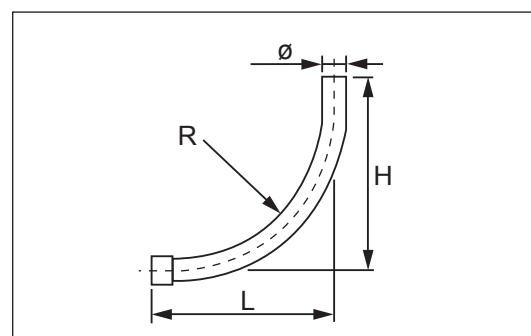
Det fleksible rør afsluttes min. 500 mm fra den indvendige sokkel/gulvet.



Gennemføringsrør

Til husindføring kan med fordel anvendes et gennemføringsrør i henhold til nedenstående tabel.

Fleksible rør udv. ø mm	R ø mm	H mm	L mm	ø mm
90	800	124	1050	125
110	900	142	1250	140
125	1000	158	1350	160

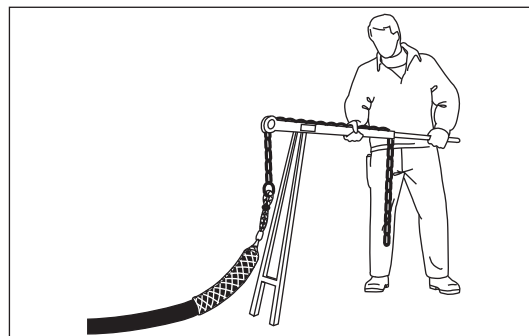


Fleksible rør Afslutninger

Gennemføringsrør, fortsat

Det anbefales at anvende trækstrømpe og trækkeværktøj til at trække det fleksible rør gennem et gennemføringsrør.

Trækkeværktøjet kan være manuelt som vist her eller med et elektrisk spil.

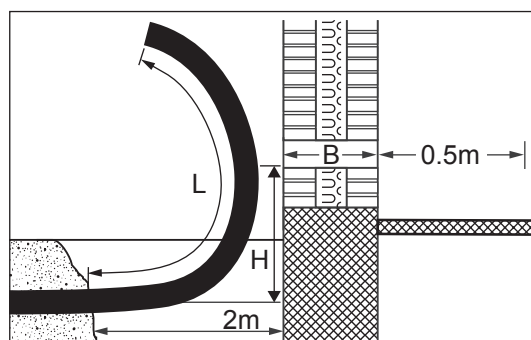


Afslutning i skab

Ved murgennemføring over jord i forbindelse med en skabsafdækning skal en åben kanal i en længde på min 2 m fra husmur være til rådighed for senere rørgennemføring.

Bemærk! Enden af det fleksible rør skal være tilstrækkeligt lang for senere murgennemføring og indvendig montage.

$$L_{\min} = 2 \text{ m} + H + B + 0.5 \text{ m}$$

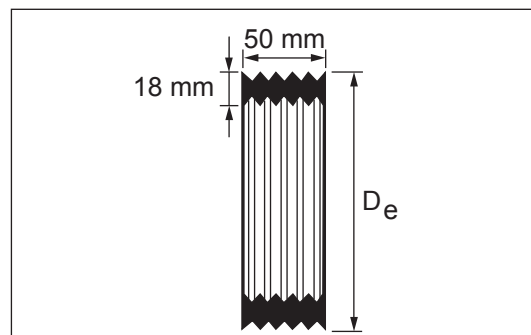


Sokkelgennemboring

Ved sokkelgennemboring med tætningsringe anbefales de anførte huldiametre.

Er der et højt vandtryk på en konstruktion, anbefales en type tætningsring, som fastgøres til væggen enten indvendigt eller udvendigt, og som presses mod PE-kappen.

Kapperør udv. ø mm	Huldiameter ø mm		Tætningsring udv. D _e mm
	Min	Max	
77	101	105	107
90	116	122	124
110	135	140	142
125	151	156	158
140	167	171	173
160	187	191	191
180	207	211	209



Henvisninger

Projektering

PertFlextra
PexFlextra
AluFlextra
CuFlex
SteelFlex

Introduktion

PertFlextra er et komplet fleksibelt rørsystem.

PertFlextra er med korrugeret kappe.

Det store dimensionsområde gør, at FlextraPipe kan anvendes både til stikledninger og mindre fordelingsledninger.

Indhold

Projekteringsregler

Eksempler på montagekombinationer

PertFlextra Projekteringsregler

Generelt

PertFlextra er kendetegnet ved:

- Driftstemperatur: 70°C i 49 år
- Maximum driftstemperatur: 80°C i 7760 timer
95°C i 1000 timer
- Funktionsfejl: 95°C i 100 timer
- Driftstryk,max.: 10 bar
- Samling af medierør med preskoblinger
- En høj fleksibilitet, når røret bukes i den ønskede kurve

Bukkeradius

Ved retningsændringer kan FlextraPipe bukes på stedet til minimum bukkeradius R.

FlextraPipe-rørets fleksibilitet afhænger af rørets temperatur.

Ved temperaturer under 10°C skal kapperøret opvarmes til håndvarm med en gasbrænder, inden røret rulles ud eller bukes.

Ved udlægning kan det blive nødvendigt at sikre rørens position f.eks. ved en delvis tilfyldning.

Kapperør udv. ø mm	Min bukkeradius, R m
90	0,7
110	0,9
125	1,0
140	1,1
160	1,6
180	1,8

Ekspansion

FlextraPipe er et fleksibelt rørsystem, som ikke kræver specielle tiltag ved lægning i jord.

Det er selvkompenserende, og på grund af PE-RT-medierørets egenskaber er det ikke nødvendigt at tage hensyn til ekspansionen i jordlagte systemer.

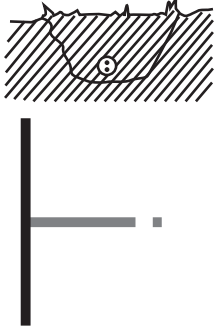

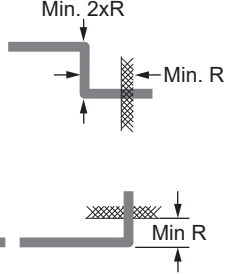
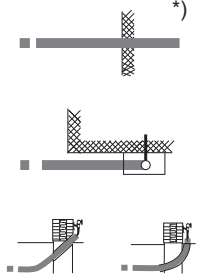
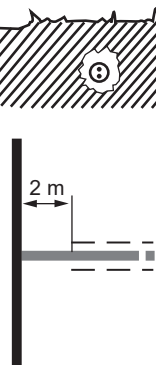
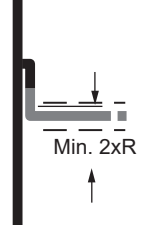
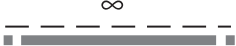
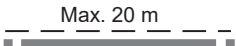
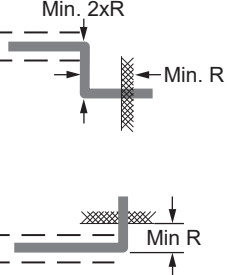
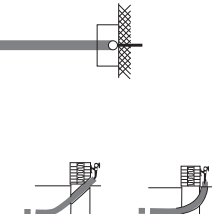
Ved tilslutning af et FlextraPipe til et præisoleret stålør skal det sikres, at der ikke overføres for store bevægelser fra stålørret til FlextraPipe-systemet.

