

LOGSTOR Projektering TwinPipes



Introduktion

Denne manual indeholder en beskrivelse af, hvordan man:

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

Rørdimensionering, tryktabsberegninger og varmetabsberegninger behandles særskilt i afsnittene "Varmetab" og "Rørdimensionering".

Projekteringsreglerne er udarbejdet for at lette projekteringen af et TwinPipe-system på basis af de tekniske krav i den europæiske standard for projektering og montage af præisolerede fastrørsystemer til Fjernvarme, EN 13941-1.

Denne standard indeholder p.t. ingen specielle krav til projektering af TwinPipe, idet de først vil komme i næste revision af standarden. De angivne regler i denne projekteringsmanual er derfor baseret på de krav, der i dag gælder for enkeltrør og med de forventede fremtidige krav til TwinPipe i EN 13941-1 samt de krav, der stilles i rørstandarden DS/EN 15698-1.

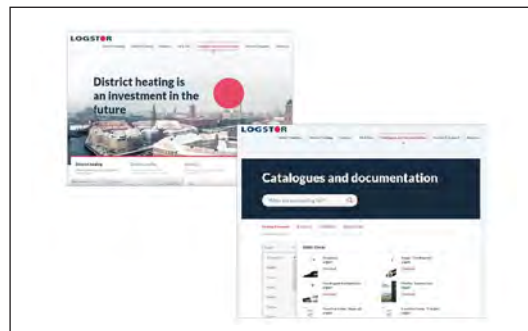
Indhold

Manualen
Overholdelse af projekteringskrav
Hjælp til projektering
Forudsætninger
Projektklasser
Enheder og symboler
Systemdefinitioner
Spændingsniveau og ekspansionsberegning
Eksempler på spændingsniveau og ekspansionsberegning
Fastlæggelse af tilladelig spændingsniveau
Fordele/ulemper ved forskellige løsninger for spændingsniveau

Manualer

Denne manual er en del af LOGSTOR Denmark Holding ApS' manualsamling som p.t. består af:

- Produktkatalog
- Projektering
- Håndtering & Montage

**Brug af manualen**

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

Denne manual indeholder LOGSTORs input til valg og optimering af forskellige rørsystem-løsninger. LOGSTOR er dog ikke ansvarlig hverken for manualens rigtighed eller for de heri foreslåede løsningers egnethed til et formål. Såfremt denne manual anvendes, sker en sådan anvendelse helt og aldeles på eget ansvar.

Anvendelse og implementering skal ske under behørig hensyntagen til lokale forhold. Support og specifikke informationer kan indhentes hos vore teknikere.

Informationerne i dette dokument kan ændres 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.

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

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 det projekterede TwinPipe-system ligger på niveau med de statiske krav, som stilles i den europæiske standard EN 13941-1.

Generel dokumentation

Overholdelse betyder, at dimensioner til og med DN 250 kan projekteres med denne Projekteringsmanual som dokumentation, forudsat at det pågældende projekts data ligger inden for de anførte værdier, og projekteringen udføres som specificeret.

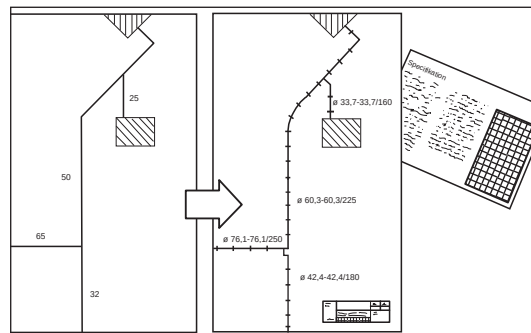
Hvordan?	Projekteringshjælp kan opnås fra LOGSTORs lokale forhandlere eller fra vore produktionsselskaber. Se også vore beregningsprogrammer på www.logstor.com.
Teknisk service	Vore tekniske rådgivere står altid til rådighed for besvarelse af alle spørgsmål, der opstår i forbindelse med et projekts udformning og udnyttelsen af systemet.
Projektvurdering	For at vurdere et projekt er det en fordel at nedenstående generelle oplysninger foreligger: - Beregningsstemperatur for henholdsvis frem- og returløb - Driftstemperatur for henholdsvis frem- og returløb - 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 dimensionsspring

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".

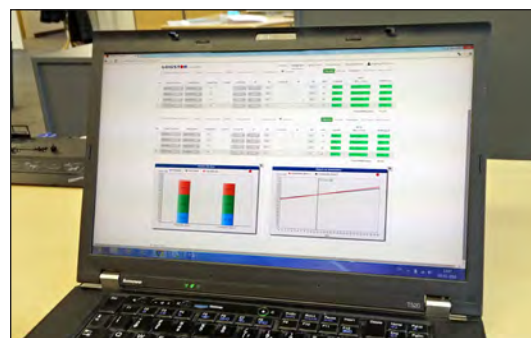
Ved hjælp af LOGSTOR Calculator kan det valgte præisolerede rørsystems energieffektivitet beregnes og vurderes med hensyn til:

- Energitab
- Energitabets omkostninger, herunder levetidsomkostninger og investeringssafkast (return on investment = ROI)
- Temperaturfald
- CO₂-udledningen

LOGSTOR Calculator giver dig også følgende muligheder:

- Dimensionering af medierør
- Beregning af tryktab

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



Generelt

Forudsætninger

Anvendelse

Dette afsnit indeholder forudsætninger for TwinPipe-fastrørsystemer i henhold til EN 13941-1.

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 13941-1 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 i henhold til EN 13941-1.

Beregningerne af alle dimensioner i denne manual baserer på diameter og godstykkelse i henhold til EN 15698-1.

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 250.

Anbefalet vandkvalitet

For at undgå korrosion i stålmedierør 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	olfrit
iltindhold	< 0,02 mg/l
ledningsevne	< 1500 µS/cm

Forudsætning for andre medierør (FlexPipes/FlextraPipes)

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
PertFlextra	70	10

**Anvendte
standarder**

LOGSTOR projekteringsregler bygger på følgende relevante og gyldige europæiske standarder.

- EN 13941-1 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 15698-2 TwinPipe-fittings
- EN 15632-1/2/4 Fleksible rørsystemer
- EN17878-1/2 Fleksible rørsystemer med lavere temperaturprofil

Generelt

Projektklasser

Definition af projektklasser

Den europæiske standard EN 13941-1 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 13941-1.

Lastcykler

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

Beskrivelse af røret	Antal fulde cykler
Transmissionsledning	100
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

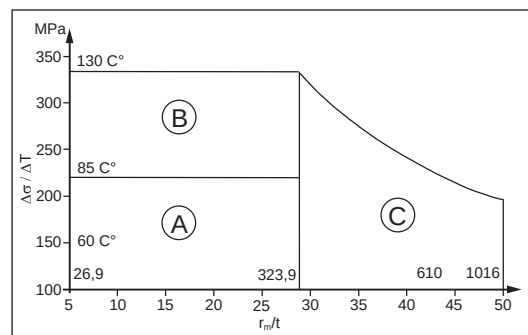
Til hver projektklasse tilknyttes en partialkoefficient for udmattelse.

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 statiske beregninger for TwinPipes baserer sig derfor på projektklasse B.



Enheder og symboler

Introduktion

Følgende enheder og deres tilsvarende symboler er baseret på:

- EN 253
- EN 15698
- EN 13941-1
- 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	Medierørenes samlede tværsnitsareal
D	Kappediameter
d	Medierørets diameter
E	Elasticitetsmodul
F	Friktionskraft
G	Egenvægt
L_{190}	Montagelængde for et specifikt spændingsniveau (her 190 MPa)
L_F	Friktionslængde (for det aktuelle max. spændingsniveau)
L_L	Friktionsfikseret sektion
σ_{all}	Tilladelig aksialt spændingsniveau
L	Længde
ΔL	Ekspansion for længden L
H	Overdækning (målt fra kappens top til jordoverfladen)
Z	Afstand fra rørets centerlinje til jordoverfladen ($Z=H+\frac{1}{2}D$)
R_e	Flydespænding
T	Temperatur i °C
α	Længdeudvidelseskoeficient
γ	Jordens specifikke vægt
ρ	Jordens densitet
φ	Tilfyldningsmaterialets friktionsvinkel (friktionsmaterialet)

Indekser

ins	Installation
min	Minimum
max	Maksimum
pre	Forspænding
f	Fremløb
r	Returløb

Enheder og symboler

Karakteristiske værdier

Karakteristiske værdier for stålmedierør i henhold til EN 13941-1.

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

TwinPipe-systemet er som enkeltrørsystemet et fastrørsystem, hvor medierør, isoleringslag og kappe er sammenstøbt i en sandwich-konstruktion til en fast enhed.

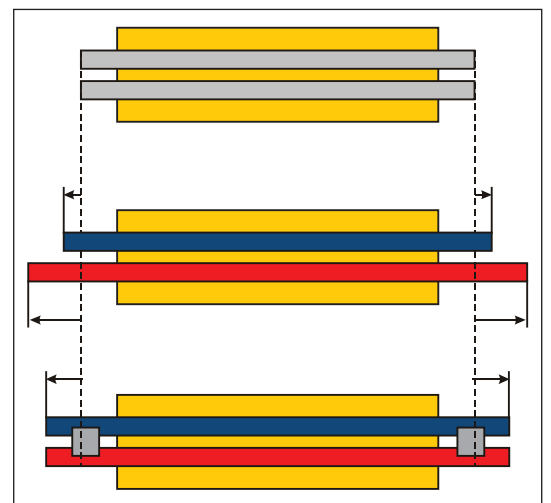
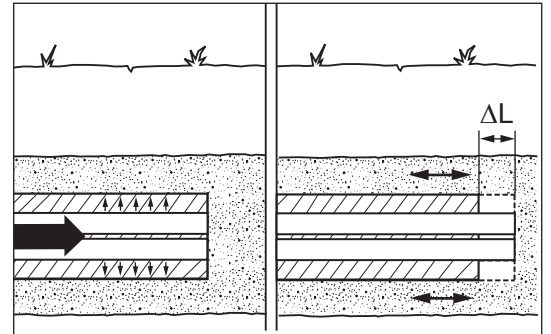
I TwinPipe-systemet er medierøret for frem- og returløbet af samme dimension og indstøbt i samme kappe. Det vil sige, at de udvidelser eller sammentrækninger, som opstår i stålrorene som følge af temperaturændringer, overføres til kappen via isoleringen, så bevægelsen sker mellem kappen og det omkringliggende friktionsmateriale.

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

Bevægelserne i TwinPipe-systemet er mindre end bevægelserne i et tilsvarende enkeltrørsystem, da frem- og returløb er forbundet med fikseringslasker. Rørene bevæger sig dermed ens med en bevægelse, svarende til middeltemperaturen mellem frem- og returløbet.

Bemærk, at der ikke monteres fikseringslasker i lige rør, men kun ved bøjninger.

I et TwinPipe-system monteres de to rør over hinanden med returløbet øverst. Det betyder, at afgreningsrør monteres i samme plan som hovedrøret og vinkelret herpå, således at den samlede lægningsdybde kan reduceres tilsvarende.

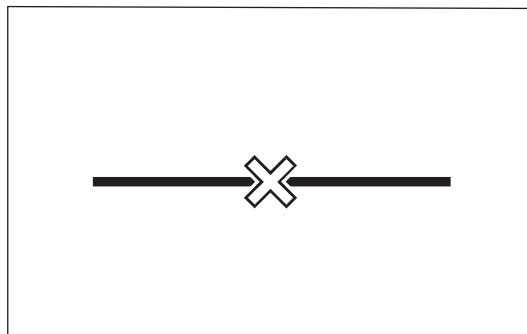


Forankringer

En forankring i et TwinPipe-system defineres som en tænkt forankring, hvor rørets bevægelser er styret af friktionen mellem kappen og det omkringliggende friktionsmateriale.

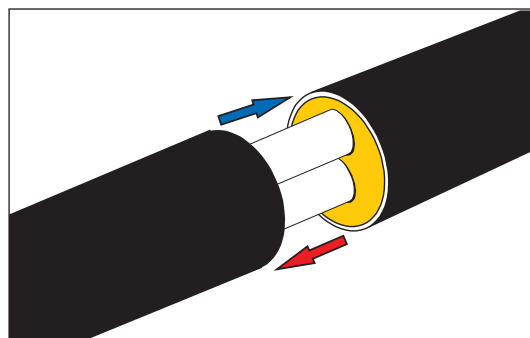
I denne Projekteringsmanual illustrerer en tænkt forankring centret mellem to frie ekspansionsender.

Støbte forankringer anvendes ikke i TwinPipe-systemet, da bevægelserne er væsentligt reduceret sammenlignet med bevægelserne i et tilsvarende enkeltrørsystem.



Længde-ekspansion

Da de to stålrør er udsat for forskellig temperaturpåvirkning, vil dette normalt resultere i en uensartet længdeekspansion af de to rør.



Brug af fikseringslasker

For at sikre rørsystemet mod indbyrdes bevægelser mellem stålrørene er disse forbundet med påsvejste fikseringslasker:

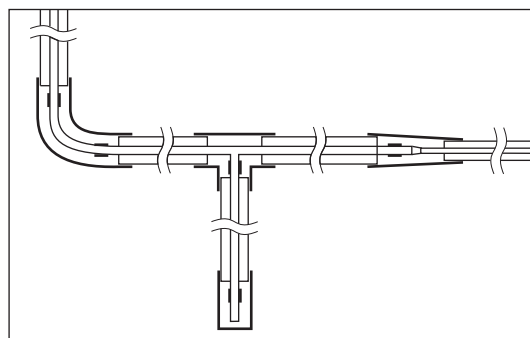
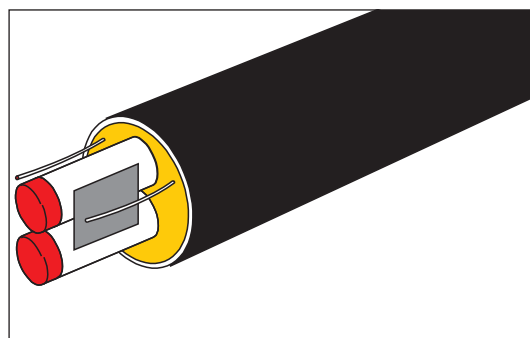
- Ved alle retningsændringer
- På reduktioner (på den største dimension)
- På ender af lige rørstrækninger
- Ved stikindføring

Fikseringslasker er projekteret til en maksimal temperaturdifferent på 60°C mellem frem- og returløb.

Fikseringslasker er ikke nødvendige ved korte afstande:

- Afgreninger kortere end 6 m
- Bøjninger med mindre end 12 meter afstand imellem
- På fleksible rør: FlexPipe og FlextraPipe

Montage af fikseringslasker, se Håndtering & Montage-manualen i afsnittet "TwinPipe"



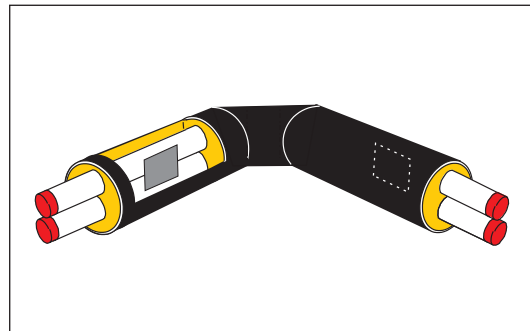
**Præisolerede
komponenter**

TwinPipe-systemet har indbyggede fikseringslasker i alle præisolerede fitting-komponenter undtagen præisolerede udlufts-haner.

På præisolerede afgreninger er der kun fikseringslasker på afgreningsrørene.

Lige rør og buerør er ikke forsynet med fikseringslasker.

Hvis en lige TwinPipe-strækning afsluttes uden forbindelse til præisolerede komponenter, skal der altid påsvejses fikseringslasker (på begge sider af rørparret). Se Håndtering & Montage-manualen i afsnittet "TwinPipe".



Spændingsniveau og ekspansionsberegning

Introduktion

Dette afsnit indeholder basisformlerne til at beregne spændinger og bevægelser i jordlagte TwinPipe-fastrørsystemer.

Formlerne giver grundlaget for at kunne udføre de nødvendige beregninger til et system, der ifølge EN 13941-1 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 projektere 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 maksimale 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. temperaturen for fremløb.

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, som er omfattet af projektklasse A og B.

Middeltemperatur

På grund af fikseringen mellem frem- og returløb er bevægelser og friktionslængder anderledes end for enkeltrør.

Ved beregning af friktionslængde og ekspansionsbevægelse anvendes en gennemsnitstemperatur for frem- og returløb:

$$T_{\text{middel}} = \frac{T_f + T_r}{2}$$

Hvor:

T_f = Beregningstemperatur for fremløb

T_r = Beregningstemperatur for returløb

Denne forenkling er mulig, da de to medierør af stål har samme dimension og tværsnitsareal.

Som beregningstemperatur anvendes den maksimale temperatur, som bruges ved beregning af en komponent eller et rørafsnit.

Middeltemperaturdifferens

Middeltemperaturdifferensen ΔT_{middel} defineres som forskellen mellem middeltemperaturen og temperaturen, hvor rørene bliver installeret, T_{ins} :

$$\Delta T_{\text{middel}} = T_{\text{middel}} - T_{\text{ins}} = \frac{T_f + T_r}{2} - T_{\text{ins}}$$

Aksialt spændingsniveau

Frikionslængde

Frikionslængden L_F , som er afstanden fra en rørsektions fri ende (bøjning) til punktet, hvor TwinPipe-røret holdes fikseret af jordfriktionen, beregnes af følgende udtryk:

$$L_F = \Delta T_{\text{middel}} \cdot E \cdot \alpha \cdot \frac{A_s}{F}$$

Hvor:

ΔT_{middel} = Forskellen mellem middeltemperaturen og temperaturen, hvor røret bliver tildækket

A_s = Det samlede tværsnitsareal af de to stålrør, hvilket fremgår af tabellerne i afsnittet "Lige rør: Spændingsreduktion med bøjninger - Tabel: Frikionskraft".

F = Frikionskraft 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: Frikionskraft" eller beregnes i henhold til afsnittet "Spændingsniveau og ekspansionsberegning: Frikionskraft".

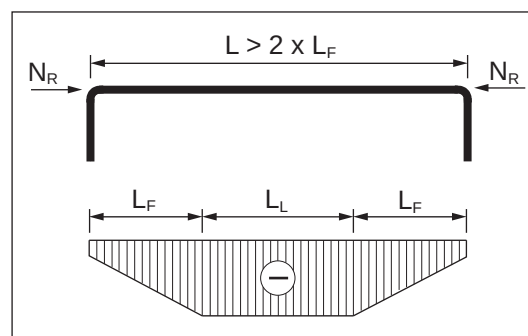
Afstanden fra den frie ende til maksimal aksialspænding kaldes også: delvis friktionshæmmet sektion.

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

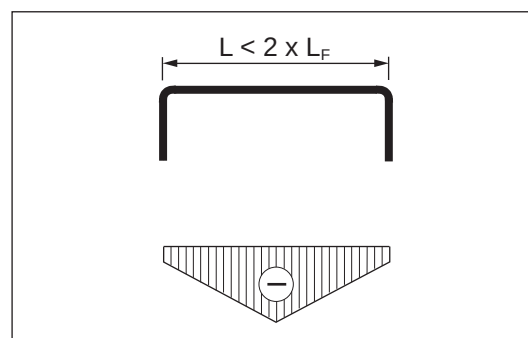


Maksimal aksialspænding

$$L < 2 \cdot L_F$$

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

$$\sigma_{\text{max}} = \frac{1}{2} \cdot \left(E \cdot \alpha \cdot (T_f - T_r) + L \cdot \frac{F}{A_s} \right)$$



Aksialt spændingsniveau

Aksialspænding i et vilkårlig punkt

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

$$L_x < L_F$$

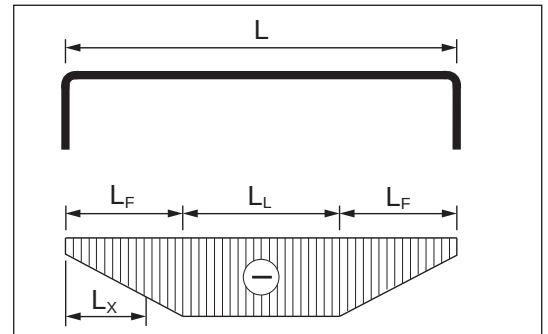
$$\sigma_x = \frac{1}{2} \cdot E \cdot \alpha \cdot (T_f - T_r) + L_x \cdot \frac{F}{A_s}$$

$$L_x > L_F$$

$$\sigma_x = \Delta T_{f,\max} \cdot E \cdot \alpha$$

Hvor

$\Delta T_{f,\max}$ = Forskellen mellem fremløbets beregningstemperatur og temperaturen, hvor røret bliver tildækket



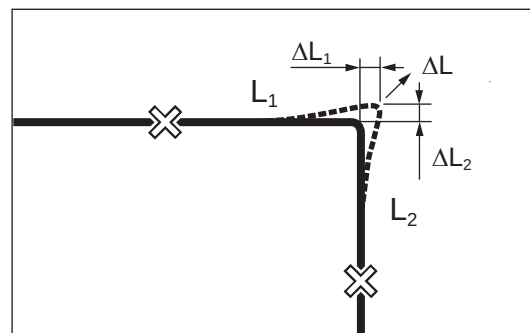
Ekspansion ved bøjninger

Ekspansion ved fri rørende

Ekspansionen ved en bøjning kan beregnes efter:

$$\Delta L = L_x \cdot \alpha \cdot \Delta T_{\text{middel}} - \frac{F \cdot L_x^2}{2 \cdot A_s \cdot E}$$

L_x i formlen er afstanden fra den frie ende til den tænkte forankring og er maksimalt friktionslængden L_F .



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. Se afsnittet "Retningsændringer" for nærmere beskrivelse.

Ekspansion ved afgreninger

Ekspansion ved afgrening

Et afgreningsrør følger hovedrørets bevægelser i afgreningspunktet.

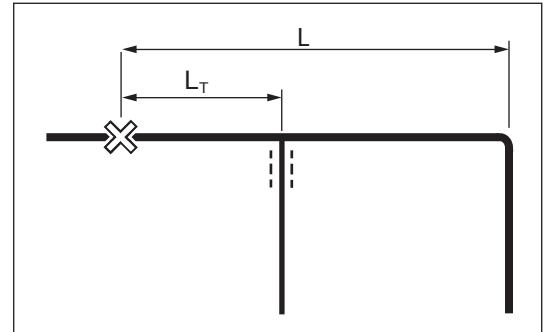
Det er vigtigt at være opmærksom på den aksiale ekspansion i hovedrøret. Den vil føre til vandrette bevægelser i samme størrelsesorden ved afgreningsrøret.

Ekspansionen i hovedrøret ved afgreningen kan beregnes efter følgende formel:

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

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 afgreningsrøret ved at bruge skumpuder. Se afsnittet "Afgreninger" for nærmere beskrivelse.



Friktionskraft

Friktionskraften 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	Friktionskoefficient mellem sand og PE-kappe (0,4 kan anvendes)
K_0	Hviletryksskoefficient (0,46 kan anvendes)
σ_v	Den effektive spænding i jorden ved rørets centerlinje = $\gamma_s \cdot Z$
γ_s	Jordens specifikke vægt (kN/m ³)
Z	Afstanden fra rørets centerlinje til jordens overflade ($Z = H + \frac{1}{2}D$)
H	Overdækning (målt fra kappens top til jordens overflade)
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: Friktionskraft" 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 13941-1, hvordan denne beregning udføres.

Eksempler på spændingsniveau og ekspansionsberegning

Introduktion

Eksemplerne i dette afsnit beregnes alle for temperaturerne:

$$T_f = 90^{\circ}\text{C}$$

$$T_r = 50^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{ins}} = 10^{\circ}\text{C}$$

Følgende bestemmes på baggrund heraf:

- Spændingsniveau
- Friktionslængde
- Ekspansionsbevægelse

Dette anvendes til at vurdere:

- Behovet for spændingsreduktion
 - Spændingsreduktionsmetoden
-

Indhold

Aksialt spændingsniveau

Ekspansion ved bøjninger

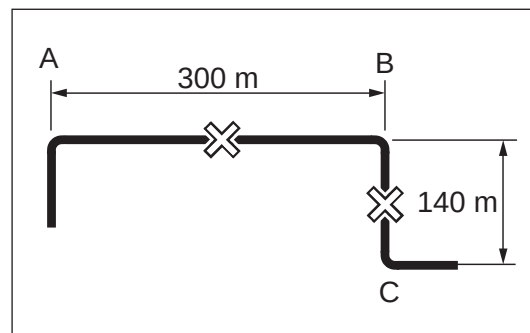
Ekspansion ved afgreninger

1, Aksialt spændingsniveau

Forudsætninger
for eksempel 1

$\varnothing$ 114,3 mm, TwinPipe serie 2
 Overdækning $H = 0,6$ m
 Beregningstemperatur, fremløb $T_f = 90^\circ\text{C}$
 Beregningstemperatur, returløb $T_r = 50^\circ\text{C}$
 Montagetemperatur $T_{ins} = 10^\circ\text{C}$

Værdier fra tabellen i afsnittet "Lige rør:
 Spændingsreduktion med bøjninger -
 Tabel: Friktionskraft":
 $F = 4,22$ kN/m
 $A_s = 2504$ mm² (= medierørens samlede tværsnitsareal)

Maksimal aksial-
spænding

Beregning af maksimal termisk aksialspændingsniveau i rørsystemet:

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

$$\sigma_{\max} = (90 - 10) \cdot 2,52 = 202 \text{ MPa}$$

Sektion A-B

Beregning af friktionslængde:

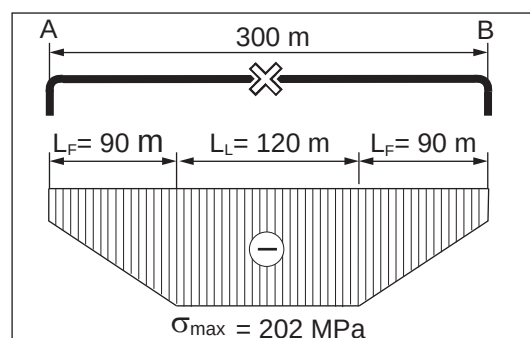
$$L_F = \Delta T_{\text{middel}} \cdot (E \cdot \alpha) \cdot \frac{A_s}{F}$$

$$L_F = \left(\frac{90 + 50}{2} - 10 \right) \cdot 2,52 \cdot \frac{2504}{4,22 \cdot 1000} = 90 \text{ m}$$

For sektion A-B er afstanden mere end dobbelt så lang som friktionslængden, hvilket betyder, at der er 2 delvis hæmmede sektioner på hver 90 m.