Det sikres ved, at overgangen fra stålørret til FlextraPipe sker ved en afgang eller efter en bøjning. Når overgangen sker i direkte forlængelse af en stålledning, må stålledningens længde ikke overstige 14 m.

Ved afgang med FlextraPipe fra en stålledning skal det sikres, at bevægelser i hovedledningen ikke overføres til stikledningen. For nærmere detaljer, se illustration næste side.

Eksempler på montagekombinationer











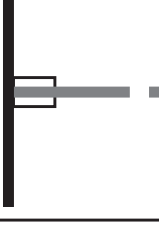




Stiklednings-
længder og
indføring i byg-
ninger

Afgreningspunkt	Stikledning	Indføring i bygning
		<p>Bevægelse ikke tilladt</p>  <p>Bevægelse tilladt</p> 
 	 	<p>Bevægelse ikke tilladt</p>  <p>Bevægelse tilladt</p> 

*) Bevægelser er ikke tilladt, hvis der anvendes beslag umiddelbart inden for væggen.

Eksempler på montagekombinationer

Hovedledningen

Hovedledning med stålmedierør	Stikledning	
		
		
		 *)
		 **)
		 ***)

*) Afgreningen monteres med en 40 mm tyk og 1 m lang skumpude.

**) Afgreningen monteres med en 80 mm tyk og 1 m lang skumpude.

***) Ved bevægelser i hovedledning > 56 mm må afgrening med FlextraPipe ikke udføres.

Henvisninger

Produktkatalog

FlexPipe-systemet
Afslutninger med FlexPipe

Håndtering & Montage

FlexPipe-systemet

Projektering

Afgreninger

13.1.1

PexFlextra

Oversigt

Introduktion

PexFlextra er et komplet fleksibelt rørsystem.

PexFlextra er med korrugeret kappe.

Det store dimensionsområde gør, at FlextraPipe kan anvendes både til stikledninger og mindre fordelingsledninger.

Indhold

Projekteringsregler

Eksempler på montagekombinationer

PexFlextra Projekteringsregler

Generelt

PexFlextra er kendetegnet ved:

- Driftstemperatur: 80°C i 29 år
- Maximum driftstemperatur: 90°C i 7760 timer
95°C i 1000 timer
- Funktionsfejl: 100°C i 100 timer
- Driftstryk,max.: 6 bar for systemerne
- Samling af medierør med preskoblinger
- En høj fleksibilitet, når røret bukes i den ønskede kurve

Bukkeradius

Ved retningsændringer kan FlextraPipe bukes på stedet til minimum bukkeradius R.

FlextraPipe-rørets fleksibilitet afhænger af rørets temperatur.

Ved temperaturer under 10°C skal kapperøret opvarmes til håndvarm med en gasbrænder, inden røret rulles ud eller bukes.

Ved udlægning kan det blive nødvendigt at sikre rørenes position f.eks. ved en delvis tilfyldning.

Kapperør udv. ø mm	Min bukkeradius, R m
90	0,7
110	0,9
125	1,0
140	1,1
160	1,6
180	1,8

Ekspansion

FlextraPipe er et fleksibelt rørsystem, som ikke kræver specielle tiltag ved lægning i jord.

Det er selvkompenserende, og på grund af PEX-medierørets egenskaber er det ikke nødvendigt at tage hensyn til ekspansionen i jordlagte systemer.



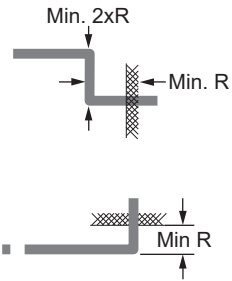
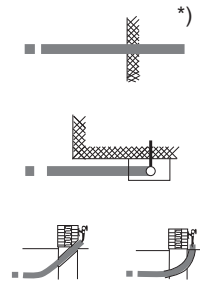
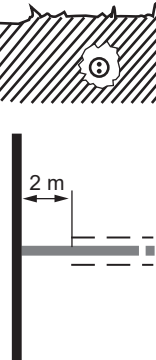
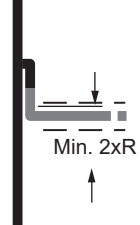
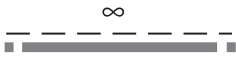
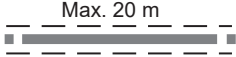
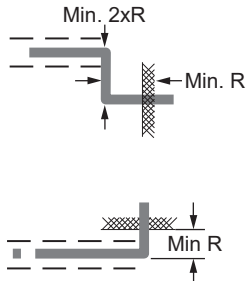
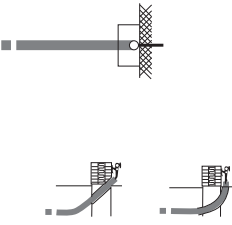
Ved tilslutning af et FlextraPipe til et præisoleret stålør skal det sikres, at der ikke overføres for store bevægelser fra stålørret til FlextraPipe-systemet.

Det sikres ved, at overgangen fra stålørret til FlextraPipe sker ved en afgang eller efter en bøjning. Når overgangen sker i direkte forlængelse af en stålledning, må stålledningens længde ikke overstige 14 m.

Ved afgang med FlextraPipe fra en stålledning skal det sikres, at bevægelser i hovedledningen ikke overføres til stikledningen. For nærmere detaljer, se illustration næste side.