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

$$L_L = L - (2 \cdot L_F) = 300 - (2 \cdot 90) = 120 \text{ m}$$



Sektion B-C

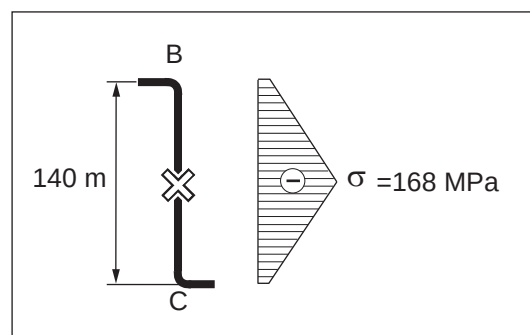
For sektion B-C er afstanden $< 2 \cdot L_F$, hvilket betyder, at aksialspændingen er lavere end $\sigma_{\max}$.

Det maksimale spændingsniveau er:

$$\sigma_x = \frac{1}{2} \cdot \left((E \cdot \alpha) \cdot (T_f - T_r) + L \cdot \frac{F}{A_s} \right)$$

$$\sigma_x = \frac{1}{2} \cdot \left(2,52 \cdot (90 - 50) + 140 \cdot \frac{4,22 \cdot 1000}{2504} \right)$$

$$= 168 \text{ MPa}$$



2, Ekspansion ved bøjninger

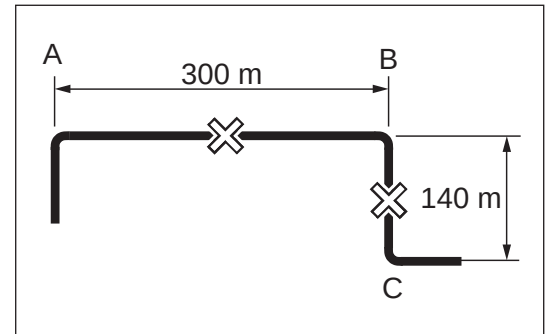
Forudsætninger
for eksempel 2

$\varnothing$ 114,3 mm, TwinPipe serie 2
 Overdækning $H = 0,6$ m
 Beregningstemperatur, fremløb $T_f = 90^\circ\text{C}$
 Beregningstemperatur, returløb $T_r = 50^\circ\text{C}$
 Montagetemperatur $T_{\text{ins}} = 10^\circ\text{C}$

Værdier fra tabellen i afsnittet "Lige rør:
 Spændingsreduktion med bøjninger -
 Tabel: Friktionskraft":

$F = 4,22$ kN/m

$A_s = 2504$ mm² (= medierørens samlede tværsnitsareal)

Beregning af
bevægelse i
punkt B

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

1. Beregning af ekspansion fra røresektion A-B, ΔL_1
2. Beregning af ekspansion fra røresektion 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 $\frac{1}{2} \cdot 300 = 150$ m.

L_F er 90 m (beregnet i eksempel 1).

$L = 90$ m (< 150 m) anvendes for L_1 i eksemplet.

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

$$\Delta L = 90000 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot \left(\frac{90 + 50}{2} - 10 \right) - \frac{4,22 \cdot 90000^2}{2 \cdot 2504 \cdot 210000} = 32 \text{ mm}$$

Fra B-C:

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

L_F er 90 m (beregnet i eksempel 1).

$L = 70$ m (< 90 m) anvendes for L_2 i eksemplet.

Beregning af ΔL_2 :

$$\Delta L = 70000 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot \left(\frac{90 + 50}{2} - 10 \right) - \frac{4,22 \cdot 70000^2}{2 \cdot 2504 \cdot 210000} = 31 \text{ mm}$$

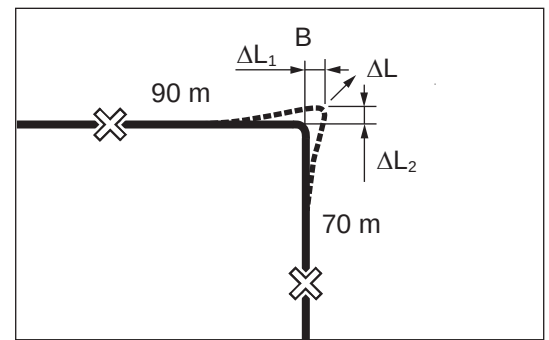
Radial bevægelse i punkt B:

Radialforskydninger ved B er:

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

$$\Delta L = \sqrt{32^2 + 31^2} = 45 \text{ mm}$$

Afsnittet "Retningsændringer" beskriver, hvordan denne ekspansion skal håndteres.

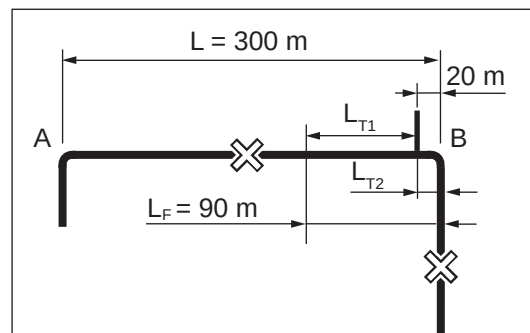


3, Ekspansion ved afgreninger

Forudsætninger
for eksempel 3

$\varnothing$ 114,3 mm, TwinPipe serie 2
 Overdækning $H = 0,6$ m
 Beregningstemperatur, fremløb $T_f = 90^\circ\text{C}$
 Beregningstemperatur, returløb $T_r = 50^\circ\text{C}$
 Montagetemperatur $T_{ins} = 10^\circ\text{C}$

Værdier fra tabellen i afsnittet "Lige rør:
 Spændingsreduktion med bøjninger -
 Tabel: Friktionskraft":
 $F = 4,22$ kN/m
 $A_s = 2504$ mm² (= medierørens samlede tværsnitsareal)

Beregning af
bevægelse i
afgreningspunkt

For at finde bevægelsen i hovedrøret ved afgreningen bestemmes følgende:

Afstanden fra bøjningen til den tænkte forankring for sektion A-B er $\frac{1}{2} \cdot 300 = 150$ m.
 L_F er 90 m (beregnet i eksempel 1).
 $L = 90$ m (< 150 m) er anvendt i eksemplet.

$$L_{T1} = L - L_{T2} = 90 - 20 = 70 \text{ m}$$

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

$$\Delta L_1 = 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot \left(\frac{90 + 50}{2} - 10 \right) \cdot 70000 - \frac{4,22 \cdot (2 \cdot 90000 - 70000) \cdot 70000}{2 \cdot 210000 \cdot 2504} = 20 \text{ mm}$$

Afsnittet "Afgreninger" beskriver, hvordan denne bevægelse skal håndteres.

Henvisning

LOGSTOR Design Tool:

<https://designtool.logstor.com/Tool/Form.aspx?ApplicationId=efd6607d-4f93-408e-a324-dc5f0febab5c>

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 spændingsniveau
Spændingsniveau uden spændingsreduktion
Spændingsreduktion med bøjninger
Spændingsreduktion med varmemforspænding
Spændingsreduktion med E-Comp

Fastlæggelse af tilladeligt aksialt spændingsniveau

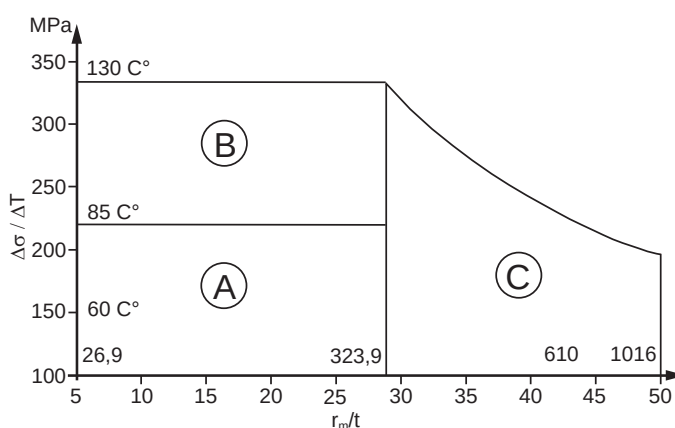
Tilladeligt aksialt spændingsniveau

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.

I forhold til lokal stabilitet kan TwinPipe anvendes risikofrit ved temperaturer op til 140°C, da det maksimale, aksiale spændingsniveau for rørene altid vil ligge under grænsekurven i nedenstående illustration.



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
- Risiko for udknækning ved smigskæringer
- Rørledningens og rørgravens kompleksitet
- Mulige forhindringer i rørgraven i forbindelse med byggearbejdet
- Reduktioner på lige rørsektioner
- Ventilernes placering
- Omfanget af ekspansionen ved bøjninger

Fastlæggelse af tilladeligt aksialt spændingsniveau

Tilladeligt aksialt spændingsniveau fortsat

EN 13941-1 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 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.

For nærmere information om systemer, udført uden spændingsreducerende tiltag, se afsnittet "Lige rør: Uden spændingsreduktion".

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

- Bøjninger
- Varmeforspænding i åben grav

Disse er beskrevet på de efterfølgende sider og i detaljer i afsnittene "Lige rør: Spændingsreduktion med bøjninger" og "Lige rør: Spændingsreduktion ved forspænding i åben rørgrav".

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 som spændinger i den friktionsfikserede sektion og som ekspansioner ved bøjninger i den delvis friktionshæmmede sektion.

Lav aksialspænding

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

Høj aksialspænding

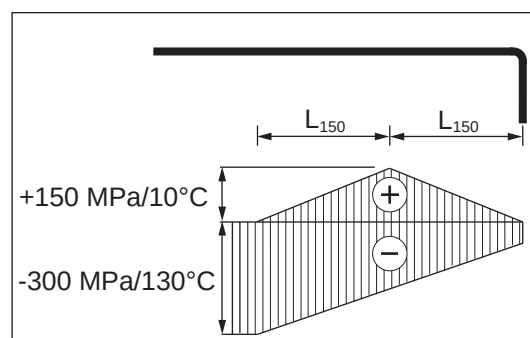
Ved høje beregningstemperaturer overstiges stålets flydespænding (R_e). Dette betegnes høj aksialspænding og er defineret i projektklasse B for små og mellemstore rør.

Alle TwinPipe-rørsystemer kan anvendes med høje aksialspændinger under behørigt hensyn til rørsystemets globale stabilitet.

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.

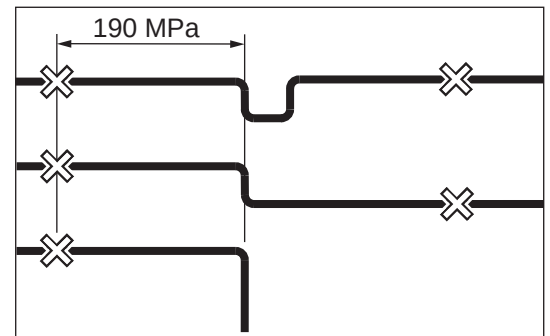


Reduktion af aksialspændinger med bøjninger

Ekspansionsbøjning

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

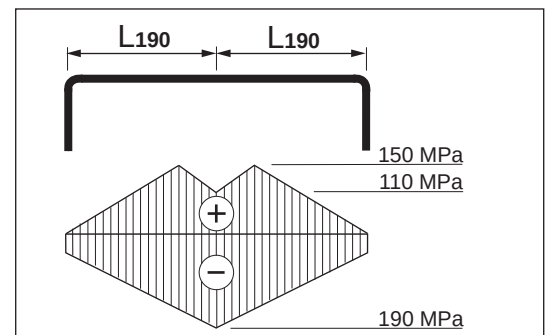
Alle naturlige retningsændringer kan optage ekspansion, såfremt bøjningen er egnet hertil. Ekspansionsbøjninger er pladskrævende og forholdsvis dyre, derfor anvendes der som regel kun yderligere ekspansionsbøjninger, hvor der ikke er andre mulige løsninger.