Eksempler på montagekombinationer

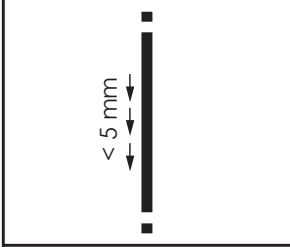

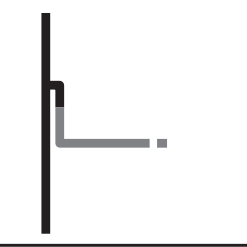
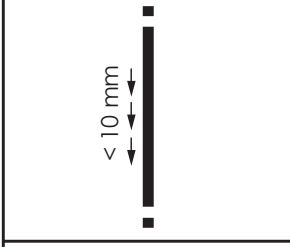
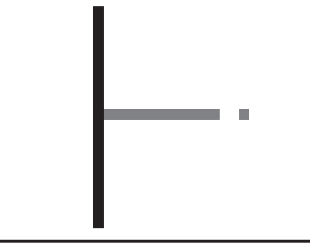
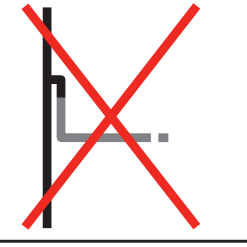
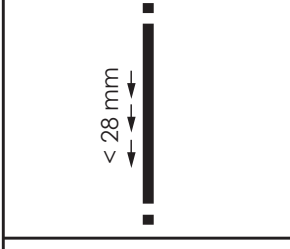
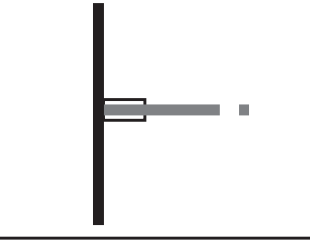
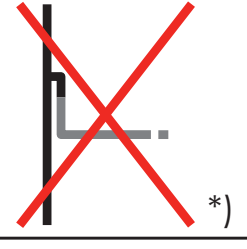
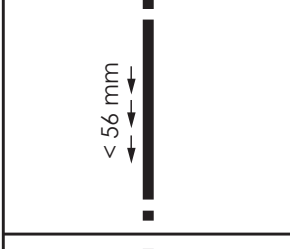
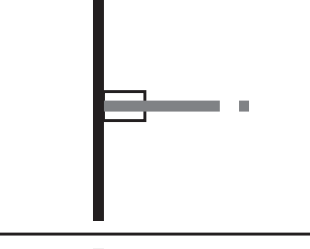
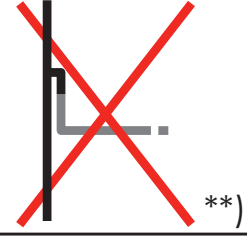
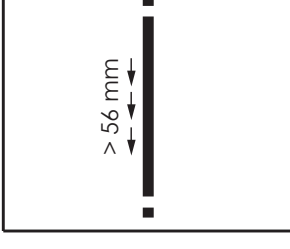
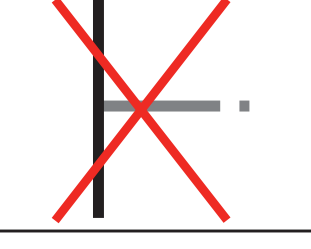
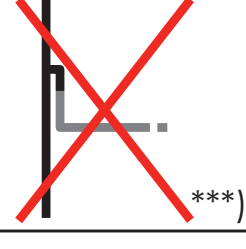
Stikledningslængder og indføring i bygninger

Afgreningspunkt	Stikledning	Indføring i bygning
		<p>Bevægelse ikke tilladt</p>  <p>Bevægelse tilladt</p> 
 	 	<p>Bevægelse ikke tilladt</p>  <p>Bevægelse tilladt</p> 

*) Bevægelser er ikke tilladt, hvis der anvendes beslag umiddelbart inden for væggen.

Eksempler på montagekombinationer

Hovedledningen

Hovedledning med stålmedierør	Stikledning	
		
		
		 *)
		 **)
		 ***)

*) Afgreningen monteres med en 40 mm tyk og 1 m lang skumpude.

**) Afgreningen monteres med en 80 mm tyk og 1 m lang skumpude.

***) Ved bevægelser i hovedledning > 56 mm må afgrening med FlextraPipe ikke udføres.

Henvisninger

Produktkatalog

FlexPipe-systemet
Afslutninger med FlexPipe

Håndtering & Montage

FlexPipe-systemet

Projektering

Afgreninger

14.1.1

AluFlextra

Oversigt

Introduktion

AluFlextra er et komplet fleksibelt rørsystem.

AluFlextra er med korrugeret kappe.

FlextraPipe kan anvendes både til stikledninger og mindre fordelingsledninger.

Indhold

Projekteringsregler

Eksempler på montagekombinationer

AluFlextra Projekteringsregler

Generelt

AluFlextra er kendetegnet ved:

- Driftstemperatur: 80°C i 29 år
- Maximum driftstemperatur: 90°C i 7760 timer
95°C i 1000 timer
- Funktionsfejl: 100°C i 100 timer
- Driftstryk, max: 10 bar
- Samling af medierør med preskoblinger
- En høj fleksibilitet, når røret bukes i den ønskede kurve

Bukkeradius

Ved retningsændringer kan FlextraPipe bukes på stedet til minimum bukkeradius R.

FlextraPipe-rørets fleksibilitet afhænger af rørets temperatur.

Ved temperaturer under 10°C skal kapperøret opvarmes til håndvarm med en gasbrænder, inden røret rulles ud eller bukes.

Ved udlægning kan det blive nødvendigt at sikre rørens position f.eks. ved en delvis tilfyldning.

Kapperør udv. ø mm	Min. bukkeradius, R m
90	0,7
110	0,9
125	1,0
140	1,4

Ekspansion

AluFlextra er et fleksibelt rørsystem, som ikke kræver specielle tiltag ved lægning i jord.

Det er selvkompenserende, og på grund af medierørets egenskaber er det ikke nødvendigt at tage hensyn til ekspansionen i jordlagte systemer.

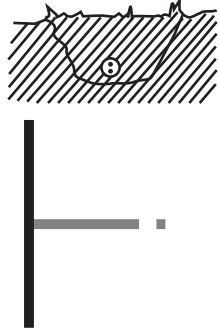
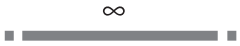
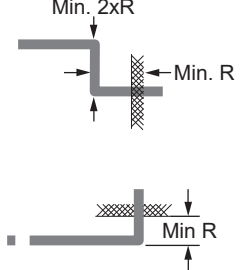
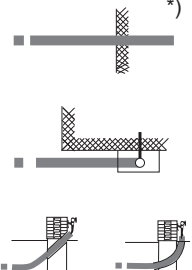
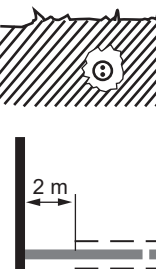
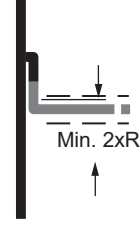

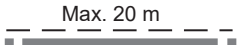
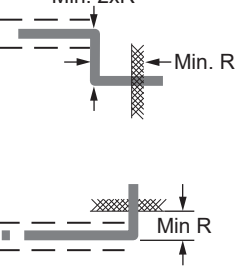
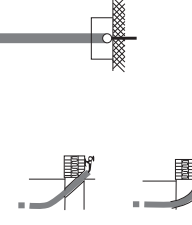
Ved tilslutning af et FlextraPipe til et præisoleret stålør skal det sikres, at der ikke overføres for store bevægelser fra stålørret til FlextraPipe-systemet.