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

I et rørsystem med en max. driftstemperatur for fremløbet 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

Når rør varmes op, før de tildækkes, er de spændingsfrie ved forspændingstemperaturen.

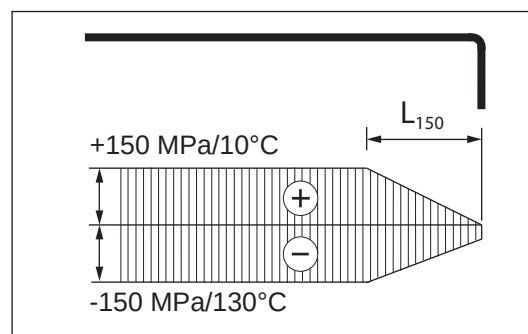
Efter tildækning ved forspændingstemperaturen, hvor ledningen har ekspanderet i længderetningen, vil temperaturændringer føre til lavere aksiale spændinger, idet de vil forekomme både som træk- og trykspændinger. Ekspansionerne ved enderne vil ligeledes være mindre og forekomme som udvidelse og tilbagetrækning i forhold til forspændingstemperaturen.

Varmforspænding udføres med vand.

Vær opmærksom på, at der under opvarmning til forvarmningstemperaturen kan være forskellig temperatur i hhv. frem- og returløb. Dermed er der risiko for en mindre rotation af rørene i den åbne rørgrav.

I et rørsystem med en max. driftstemperatur i fremløbet på 130°C og en min. temperatur efter tildækning på 10°C vil den maksimale aksialspænding i fremløbet være ± 150 MPa, når varmforspændingen er 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 anvendes ikke i forbindelse med TwinPipe-systemet.

Aksialt spændingsniveau - Fordele og ulemper

Fordele og ulemper

System	Fordele	Ulemper
Uden spændingsreduktion Typisk anvendelse: - Transmissionsledninger - Distributionsledninger - Stikledninger	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 Ekstra påpasselighed i forbindelse med fri- og parallelgravning Begrænset anvendelse af smigskæringer
Spændingsreduktion med bøjninger Typisk anvendelse: - Distributionsledninger - Stikledninger	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 varmemeforspænding	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 (vand) Varmekilde skal være til rådighed, inden rørgraven tildækkes

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

Henvisninger

Håndtering & Montage TwinPipe

Rørgraven

Oversigt

Introduktion	Dette afsnit indeholder projekteringsregler for rørgraven samt information om tilfyldningsmaterialet og løft af TwinPipes.
---------------------	--

Indhold	Rørgravens dimensioner og løft af TwinPipes Tilfyldningsmateriale Overdækning Frigravning af rør
----------------	---

Rørgravens dimensioner og løft af TwinPipes

Grundlag

For at opnå en god friktion mellem jord og kappe bør rørgraven udformes, så der er mindst 100 mm stenfrit sand rundt om rørene. Derved beskyttes kappen mod skarpe sten og der opnås en ensartet friktion mellem kappe og tilfyldningsmaterialet.

Tværsnit

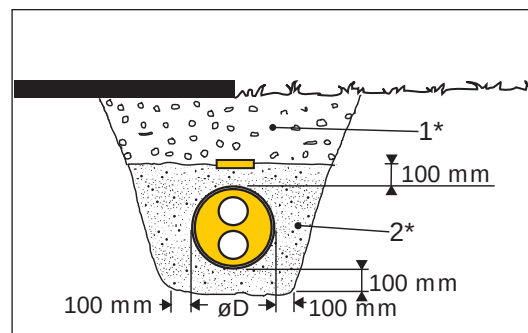
Kanalens tværsnit skal som udgangspunkt være udformet i henhold til krav i EN 13941-1 samt lokale regler vedrørende sikkerhed og arbejdsmiljø.

For at sikre tilstrækkeligt friktionsmateriale omkring røret skal målene på det viste tværsnit overholdes, se afsnittet "TwinPipe" i "Håndtering & Montage"-manualen.

Minimum 100 mm over røret placeres et markeringsbånd eller et markeringsnet.

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.



1*) Tilfyldningsmateriale til den øverste zone
2*) Tilfyldningsmateriale (friktionsmateriale)

Løft af TwinPipes

TwinPipes skal håndteres forsigtigt ved løft af enhver art. Set i forhold til et enkeltrør er medierørene i TwinPipes mere udsatte for overbelastning, da de udgør en relativt mindre del af røret.

Dette er specielt vigtigt ved nedlægning i rørgraven, hvor røret krummer omkring den "stærke" akse (horisontale akse). Foldning i rørvæggen kan undgås ved at sikre, at rørene ikke krummes mere end den tilladte minimum krumningsradius ($500 \times d$ eller $500 \times H$). For definition af "d" og "H", se afsnittet "Retningsændringer: Elastiske buer".

Afsnittet "Retningsændringer: Elastiske buer" angiver minimum krumningsradius som funktion af medierørdimensionen i henholdsvis horisontal og vertikal retning.

Rørgraven

Tilfyldningsmateriale

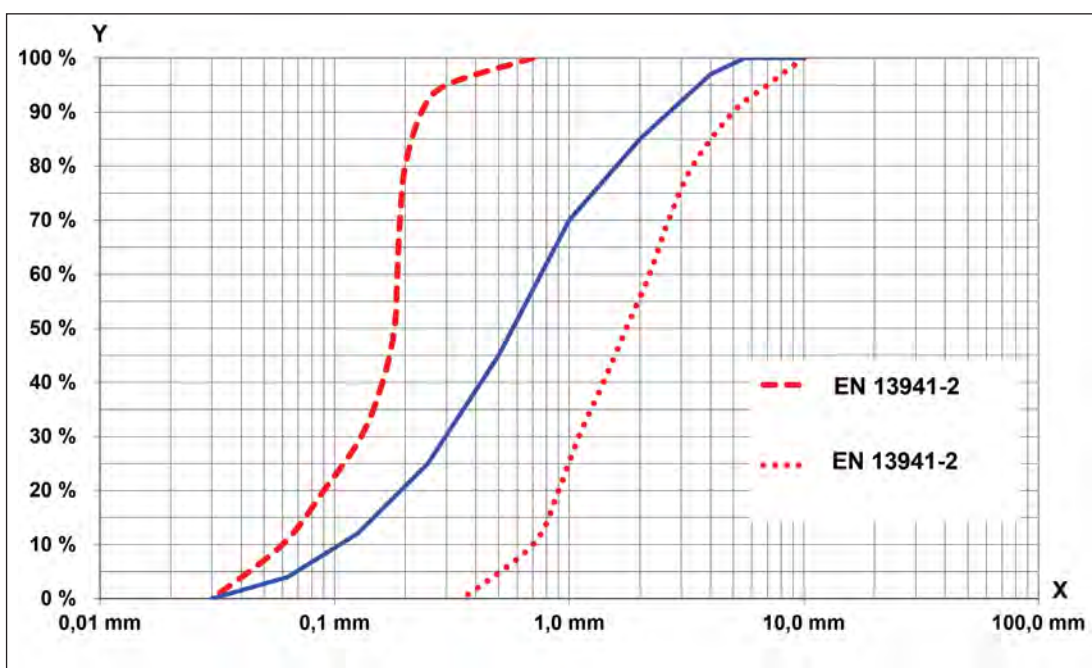
Friktionsmateriale Tilfyldningsmaterialet i friktionszonen (zone 2) skal overholde nedenstående krav, og en sigteanalyse skal ligge som eksempelvis den blå kurve imellem de to røde grænsekurver i overensstemmelse med EN 13941-2:

- 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.

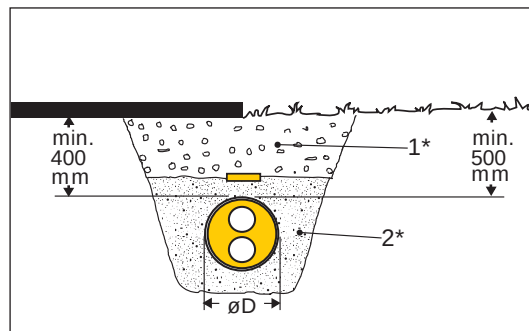
Vær opmærksom på specielle krav til ekspansionszoner, se afsnittet "Ekspansionsoptagelse".

Rørgraven Overdækning

Minimum overdækning

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

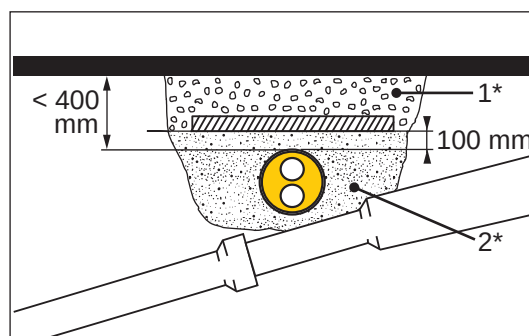
Fra overkant af ubefæstet areal til overkant af kappe anbefales en minimum overdækning på 500 mm.



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

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

For yderligere informationer kontakt LOGSTOR.



1*) Tilfyldningsmateriale til den øverste zone

2*) Tilfyldningsmateriale (friktionsmateriale)

Trafikbelastning

Hvis minimum overdækning overholder ovenstående anbefalinger, er rørene sikret mod tunge trafikbelastninger (100 kN hjultryk).

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 13941-1.

For den del af rørsystemet, som ligger i de friktionsfikserede zoner, kan rørene lægges dybere.

For yderligere informationer kontakt LOGSTOR.

Stålrør ø mm	Max overdækning over rør		
	Serie 1 m	Serie 2 m	Serie 3 m
26,9	2,90	2,60	2,30
33,7	3,30	2,90	2,50
42,4	3,60	3,20	2,90
48,3	3,70	3,70	3,30
60,3	4,20	3,70	3,30
76,1	4,70	4,20	3,70
88,9	4,70	4,40	3,70
114,3	4,80	4,30	3,80
139,7	4,70	4,20	3,70
168,3	4,90	4,50	3,90
219,1	5,30	4,70	4,40
273	5,00	4,40	3,90

Genbrug af oprindeligt materiale til tilfyldning

I de friktionsfikserede zoner, L_f , kan det opgravede materiale 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.

Afgreninger beliggende i de friktionsfikserede zoner skal tilfyldes med friktionsmateriale, se afsnittet "Rørgraven: Rørgravens dimensioner og løft af TwinPipes".

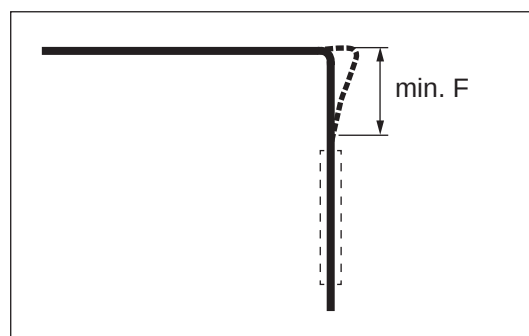
Krydsninger i beskyttelsesrør

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 (global stabilitet)
- Mindre friktion i beskyttelsesrøret, som kan føre til større ekspansioner ved bøjninger, specielt hvis beskyttelsesrøret er placeret nær ved en friende/bøjning.

- 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.

For F-længde, se afsnittet "Retningsændringer: 80-90° bøjninger med skumpuder".

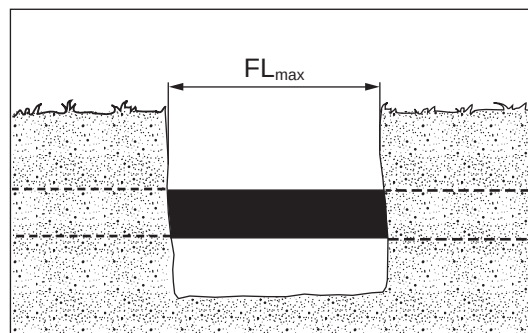


Rørgraven

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 FL_{max} i den tredje kolonne.

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

Afviger spændingsniveauet 190 MPa, 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

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

Stålrør Ø mm	FL_{190} m	FL_{max} $\sigma_{axial} > ReT$ ($\Delta T > 85^\circ C$) 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	8,1	5,5

Afstand til andre forsyningsledninger

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 kappens temperatur, kan den beregnes med LOGSTOR Calculator, som er gratis at anvende på <http://calc.logstor.com>.