Det sikres ved, at overgangen fra stålørret til FlextraPipe sker ved en afgrening eller efter en bøjning. Når overgangen sker i direkte forlængelse af en stålledning, må stålledningens længde ikke overstige 2 m fra nærmeste ekspansionsbøjning.

Ved afgrening med FlextraPipe fra en stålhovedledning skal det sikres, at bevægelser i hovedledningen ikke overføres til stikledningen. For nærmere detaljer, se illustration næste side.

Eksempler på montagekombinationer



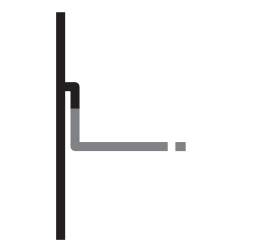
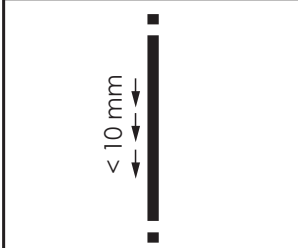

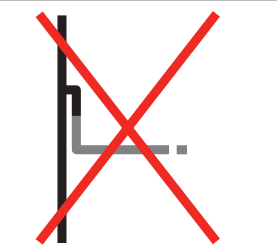
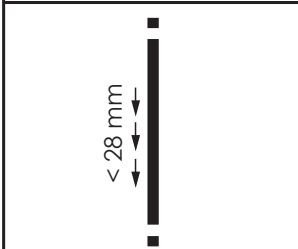
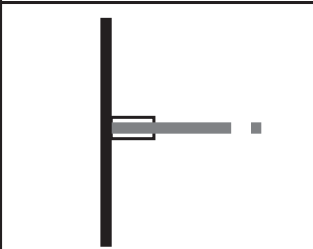
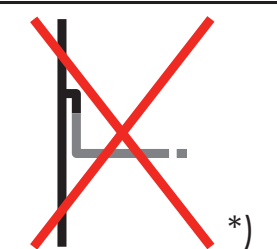
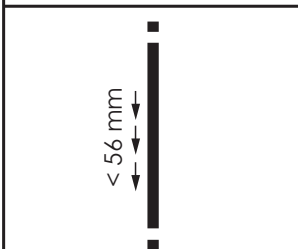
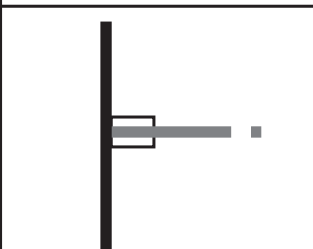
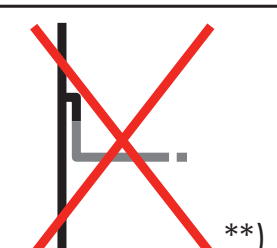
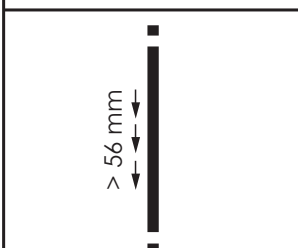
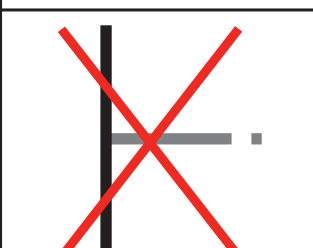
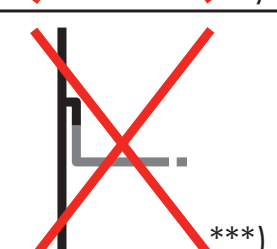
Stiklednings-
længder og
indføring i byg-
ninger

Afgreningspunkt	Stikledning	Indføring i bygning
		<p>Bevægelse ikke tilladt</p>  <p>Bevægelse tilladt</p> 
 	 	<p>Bevægelse ikke tilladt</p>  <p>Bevægelse tilladt</p> 

*) Bevægelser er ikke tilladt, hvis der anvendes beslag umiddelbart inden for væggen.

Eksempler på montagekombinationer

Hovedledningen

Hovedledning med stålmedierør	Stikledning	
		
		
		 *)
		 **)
		 ***)

*) Afgreningen monteres med en 40 mm tyk og 1 m lang skumpude.

**) Afgreningen monteres med en 80 mm tyk og 1 m lang skumpude.

***) Ved bevægelser i hovedledning > 56 mm må afgrening med FlextraPipe ikke udføres.

Henvisninger

Produktkatalog

FlexPipe-systemet
Afslutninger med FlexPipe

Håndtering & Montage

FlexPipe-systemet

Projektering

Afgreninger

Introduktion CuFlex er et komplet fleksibelt rørsystem til fordelingsledninger og mindre stikledninger.

Indhold Projekteringsregler
Eksempler på montagekombinationer

Generelt

CuFlex er kendetegnet ved:

- Kontinuerlig drift med varmt vand op til 120°C og i forskellige tidsintervaller med en spidslasttemperatur på 140°C. Summen af disse tidsintervaller må ikke overstige 300 timer per år.
- Et driftstryk på max. 16 bar
- Samling af medierør med preskoblinger eller loddemuffer
- En høj fleksibilitet, når røret bukkes i den ønskede kurve

Bukkeradius

Ved retningsændringer kan CuFlex bukkes på stedet til minimum bukkeradius R.

CuFlex-rørets fleksibilitet afhænger af rørets temperatur.

Ved temperaturer under 10°C skal kapperøret opvarmes til håndvarm med en gasbrænder, inden røret rulles ud eller bukkes.

Ved udlægning kan det blive nødvendigt at sikre rørenes position f.eks. ved en delvis tilfyldning.

Kapperør udv. ø mm	Min. bukkeadius, R m
90	0.9
110	1.1

Ekspansion

CuFlex er et fleksibelt rørsystem, som ikke kræver specielle tiltag ved nedlægning i jord.

Det er et selvkompenserende system, og på grund af medierørets egenskaber er det ikke nødvendigt at tage hensyn til ekspansionen i jordlagte systemer.

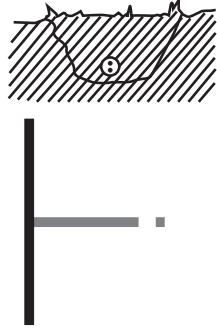

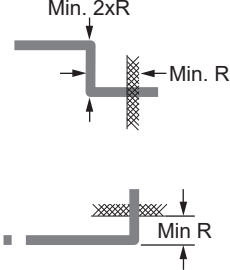
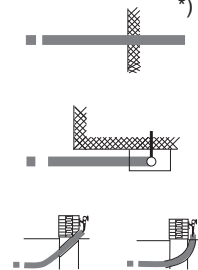
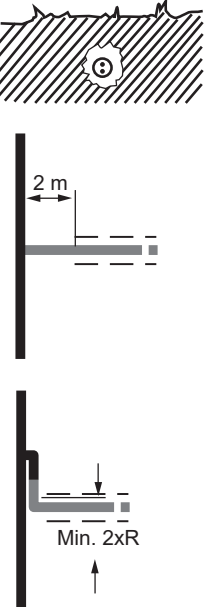
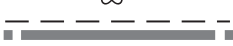
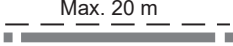
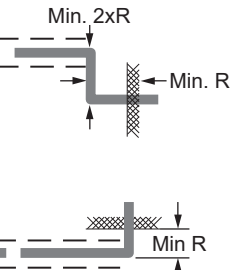
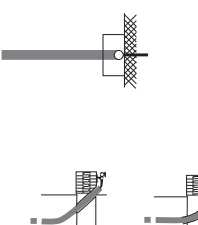
Ved tilslutning af et CuFlex-rør til et præisoleret stålrør skal det sikres, at der ikke overføres for store bevægelser fra stålrøret til CuFlex-rørsystemet.

Det sikres ved, at overgangen fra stålrøret til CuFlex sker ved en afgrening eller efter en bøjning. Når overgangen sker i direkte forlængelse af en stålledning, må stålledningens længde ikke overstige 2 m fra nærmeste ekspansionsbøjning.

Ved afgrening med CuFlex fra en stålhovedledning skal det sikres, at bevægelser i hovedledningen ikke overføres til stikledningen.

Eksempler på montagekombinationer

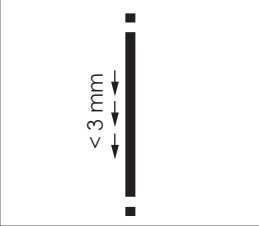

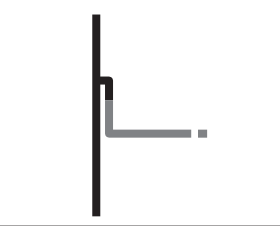
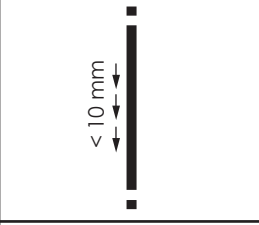

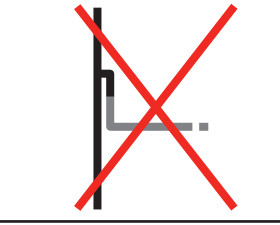
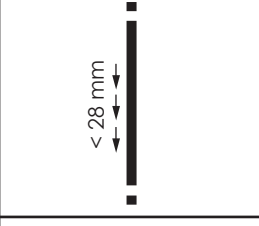
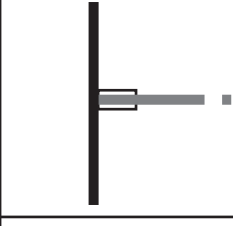
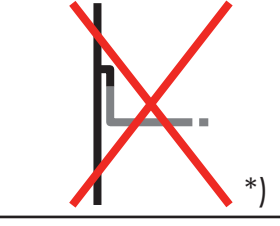
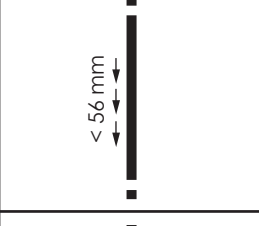
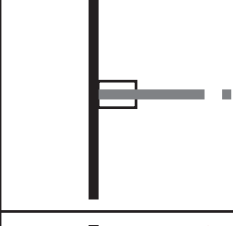
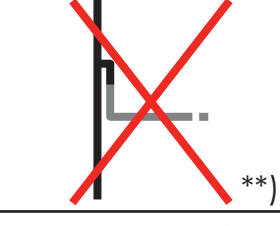



Stiklednings-
længder og
indføring i byg-
ninger

Afgreningspunkt	Stikledning	Indføring i bygning
		<p>Bevægelse ikke tilladt</p>  <p>Bevægelse tilladt</p> 
	 	<p>Bevægelse ikke tilladt</p>  <p>Bevægelse tilladt</p> 

*) Bevægelser er ikke tilladt, hvis der anvendes beslag umiddelbart inden for væggen.

Eksempler på montagekombinationer

Bevægelser i hovedledningen

Hovedledning med stålmedierør	Stikledning	
		
		
		 *)
		 **)
		 ***)

*) Afgreningen monteres med en 40 mm tyk og 1 m lang skumpude.

**) Afgreningen monteres med en 80 mm tyk og 1 m lang skumpude.

***) Ved bevægelser i hovedledning > 56 mm må afgrening med CuFlex ikke udføres.

Henvisninger

Produktkatalog

FlexPipe-systemet
Aflutninger med FlexPipe

Håndtering & Montage

FlexPipe-systemet

Projektering

Afgreninger

Introduktion

SteelFlex er et komplet fleksibelt rørsystem, som primært anvendes til stikledninger. SteelFlex leveres i små dimensioner, som sikrer en god fleksibilitet under montagen.

Indhold

Projekteringsregler
Eksempler på montagekombinationer

Generelt

SteelFlex er kendetegnet ved:

- Kontinuerlig drift med varmt vand op til 120°C og i forskellige tidsintervaller med en spidslasttemperatur på 140°C. Summen af disse tidsintervaller må ikke overstige 300 timer per år.
- Et højt tryk, max 25 bar
- Ligesom andre stålmedierør svejses medierøret
- Stålmedierøret har en høj formstabilitet, når røret bukes i den ønskede kurve

Bukkeradius

Ved retningsændringer kan SteelFlex bukes på stedet til minimum bukkeradius R.

Kapperør udv. ø mm	Min bukkeradius, R m
90	0,9

SteelFlex-rørets fleksibilitet afhænger af rørets temperatur.

Ved temperaturer under 10°C skal kapperøret opvarmes til håndvarm med en gasbrænder, inden røret rulles ud eller bukes.

Ved udlægning kan det blive nødvendigt at sikre rørens position f.eks. ved en delvis tilfyldning.

Ekspansion

Når medierøret i et SteelFlex-rør udvider sig med temperaturen, vil der opbygges spændinger i stålrummet.

På lige strækninger kan SteelFlex koldforlægges uafhængigt af længden uden, at det overbelastes. Det kan dog være nødvendigt at reducere spændingerne ved afgreningspunktet og aksiale bevægelser ved indføring i bygning.

Spændingerne kan reduceres, ved at ekspansionen optages i krumninger og bøjninger, som etableres under udlægningen af det fleksible rør.