Henvisninger

Håndtering & Montage

TwinPipe

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 rørstrækninger uden spændingsreduktion Spændingsreduktion med bøjninger Spændingsreduktion ved forspænding i åben rørgrav

Uden spændingsreduktion

Definition

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

Spændingsdiagram

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

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

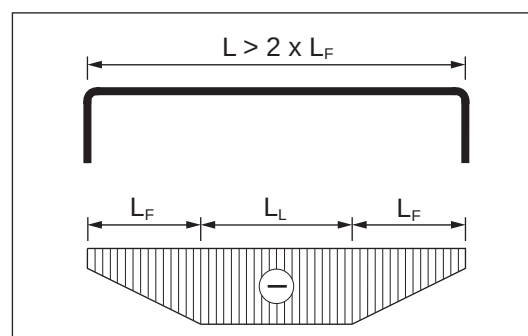
Fra bøjningerne stiger spændingen til $\sigma_{\max}$. Afstanden kaldes L_F , friktionslængde.

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

For detaljer, se afsnittet "Spændingsniveau og ekspansionsberegning: Aksialt spændingsniveau".

L_L = friktionslåst sektion

L_F = friktionslængde



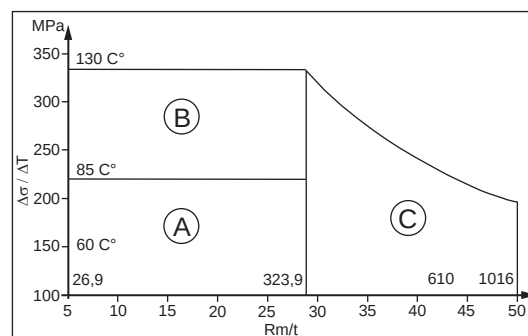
Maksimalt tilladelige temperatur-/aksialspændingsniveau

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

Diagrammet er gengivet fra EN 13941.

Den vandrette akse angiver forholdet mellem stålrørets middelfradius og godstykkele.

Den lodrette akse er de maksimale aksialspændinger og temperaturforskellen mellem montage- og beregningstemperaturen. Se evt. EN 13941-1.



For TwinPipe-dimensionerne er den tilladelige temperaturforskel $\Delta T = 130^\circ\text{C}$, hvilket svarer til et aksialt spændingsniveau på 334 MPa. TwinPipe-systemer kan dermed installeres uden spændingsreduktion, såfremt den globale stabilitet er sikret.

For alle systemer skal den globale stabilitet altid kontrolleres, se detaljeret fastlæggelse af spændinger i afsnittet "Aksialt spændingsniveau: Fastlæggelse af tilladelige spændinger".

Bemærk:

Temperaturforskellen mellem frem- og returløb skal altid være mindre end 60°C .

Uden spændingsreduktion

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 de mindre TwinPipe-dimensioner i områder uden eller med få andre nedgravede forsyningsledninger.

For information om lægningsdybder og frigravning, se afsnittet "Rørgraven".

Spændingsreduktion med bøjninger

Definition

Ved spændingsreduktion med bøjninger tildækkes rørene, før systemet opvarmes.

Afstanden mellem ekspansionsbøjningerne tilpasses således, at afstanden mellem 2 bøjninger ikke resulterer i aksiale spændinger, der overstiger det fastlagte spændingsniveau.

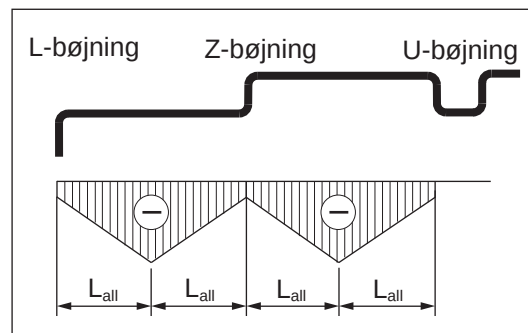
Afstanden fra en bøjning til punktet med det ønskede spændingsniveau kaldes montagelængden og har indekserne med det faktiske spændingsniveau.

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}

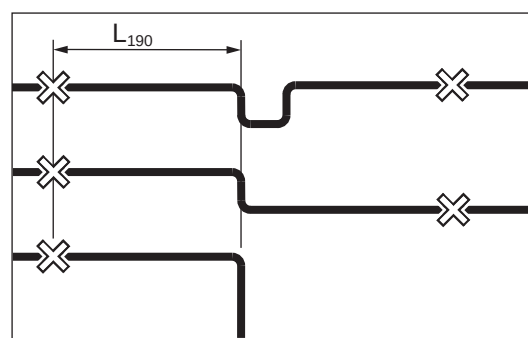
I princippet kan den tilladelige spænding vælges frit for TwinPipe-rørsystemer.

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 den globale stabilitet.

Bøjninger, som kan anvendes, er L-, Z-, eller U-bøjninger. Vinklen skal altid være mellem 80 og 90°. Bøjninger med mindre vinkel må kun anvendes, såfremt de overholder de anførte regler i afsnittet "Retningsændringer".

Beregning af selve bøjningen, se afsnittet "Retningsændringer".

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



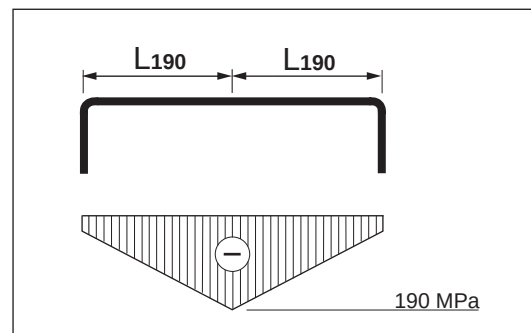
Spændingsreduktion med bøjninger

Montagelængde, beregning

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

$$L_{\text{all}} = \left(\sigma_{\text{all}} - \frac{1}{2} \cdot E \cdot \alpha \cdot (T_f - T_r) \right) \frac{A_s}{F}$$

Tværsnitsarealet A_s og friktionskraften F er angivet i tabellen i afsnittet "Lige rør: Spændingsreduktion med bøjninger - Tabel: Friktionskraft" for den aktuelle dimension, serie og overdækning.



Spændingsreduktion med bøjninger - Tabel: Friktionskraft

Forudsætninger for tabellerne

Nedenstående tabeller angiver friktionskraften fra jorden (friktionsmaterialet) som funktion af overdækningen.

Følgende forudsætninger er anvendt:

Tilfyldningsmaterialets friktionsvinkel

$$\varphi = 32,5^\circ$$

Jordens specifikke vægt

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

Friktionskoefficient, mellem friktionsmateriale og PE-kappe $\mu = 0,40$

Serie 1

d ø mm	D _c ø mm	A _s mm ²	Friktionskraft, F		
			H = 0,60 m kN/m	H = 0,80 m kN/m	H = 1,00 m kN/m
26,9	125	397	1,37	1,80	2,23
33,7	140	508	1,54	2,02	2,51
42,4	160	650	1,77	2,33	2,88
48,3	160	747	1,78	2,33	2,89
60,3	200	1046	2,25	2,95	3,64
76,1	225	1334	2,57	3,35	4,13
88,9	250	1723	2,89	3,75	4,62
114,3	315	2504	3,72	4,82	5,91
139,7	400	3079	4,85	6,23	7,62
168,3	450	4129	5,57	7,13	8,70
219,1	560	6068	7,22	9,16	11,10
273	710	8419	9,57	12,04	14,50

A_s angiver de to medierørs samlede tværsnitsareal.

Serie 2

d ø mm	D _c ø mm	A _s mm ²	Friktionskraft, F		
			H = 0,60 m kN/m	H = 0,80 m kN/m	H = 1,00 m kN/m
26,9	140	397	1,53	2,02	2,50
33,7	160	508	1,77	2,32	2,88
42,4	180	650	2,00	2,63	3,25
48,3	180	747	2,01	2,63	3,26
60,3	225	1046	2,55	3,33	4,11
76,1	250	1334	2,86	3,73	4,60
88,9	280	1723	3,25	4,22	5,19
114,3	355	2504	4,22	5,45	6,69
139,7	450	3079	5,50	7,06	8,62
168,3	500	4129	6,24	7,97	9,71
219,1	630	6068	8,20	10,39	12,57
273	800	8419	10,92	13,70	16,47

A_s angiver de to medierørs samlede tværsnitsareal.

Spændingsreduktion med bøjninger - Tabel: Friktionskraft

Serie 3

d ø mm	D _c ø mm	A _s mm ²	Friktionskraft, F		
			H = 0,60 m kN/m	H = 0,80 m kN/m	H = 1,00 m kN/m
26,9	160	397	1,76	2,31	2,87
33,7	180	508	1,99	2,62	3,24
42,4	200	650	2,23	2,93	3,62
48,3	200	747	2,24	2,93	3,63
60,3	250	1046	2,84	3,71	4,58
76,1	280	1334	3,22	4,20	5,17
88,9	315	1723	3,67	4,77	5,86
114,3	400	2504	4,79	6,18	7,57
139,7	500	3079	6,16	7,89	9,63
168,3	560	4129	7,06	9,00	10,94
219,1	710	6068	9,36	11,82	14,28
273	900	8419	12,48	15,60	18,72

A_s angiver de to medierørs samlede tværsnitsareal.

1, eksempel på spændingsreduktion med bøjninger

Forudsætninger for eksempel 1

Lige rørsektion:	600 m
Dimension:	Ø 139,7 mm, TwinPipe serie 2
Overdækning:	H = 0,6 m
Beregningstemperatur, fremløb:	$T_f = 90^\circ\text{C}$
Beregningstemperatur, retur:	$T_r = 50^\circ\text{C}$
Montagetemperatur:	$T_{ins} = 10^\circ\text{C}$

Maksimal afstand mellem bøjninger

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

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

Jordfriktionen og stålrørenes tværsnitsareal findes i tabellen i afsnittet "Lige rør: Spændingsreduktion med bøjninger - Tabel: Friktionskraft" for DN125 i serie 2:
 $F = 5,50 \text{ kN/m}$

$A_s = 3079 \text{ mm}^2$ (= medierørenes samlede tværsnitsareal)

Montagelængden for $\sigma = 190 \text{ MPa}$ beregnes.

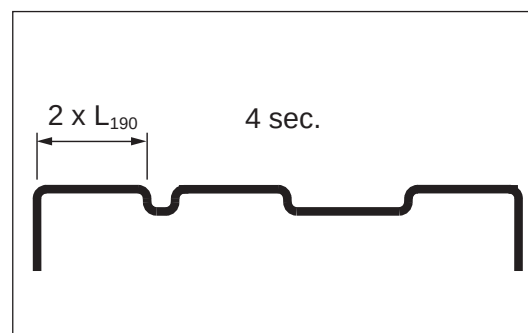
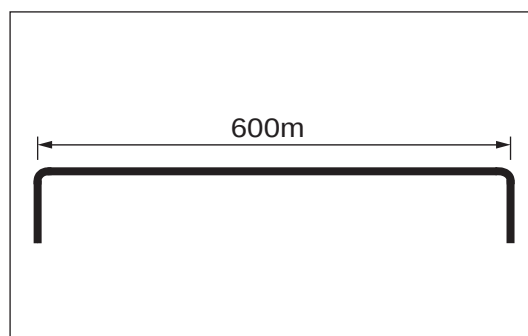
$$L_{all} = \left(\sigma_{all} - \frac{1}{2} \cdot (E \cdot \alpha) \cdot (T_f - T_r) \right) \cdot \frac{A_s}{F}$$

$$L_{190} = \left(190 - \frac{1}{2} \cdot 2.52 \cdot (90 - 50) \right) \cdot \frac{3079}{5.50 \cdot 1000} = 78 \text{ m}$$

De 600 m skal inddeles i sektioner:

$$\text{Min antal sektioner} = \frac{L}{2 \cdot L_{all}} = \frac{600}{2 \cdot 78} = 3.8 \approx 4 \text{ sektioner (max } 2 \cdot L_{190} \text{ lange)}$$

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

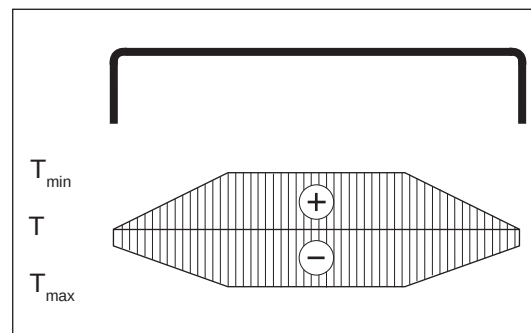


Spændingsreduktion ved forspænding i åben rørgrav

Definition

Når rør varmes op, før de tildækkes, er de spændingsfrie ved forspændingstemperaturen.

Efter tildækning ved forspændingstemperaturen, hvor ledningen har ekspanderet i længderetningen, vil temperaturændringer føre til lavere aksiale spændinger, idet de vil forekomme både som træk- og trykspændinger. Ekspansionerne ved enderne vil ligeledes være mindre og forekomme som udvidelse og tilbagetrækning i forhold til forspændingstemperaturen.



Vær opmærksom på, at der under opvarmning til forspændingstemperaturen kan være forskellig temperatur i hhv. frem- og returløb. Dermed er der risiko for en mindre rotation af rørene i den åbne rørgrav.

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

Max. temperatur resulterer i udvidelser, og min. temperatur resulterer i sammenføringer.

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

Beskrivelse

Der kan varmemeforspændes med vand fra det eksisterende system.

Opvarmning til forspændingstemperatur kræver:

- Nøjagtig temperaturstyring
- Opvarmning i åben rørgrav
- Kontrol af længdeudvidelser
- Sikring af røret i længde- og bredderetning
- Kontrol af evt. rotation af røret i den åbne grav

Når forspændingstemperaturen 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 sammenføringer og udvidelser i de allerede etablerede, forvarmede sektioner.

Spændingsreduktion ved forspænding i åben rørgrav

Forspændings-temperatur og aksialspænding

Ved forspænding anvendes normalt middeltemperaturen i systemet, hvilket medfører, at tryk- og trækspændingerne i fremløbet stabiliserer sig på samme niveau.

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

Trækspænding under afkølingen:

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

Trykspænding under opvarmning:

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

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.

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

$T_{\text{Pre}} = 0.5 \cdot (T_f + T_{\text{Ins}})$ = Varmeforspændingstemperatur

T_f = Beregningstemperatur for fremløb

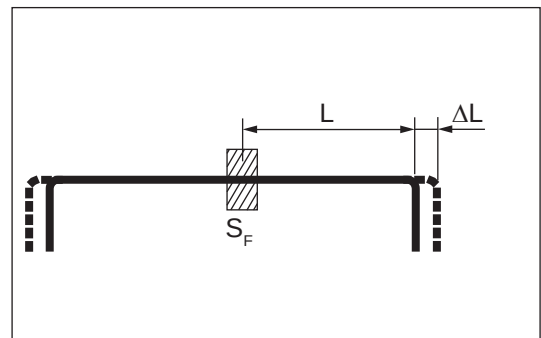
T_{Ins} = Montagetemperatur

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.



2, eksempel på spændingsreduktion ved varmforspænding

Forudsætninger for eksempel 2

Lige rørsektion:	1800 m
Dimension:	Ø 139,7 mm, TwinPipe serie 2
Overdækning:	H = 0,6 m
Beregningstemperatur, fremløb:	$T_f = 130^\circ\text{C}$
Beregningstemperatur, returløb:	$T_r = 90^\circ\text{C}$
Montagetemperatur:	$T_{ins} = 10^\circ\text{C}$

Ekspansion og spændinger

Ifølge afsnittet "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.

$$T_{Pre} = 0,5 \cdot (T_f + T_{Ins}) = 0,5 \cdot (130 + 10) = 70^\circ\text{C}$$

En sandfiksering oprettes i midten - 900 m fra enderne.

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

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

$$\Delta L_1 = \Delta L_2 = (70 - 10) \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 900000 = 648 \text{ mm.}$$

I dette eksempel er forspændingstemperaturen sat til halvdelen af montagetemperatur og max. beregningstemperatur for fremløbet.

Aksialspændingen for fremløbet bliver:

$$\sigma_{f, \max} = (T_f - T_{Pre}) \cdot (E \cdot \alpha)$$

$$\sigma_{f, \max} = (130 - 70) \cdot 2.52 = 151 \text{ MPa}$$

(Trykspændinger, når opvarmet)

$$\sigma_{f, \min} = (T_{Pre} - T_{Ins}) \cdot (E \cdot \alpha)$$

$$\sigma_{f, \min} = (70 - 10) \cdot 2.52 = 151 \text{ MPa}$$

(Trækspændinger, når afkølet)

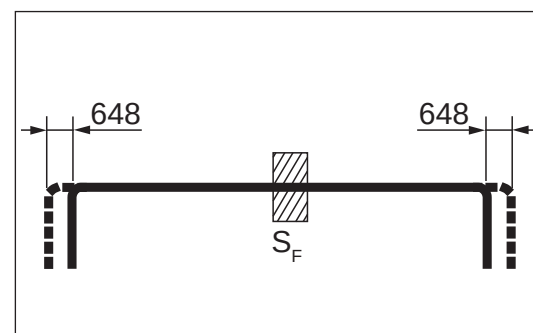
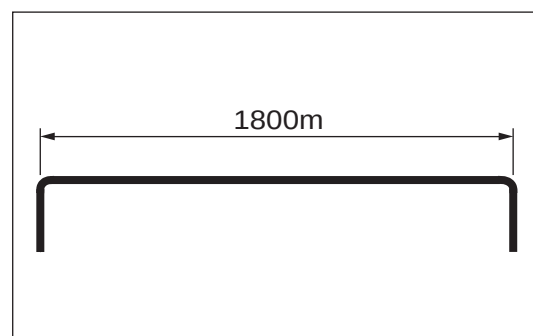
Aksialspændingen for returløbet bliver:

$$\sigma_{r, \max} = (90 - 70) \cdot 2.52 = 50 \text{ MPa}$$

(Trykspændinger, når opvarmet)

$$\sigma_{r, \min} = (70 - 10) \cdot 2.52 = 151 \text{ MPa}$$

(Trækspændinger, når afkølet)



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-isolering eller medierør overbelastes i henhold til EN13941-1. Følges nedenstående projekteringsanvisninger, vil de maksimale belastninger være i niveau med de krav, der stilles i EN 13941-1. Ved temperaturændringer i mediet sker der en udvidelse eller sammentrækning af de præisolerede rør ved retningsændringerne, hvilket kan føre til udmattelse af stålrørene eller deformation af PUR-skummet med risiko for uensigtsmæssig 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

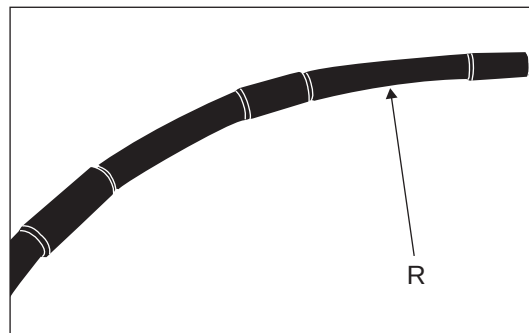
Generelt

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

Det kan ske horisontalt, dvs. om rørets svage akse og i mindre grad omkring den stærke akse - vertikalt.

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. Ved nedlægning kan det være nødvendigt at sikre rørets placering f.eks. ved delvis tildækning eller med sandsække.



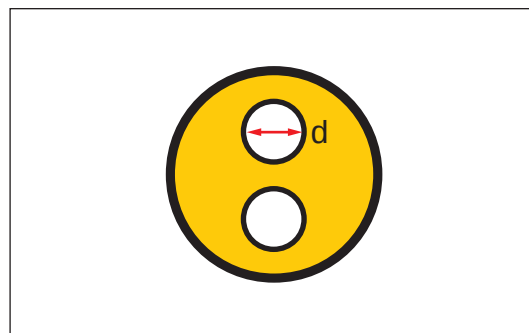
Anvendelse - horisontalt

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

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

Minimum bukkeradius gælder for alle isoleringsserier.

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



d	Min. tilladelig radius, horisontalt	Vinkel over 12 m	Vinkel over 16 m
mm	m	°	°
26,9	13,5	51	68
33,7	16,9	41	54
42,4	21,2	32	43
48,3	24,2	28	38
60,3	30,2	23	30
76,1	38,1	18	24
88,9	44,5	15	21
114,3	57,2	12	16
139,7	69,9	9,8	13
168,3	84,2	8,2	11
219,1	110,0	6,3	8,4
273	137,0	5,0	6,7

Retningsændringer

Elastiske buer

Anvendelse - vertikalt

I vertikal retning er TwinPipe-systemet mere stift på grund af rørets opbygning.

Minimum bukeradius er $R = 500 \cdot H$, hvor H er medierørenes samlede, udvendige, vertikale højde.

$R = 500 \cdot H$ er ligeledes den minimum radius, som rørene må udsættes for under håndtering ved montage.

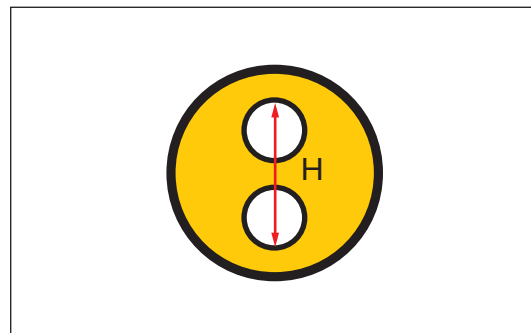
Rent praktisk skal det ikke forventes, at denne lille radius kan anvendes under montage. Da TwinPipes er relativt stive i vertikal i forhold til horisontal retning er der risiko for, at rørene vil rotere. Derfor anbefales det ikke at anvende min. radius ved montage. Som tommelfingerregel kan rørene i graven lægges med en radius på $R = 750 \cdot H$.

Tabellen angiver bukeradier svarende til $R = 750 \cdot H$, gældende for alle serier.

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

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

Kontakt LOGSTOR for yderligere support.

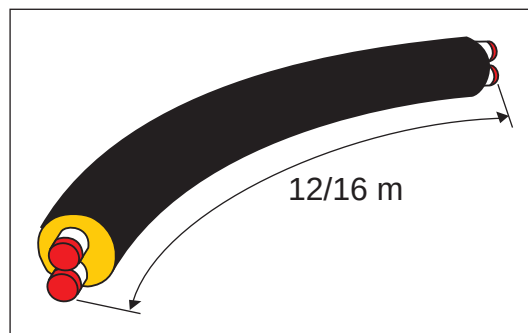


d	Anbefalet radius, $750 \cdot H$ vertikalt	Vinkel over 12 m	Vinkel over 16 m
mm	m	°	°
26,9	55	13	17
33,7	65	11	14
42,4	78	8,8	12
48,3	87	7,9	11
60,3	105	6,5	8,7
76,1	129	5,3	7,1
88,9	152	4,5	6,0
114,3	190	3,6	4,8
139,7	232	3,0	4,0
168,3	282	2,4	3,2
219,1	362	1,9	2,5
273	443	1,6	2,1

Retningsændringer Præfabrikerede buerør

Generelt

Fabriksfremstillede buerør kan med fordel anvendes, når den ønskede radius er mindre end rørdimensionens tilladte, elastiske radius. Buerør kan kun bukkes horisontalt.

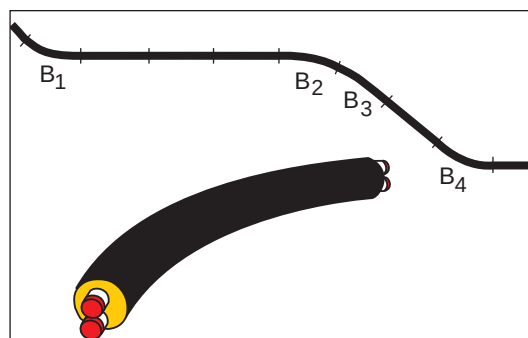


Anvendelse

Buerør anvendes i stedet for traditionelle bøjninger til horisontale retningsændringer.

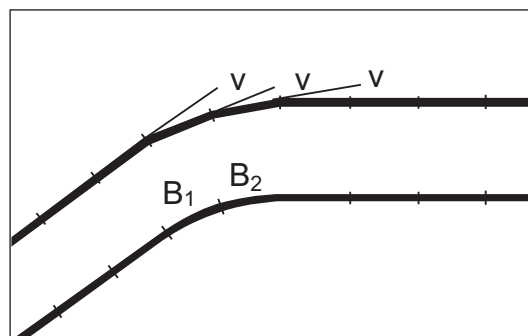
Der anvendes ikke fikseringslasker i buerør.

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.