45° vinkelret afgrening

Tilsluttes SteelFlex en 45° afgrening, kan længden af SteelFlex-røret maksimalt være L_{max} . Er SteelFlex længere, skal der etableres et Z-slag med en afstand mellem bøjningerne på $2 \times R$, se illustration i afsnittet "SteelFlex: Eksempler på montagekombinationer".

Kapperør udv. ø mm	L_{max} m
90	25

90° parallel afgrening

Tilsluttes SteelFlex en parallel afgrening, skal parallel delen af afgreningen have en længde på minimum $2 \times R$. Herefter er der ingen begrænsning på længden af SteelFlex, se illustration i afsnittet "SteelFlex: Eksempler på montagekombinationer".

**Ekspansion,
fortsat**


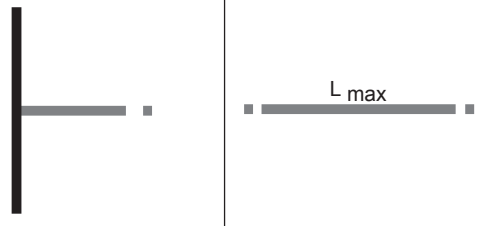
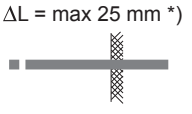
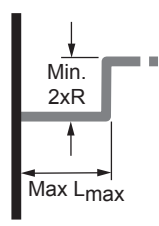

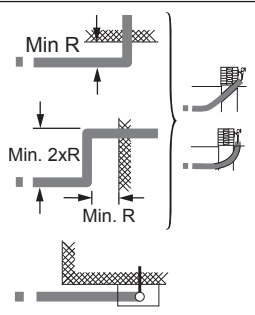
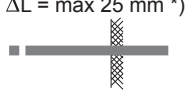
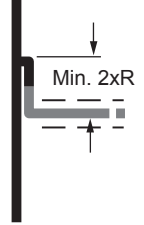

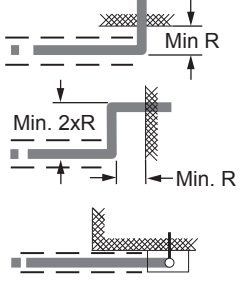
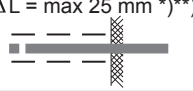
Ved afgrening med SteelFlex fra en stålhovedledning skal det sikres, at bevægelser i hovedledningen ikke overføres til stikledningen.

Der må ikke afgrenes med SteelFlex, hvor bevægelsen er >56 mm.

For nærmere detaljer, se illustration næste side.

Eksempler på montagekombinationer

Stiklednings-
længder og
indføring i byg-
ninger

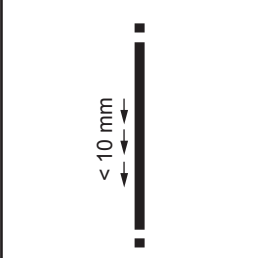

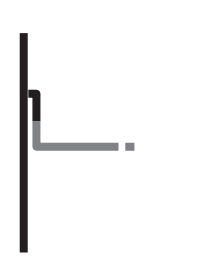
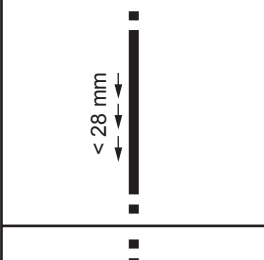
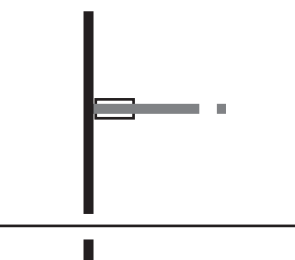
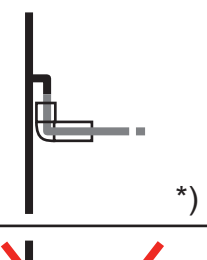
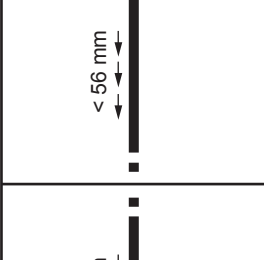
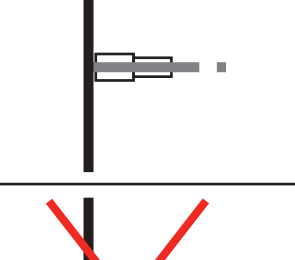
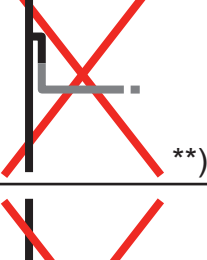
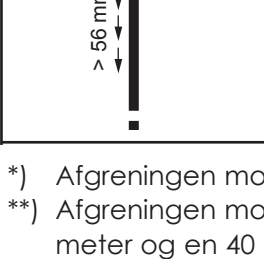


Afgreningspunkt	Stikledning	Indføring i bygning	
		Bevægelse ikke tilladt	Bevægelse tilladt
 			
			
			

*) Bevægelse er ikke tilladt, hvis der anvendes beslag umiddelbart inden for væggen.

***) Vær opmærksom på ekstra bevægelse ved underboring.

Eksempler på montagekombinationer

Bevægelser i hovedledningen

Hovedledning med stålmedierør	Stikledning	
		
		 *)
		 **) **)
		 ***) ***)

*) Afgreningen monteres med en 40 mm tyk og 1 m lang skumpude.

***) Afgreningen monteres med en 80 mm tyk og 1 m lang skumpude på første meter og en 40 mm tyk og 1 m lang skumpude på den anden meter.

***) Ved bevægelser i hovedledning > 56 mm må afgrening med SteelFlex ikke udføres.

Henvisninger

Produktkatalog	FlexPipe-systemet Afslutninger med FlexPipe
Håndtering & Montage	FlexPipe-systemet
Projektering	Afgreninger

Introduktion

Dette afsnit beskriver LOGSTORs knowhow om beregning af isoleringsværdier og varmetab fra præisolerede rørsystemer.

Her beskrives de muligheder, som online beregningsprogrammet "LOGSTOR Calculator" giver for at beregne:

- Varmetab i forhold til ældning af PUR-skummet
- Økonomi
- Emission (CO₂-udledning)

Disse beregninger kan udføres som:

- Standard beregninger efter EN 13941
- Avancerede beregninger, som tager højde for temperaturens indflydelse på lambda (l)-værdierne

Ud over at vise beregningsresultaterne kan programmet vise resultaterne og forskellene mellem de forskellige rørsystemer som grafer. Den avancerede model kan også vise grafiske billeder af isotermer i og omkring rørene.

Varmetabsværdierne kan også indgå i den beskrevne analyse af livscyklusomkostninger.