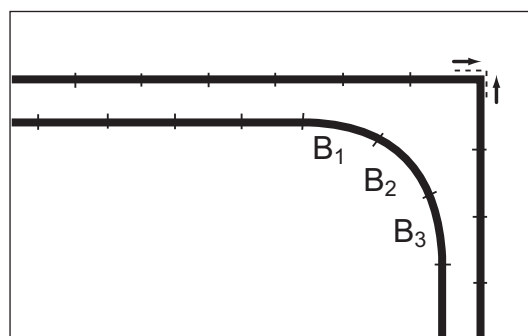


Løsningsmuligheder med buerør

- Til erstatning for retningsændringer udført ved smigskæring



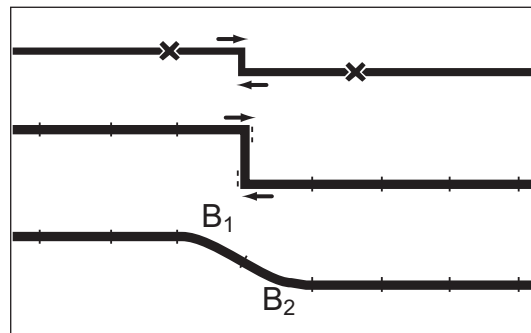
- Til retningsændringer



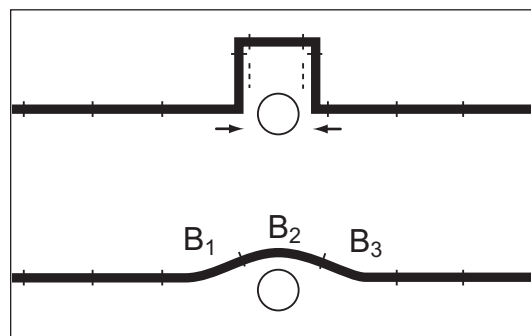
Retningsændringer Præfabrikerede buerør

Løsningsmulig- heder 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



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

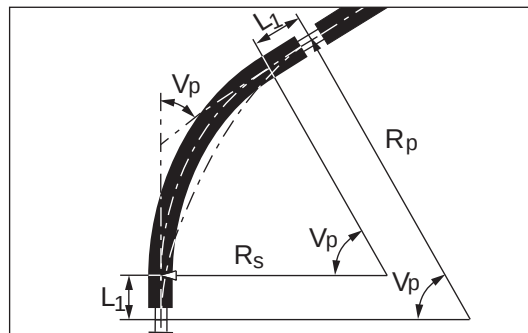
R_p : Projekteringsradius

R_s : Segmentradius (radius for det bukkede stykke)

L_1 : Længden af lige rørstykke

Tol: Tolerance på vinkel +/-

(se afsnittet "Fastrørsystem TwinPipe: 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 højre- eller venstrebuget, se afsnittet "Fastrørsystem TwinPipe: Buerør" i Produktkataloget.

Dette oplyses ligeledes ved bestilling.

Max. vinkler og aksiale middelspændinger

Tabellerne på næste side viser den maksimale vinkel, som et buerør kan leveres med samt ved hvilket middel 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

$\sigma_{max,middel}$: Max. aksial middelspænding ved max. vinkel. Ved højere aksial middelspænding reduceres den maksimale vinkel - se afsnittet "Retningsændringer: Præfabrikerede buerør".

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 middelspændingsniveauet, $\sigma_{max,middel}$, 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

Aksial middelspænding

Den aksiale middelspænding er en beregningsmæssig enhed tilsvarende middeltemperaturen og beregnes som følger:

$$L_x < L_F$$

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

Hvor

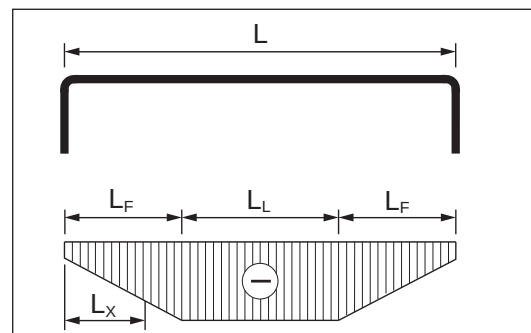
A_s = Det samlede tværsnitsareal af de to stålrør, hvilket fremgår af tabellerne i afsnittet "Lige rør: Spændingsreduktion med bøjninger - Tabel: Friktionskraft".

$$L_x > L_F$$

$$\sigma_x = \Delta T_{\text{middel}} \cdot E \cdot \alpha$$

Hvor

ΔT_{middel} = Forskellen mellem middeltemperaturen på frem- og returløb og temperaturen, hvor røret bliver tildækket.



R_p ved andre vinkler

R_p kan 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	$\sigma_{\text{max, middel}}$ MPa	Jordtryk MPa
60,3 x 2,9	16	43,0	0,60	334	0,036
76,1 x 2,9	25	27,5	0,60	334	0,067
88,9 x 3,2	33	20,8	0,60	334	0,091
114,3 x 3,6	38	18,1	0,56	334	0,109
139,7 x 3,6	43	16,0	0,63	190	0,105
168,3 x 4,0	45	15,3	0,67	180	0,112
219,1 x 5,0*	40	16,8	0,89	175	0,117

* Ved bukning af 219 x 219/710 er max gradtal for 12 m 18°.

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

Retningsændringer

Præfabrikerede buerør

16 m buerør

d x t mm	V _p , max °	R _p , min m	L ₁ m	σ _{max, middel} MPa	Jordtryk MPa
60,3 x 2,9	-	-	-	-	-
76,1 x 2,9	-	-	-	-	-
88,9 x 3,2	-	-	-	-	-
114,3 x 3,6	13	65,5	2,49	334	0,042
139,7 x 3,6	16	57,3	2,47	334	0,049
168,3 x 4,0	19	48,25	2,45	334	0,068
219,1 x 5,0	19	48,25	2,42	334	0,079

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

Max. projekteringsvinkel ved andre spændingsniveauer

Projekteringsvinklen V_p skal reduceres, såfremt det aktuelle middel spændingsniveau σ er højere end den angivne værdi i foranstående tabeller.

Den reducerede projekteringsvinkel V_p findes som:

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

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

ΔT_{middel} ≤ 100°C

For systemer, hvor middeltemperaturdifferensen ΔT_{middel} ≤ 100°C, kan der anvendes buerør med projekteringsvinkler/-radier som angivet i nedenstående tabel. ΔT_{middel} = 100°C giver en aksial middelspænding på 252 MPa.

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

I det tilfælde, hvor middeltemperaturen og/eller det aktuelle middelspændingsniveau er lavere end de ovennævnte værdier 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 for de angivne størrelser for 12 m buerør.

12 m buerør ved max. aksial middelspænding

	V _p max	R _p min m	L ₁ m	σ _{max, middel} MPa	Jordtryk MPa
60,3 x 2,9	15,0	45,8	0,7	334	0,03
76,1 x 2,9	24,0	28,6	0,7	334	0,06
88,9 x 3,2	32,0	21,5	0,6	334	0,082
114,3 x 3,6	38,0	18,1	0,6	334	0,109
139,7 x 3,6	36,5	18,8	0,6	252	0,105
168,3 x 4,0	34,0	20,2	0,7	252	0,111
219,1 x 5,0	24,0	28,7	0,9	252	0,094

Retningsændringer

Præfabrikerede buerør

16 m buerør ved max. aksial middelspænding

Tabellen på foregående side kan altid anvendes, da 16 m buerør kan anvendes ved høje aksiale middelspændinger.

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.

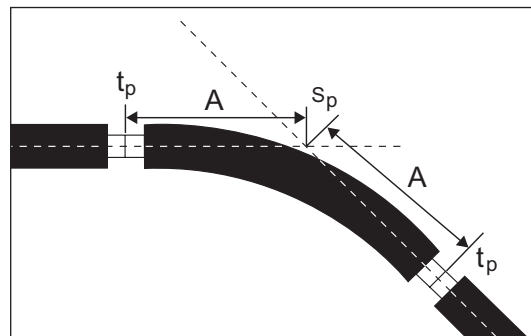
Afstanden A kan udregnes efter følgende formel:

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

hvor

R_p : Projekteringsradius

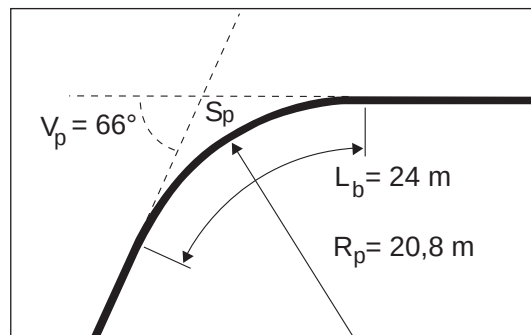
V_p : Projekterings-/bukkevinkel



Præfabrikerede buerør - eksempel

Forudsætninger

Dimension $\varnothing$ 219,1/630 (serie 2)
 Overdækning $H = 0,6$ m
 Beregningstemperatur, fremløb $T_f = 90^\circ\text{C}$
 Beregningstemperatur, returløb $T_r = 50^\circ\text{C}$
 Montagetemperatur $T_{ins} = 10^\circ\text{C}$
 Projekteringsvinkel $V_p = 66^\circ$
 Rørlængde $L_b = 24$ m
 Buerøret placeres i det friktionsfikserede område.



Af tabel tidligere i afsnittet fremgår følgende værdier for $\varnothing$ 219,1 buerør:

- $V_{p, \max} = 43^\circ$ (Max. bukevinkel)
- $\sigma_{\max, \text{middel}} = 140$ MPa (Tilladeligt spændingsniveau)

Da projekteringsvinklen V_p (66°) er større end den tilladelige vinkel $V_{p, \max}$ (43°), 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:

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

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

$$\sigma = 43 \cdot \frac{140}{33} = 182 \text{ MPa}$$

Ved beregning af den aksiale middelspænding undersøges det, om spændingsniveauet er under det tilladelige spændingsniveau på 182 MPa på det sted, hvor buerøret indbygges:

$$L_x > L_F$$

$$\sigma_x = \Delta T_{\text{middel}} \cdot E \cdot \alpha$$

$$\sigma_x = \left(\frac{90 + 50}{2} - 10 \right) \cdot 2,52 = 150 \text{ MPa}$$

Da den aksiale middelspænding er < 182 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 højre- eller venstrebukkes, se evt. afsnittet "Fastrørsystem TwinPipe: Buerør" i Produktkataloget.

A-målet, som angiver målet fra en svejsning til skæringspunktet for buerørets tangenter, beregnes (anvendes på systemtegning samt i marken):

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

Retningsændringer

Smigskæring

Generelt

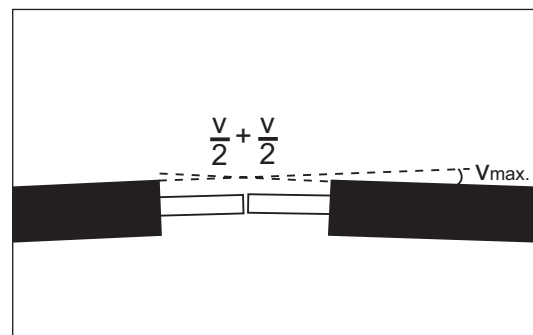
Smigskæring kan anvendes til mindre, horisontale retningsændringer. Brugen af smigskæring bør dog minimeres mest mulig, da der vil forekomme spændingskoncentrationer i området med smigskæringen. Derved er der større risiko for, at svagheder kan opstå i smigskæringen.

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

Anvendelsesmuligheder

Der tillades kun smigskæringer ved horisontale retningsændringer – ikke ved vertikale retningsændringer.

Der skal ikke monteres fikseringslasker ved smigskæringer.



Tilladelig smigskæring

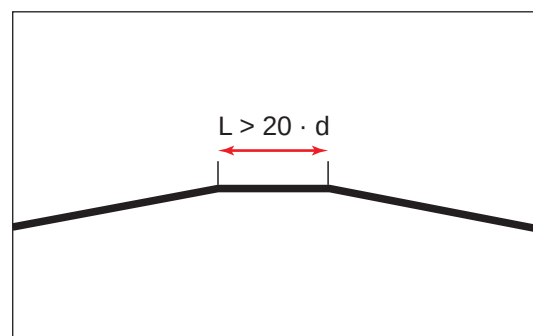
Den tilladelige størrelse af en smigskæring defineres ud fra rørsystemets aksiale spændingsniveau, $\sigma_{a,max}$.

ΔT_{max} er forskellen mellem fremløbets beregningstemperatur og montage-temperaturen.

ΔT_{max} °C	$\sigma_{a,max}$ MPa	V_{max} °
60	150	4
90	228	2
100	252	1
110	280	0,5
> 110	> 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 muffer kan anvendes ved smigskæringer til nedenstående vinkler, såfremt ovenstående er overholdt:

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

Stålmedierør skal kontrolleres statisk.

Retningsændringer

80-90° bøjninger med skumpuder

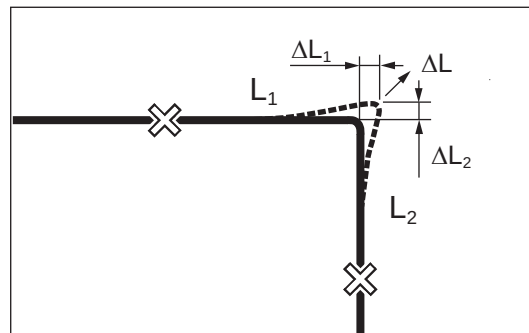
Generelt

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/last-cykler

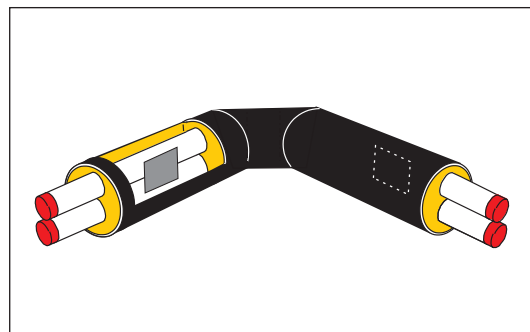
På baggrund af de aktuelle temperaturer og lægningsforhold udregnes bevægelsen ved bøjningen. Alle bøjninger sikres mod udmattelse i henhold til EN13941 med de angivne min. temperaturvariationer, som er beskrevet i afsnittet "Generelt: Projektklasser".