LOGSTORs Total Cost of Ownership (TCO) Tool kan bruges som guide til valg af det mest optimale præisolerede rørsystem. Beregningen omfatter investeringsomkostninger til præisolerede materialer, gravearbejde og installation samt driftsomkostninger til varmetab og CO₂-kvoteafgift.

Beregningen tager derfor højde for udgifterne til både CAPEX; rørmateriale, gravearbejde og rørinstallation, og OPEX; energitab, investering og CO₂-kvoteafgift. Ved beregning af energitabet bruges isoleringsværdier og varmetabet i de præisolerede rør.

Indhold

Generelt
Beregninger

**Varmetabs-
beregning**

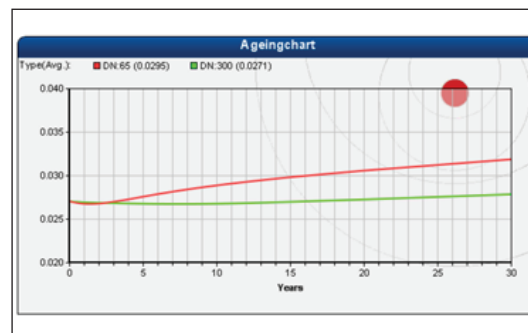
Til beregning af varmetabet fra forskellige rørsystemer har LOGSTOR udviklet online beregningsprogrammet "LOGSTOR Calculator".

Dette program gør det muligt at beregne varmetabet fra alle rørprodukter i LOGSTORs standard produktprogram for fjernvarme.

Programmet gør det også muligt at justere parametre, som har indflydelse på varmetabet for at få det mest nøjagtige resultat.

Hver kombination af rørtyper og dimensioner har sit eget ældningsforløb afhængig af isoleringens og kappens tykkelse, og om det er et traditionelt eller kontinuerligt (konti) produceret rør med eller uden diffusionsspærre.

Under hensyntagen til disse parametre kan LOGSTOR Calculator vise ældningskurven, der gælder for et specifikt rør.



LOGSTOR Calculator indeholder to beregningsmetoder:

- Standard efter EN 13941
- Avanceret

**Standard
beregning efter
EN 13941**

Ved beregning af varmetabet efter EN 13941 anvendes formelgrundlaget og principperne i standarden.

I varmetabsberegningerne anvendes en varmeledningskoefficient, λ_{50} , for PUR-skummet. Dette er den standardiserede test- λ -værdi ved en temperatur på 50°C i skummet.

Derudover beregnes ændringen i PUR-skummets λ -værdi over tid.

Så varmetabet for alle rørtyper i LOGSTORs produktprogram - standard producerede rør uden diffusionsspærre samt konti producerede rør med diffusionsspærre - kan beregnes.

Med hensyn til produktionsmetoder, se afsnittet: "Fastrørsystemet: Materialespecifikation" i Produktkataloget. Afhængig af rørsystemet beregnes varmetabet med og uden ældning over det ønskede tidsrum med tilsvarende værdier for økonomi og emission.

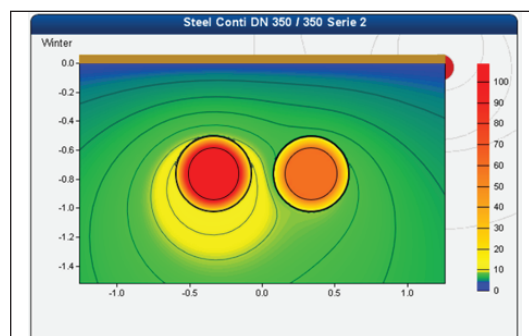
**Avanceret
beregning**

Ved den avancerede beregningsmetode tages der udover ældning af PUR-skummet på grund af diffusion også hensyn til temperaturens indflydelse på materialernes λ -værdi.

Disse variabler er inkluderet i den avancerede beregningsmetode, hvilket resulterer i en mere præcis varmetabsberegning.

Metoden er baseret på formlerne og principperne i Petter Wallenténs rapport "Steady-state heat loss from insulated pipes".

Denne metode giver også et grafisk billede (isoterm) af temperaturens påvirkning af jorden og rørene og viser kapperørets overfladetemperatur.

**Økonomi-
beregning**

Der kan foretages en økonomisk beregning med LOGSTOR Calculator, som er baseret på kalkulationsrenten og energipriserne.

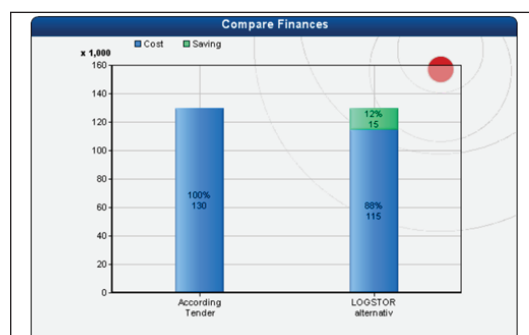
Resultatet er varmetabets nutidsværdi baseret på det ønskede tidsrum.

Denne funktion gør det lettere at vurdere, hvilken type rør, der er mest profitabel.

Tidsrummet for den økonomiske beregning kan sættes mellem 1-30 år.

For at udføre en økonomiberegning skal der angives en energipris pr. kWh og af omkostningshensyn en rentesats.

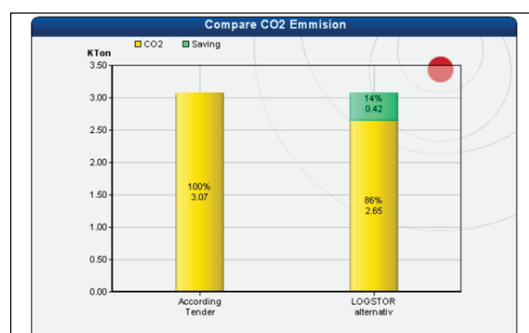
Resultatet af den økonomiske beregning er skræddersyet til at indgå direkte i vurderingen af de samlede livscyklusomkostninger.

**Emission**

Programmet kan også vise den omtrentlige størrelse på emissionen, der stammer fra at producere energien til varmetabet fra rørledningen.

Resultatet kan vises for et år eller som en sum for et valgt tidsrum.

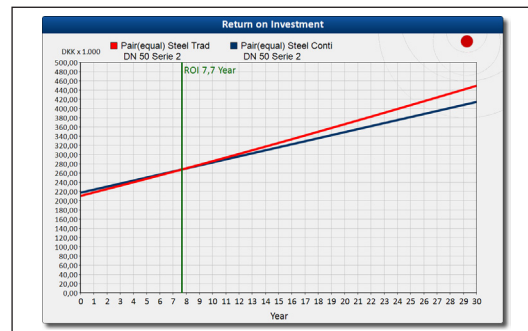
Resultatet er baseret på den valgte brændselstype og varmeproduktionsanlæggets effektivitet.



**Investerings-
afkast
(ROI)**

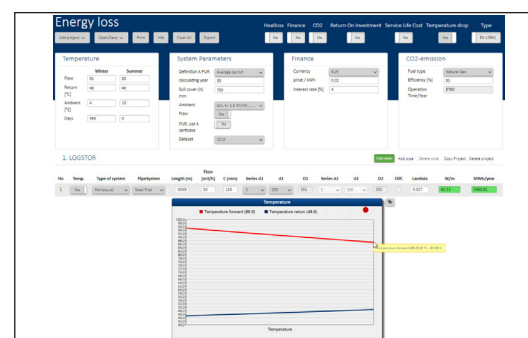
Hvis 2 projekter sammenlignes, er det muligt at regne en simpel tilbagebetalingstid ud på baggrund af forskellen i energitabet.

For at udføre beregningen skal energiprisen i kWh og forskellen i omkostninger på de 2 projekter, d.v.s omkostninger til materialer og montage, kendes. Er der forskel i de årlige driftsomkostninger, kan de også indtastes. Herefter beregnes den simple tilbagebetalingstid, d.v.s. hvor mange år, der er til der er balance mellem de 2 systemer.

**Temperaturfald**

For en given ledning med et givet flow - enten i m³/h eller som en effekt i kW - er det muligt at beregne, hvad temperaturfaldet vil være.

Beregningerne er baseret på flow, temperaturen i omgivelserne og jordens λ-værdi.

**Livscyklus-
omkostninger**

Til vurdering af hvilken rørtype, der er den mest økonomiske at investere i, skal der udføres en livscyklusanalyse.

Levetiden for fjernvarmesystemer sættes typisk til 30 år, selvom det let kan være i drift meget længere.

Beregning af livscyklusomkostninger omfatter følgende parametre:

Investeringer:

- Rørmaterialer
- Rørarbejde
- Gravearbejde
- Tilsyn (projektering og kvalitet)

Driftsomkostninger:

- Strøm til pumper
- Varmetab fra rørledningen

Vedligehold:

- Reparationer
- Ledelse

Værdien af varmetabet i levetiden kan beregnes direkte i LOGSTOR Calculator med de ønskede forudsætninger og indgå i vurderingsgrundlaget for valg af rørsystem og projektets rentabilitet.

Henvisninger

Calculator-programmet <http://calc.logstor.com>

Produktkatalog [Fastrørsystemet: Materialespecifikation.](#)

TCO Tool <https://www.logstor.com/dk/service-support/e-vaerktoej/logstor-tco-tool>

Introduktion

Rørdimensioner kan beregnes med LOGSTORs online beregningsprogram, Calculator.

Med dette program kan rørledninger, som indgår i et af de rørsystemer, LOGSTOR tilbyder i sit standard produktprogram til fjernvarme, dimensioneres.

Programmet er specielt velegnet til at dimensionere nogle få rørsektioner eller stikledninger.

Tryktabet i en given rørledning kan også beregnes.

I et rørsystem med mange afgreninger bør den kritiske strækning og differenstrykket beregnes under hensyntagen til parametre som niveauforskelle, enkeltmodstande osv.

Programmet omfatter ikke disse parametre, og det anbefales derfor kun at anvende programmet som et supplerende værktøj til rørdimensionering.

Dimensioneringen og tryktabsberegningen baserer på formelgrundlaget og principperne ifølge Colebrook & White.

Indhold

Generelt

Basisparametre

For at finde den rigtige rørdimension er det nødvendigt at kende:

- Mængden af energi rørdelingen skal levere
- Den faktiske temperaturforskel
- Det tilladelige tryktab

Normalt er afkølingen fra fremløbs- til returrøret fastlagt på forhånd.

Kravene til afkøling og energiforsyning bestemmer vandflowet i kg/sek.

Den nødvendige energiforsyning til en husstand fastsættes under hensyn til rumopvarmning, opvarmning af brugsvand og om varmevekslere eller varmtvandsbeholdere er installeret eller ej.

En distributionslednings energiforsyning fastsættes ved at lægge de enkelte husstandes forbrug sammen og gange det med en samtidighedsfaktor.

Hertil lægges varmetabet til omgivelserne:

$$P = \Sigma (q \cdot S) + \phi$$

P = Samlet energiforsyning, W

q = Energiforsyning pr. husstand, W

S = Samtidigheidsfaktor i %

ϕ = Varmetab fra røret, W

Samtidigheidsfaktorer

Følgende samtidigheidsfaktorer anvendes normalt til bestemmelse af et enfamiliehus' energibehov, men lokale erfaringer eller regler kan/skal også tages hensyn til:

Opvarmning:

$$s = 0.62 + \frac{0.38}{n}$$

Varmt brugsvand:

$$s_{\Delta} = \frac{1.0 \cdot n^{-0.5} \cdot (51 - n)}{50}$$

n = antal huse

Ved mere end 50 huse er faktoren s_{Δ} for varmt brugsvand = 0

Tryktab

Tryktab i lige rørdimensioner beregnes efter følgende formel: $\Delta P = \frac{1}{2} \cdot P \cdot c^2 \cdot \zeta$

Hvor

P = vandets densitet

C = vandets middelhastighed over tværsnittet [m/s]

ζ = tryktabskoefficienten for lige rør

Ved beregning af tryktabskoefficienten benyttes følgende ruheder afhængig af medierørmateriale:

Medierørmateriale	Ruhed, k mm
Stål	0,1
PEX	0,01
Flerlag (Alu)	0,01
Cu	0,01
PE-RT	0,01

Grænseværdier LOGSTOR anbefaler følgende maksimalhastigheder for at forhindre:

- Evt. støjgener
- Fare for erosion i transmissionsledninger.

Rørtype	Max. hastighed m/s
Transmissionsledning	3,5
Hovedrør	2,5
Afgreningsrør	1,0

Minimumshastigheden bestemmes under hensyn til fremløbstemperaturen ved den forbruger, som ligger længst ude på strækningen og differenstrykket i rørledningen.

Henvisninger Beregningsprogrammet, Calculator

<http://calc.logstor.com>

Contact details

Denmark

LOGSTOR Denmark Holding ApS
Danmarksvej 11 | DK-9670 Løgstør

T: +45 99 66 10 00
E: logstor@kingspan.com



For the product offering in other markets please contact your local sales representative or visit www.logstor.com

Care has been taken to ensure that the contents of this publication are accurate, but Kingspan Limited and its subsidiary companies do not accept responsibility for errors or for information that is found to be misleading. Suggestions for, or description of, the end use or application of products or methods of working are for information only and Kingspan Limited and its subsidiaries accept no liability in respect thereof.

To ensure you are viewing the most recent and accurate product information, please scan the QR code directly above.