Alle bøjninger i denne manual er ligeledes beregnet med sikkerhedsfaktorer for projektklasse B.

Fikseringslasker

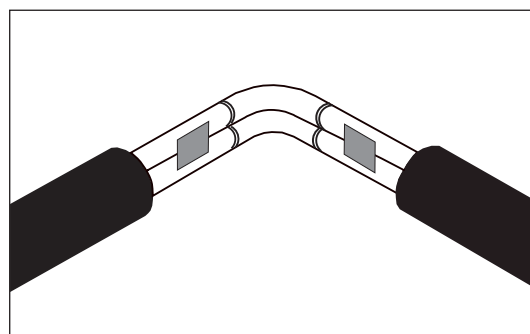
Der skal anvendes fikseringslasker ved alle retningsændringer.

Alle præisolerede bøjninger leveres med indbyggede fikseringslasker, så ved brug af præisolerede bøjninger er der ikke behov for flere tiltag.



Ved anvendelse af muffebøjninger skal der påsvejses fikseringslasker på de lige rørender ved begge sider af bøjningen, se afsnittet: "Generelt: Systemdefinitioner". Er der mindre end 12 meter mellem 2 bøjninger, kan det undlades at svejse fikseringslasker på det ben, hvor der er mindre end 12 m til næste bøjning.

For montage af fikseringslasker, se Håndtering & Montage-manualen afsnittet "TwinPipe-systemet: Fikseringslasker".



Anvendelsesmuligheder

Retningslinjerne i dette afsnit vedrører horisontale retningsændringer.

80-90° bøjninger med skumpuder

**Ekspansions-
zonens længde**

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

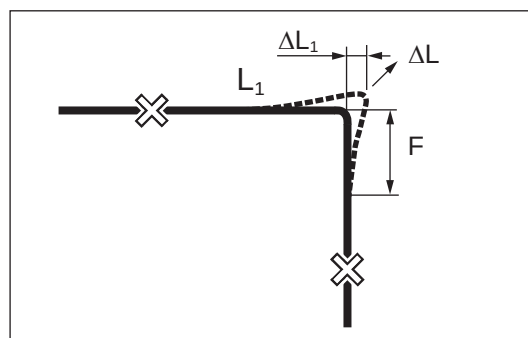
Detaljerede formler er beskrevet i afsnittet "Spændingsniveau og ekspansionsberegning: Ekspansion ved bøjninger".

**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 de efterfølgende kurver.

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

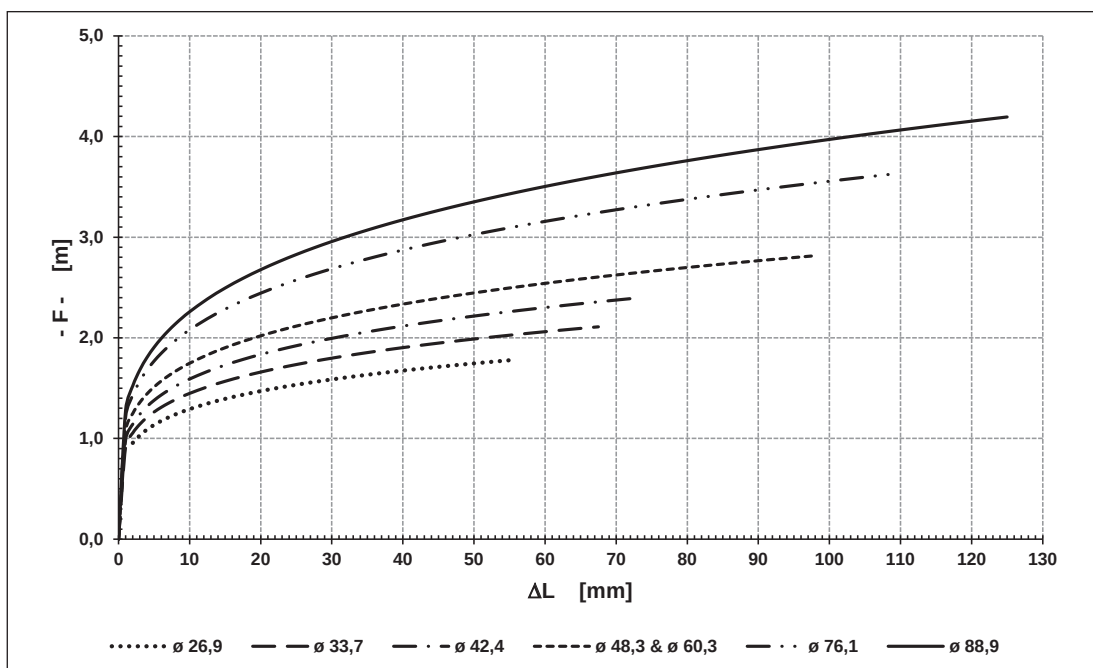


Ved beregning af den aksiale ekspansion tages der hensyn til både jorddækning og isoleringsserie.

På diagrammets vandrette akse findes det aktuelle ΔL .

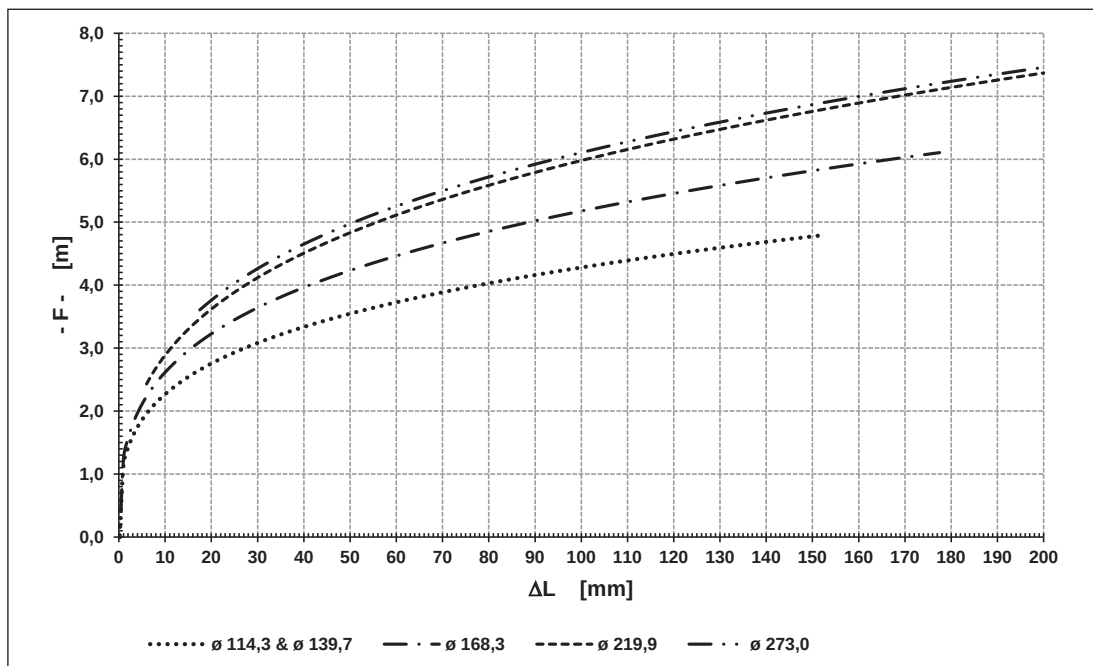
Dette mål forskydes lodret op til den aktuelle dimensionskurve, og F -længden aflæses på den lodrette akse.

Kurverne er gældende for alle isoleringsserier.

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

Retningsændringer 80-90° bøjninger med skumpuder

Ekspansions-
zone,
F-længde
ø 139,7 – ø 273
Serie 1, 2 og 3



Skumpuder

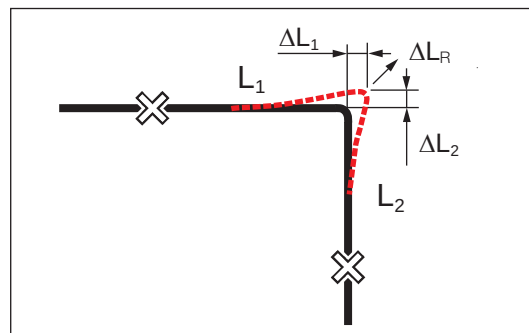
For at bestemme det nødvendige antal og tykkelse af skumpuder, der er nødvendig for at optage ekspansionen i bøjningen, skal bøjningens resulterende ekspansion ΔL_R beregnes.

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

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".



80-90° bøjninger med skumpuder

Længde af skumpuder

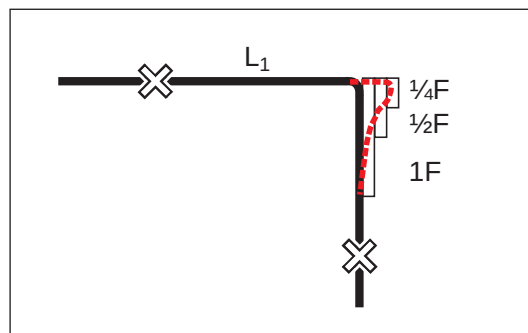
Skumpudens længde er som minimum F-længden.

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.

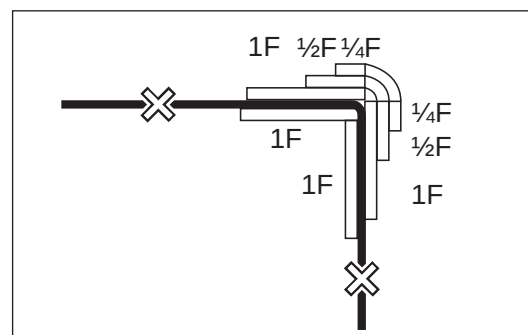
**Placering af skumpuder**

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.

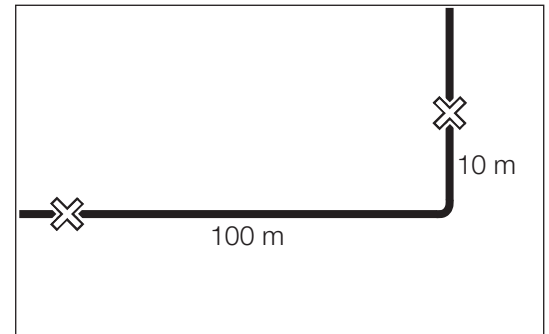
For varmemforspændte systemer placeres det samme antal skumpuder udvendigt og indvendigt, såfremt ekspansionen er udregnet i forhold til en forspændings-temperatur, som er lig middeltemperaturen.



80-90° bøjninger med skumpuder - Eksempel

Forudsætninger
for eksemplet

$\varnothing$ 60,3, serie 2
 Overdækning $H = 0,6$ m
 Beregningstemperatur, fremløb $T_f = 90^\circ\text{C}$
 Beregningstemperatur, retur $T_r = 50^\circ\text{C}$
 Montagetemperatur $T_{ins} = 10^\circ\text{C}$
 $L_1 = 100$ m
 $L_2 = 10$ m
 Fra tabel i afsnittet "Lige rør: Spændings-
 reduktion med bøjninger - Tabel:
 Friktionskraft" for $\varnothing$ 60,3 serie 2:
 $F = 2,55$ kN/m
 $A_s = 1046$ mm² (= medierørens sam-
 lede tværsnitsareal)

Max.
spændings-
niveau

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

$$\sigma_{\max.} = (90 - 10) \cdot 2,52 = 202 \text{ [MPa]}$$

ΔT_{middel} beregnes:

$$\Delta T_{\text{middel}} = \left(\frac{T_f + T_r}{2} - T_{ins} \right) = \left(\frac{90 + 50}{2} - 10 \right) = 60^\circ\text{C}$$

Friktionslængden L_F :

$$L_F = \Delta T_{\text{middel}} \cdot (E \cdot \alpha) \cdot \frac{A_s}{F}$$

$$L_F = 60 \cdot 2,52 \cdot \frac{1046}{2,55 \cdot 1000} = 62 \text{ m}$$

Ekspansion

$$\Delta L = L_x \cdot \alpha \cdot \Delta T_{\text{middel}} - \frac{F \cdot L_x^2}{2 \cdot A_s \cdot E}$$

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

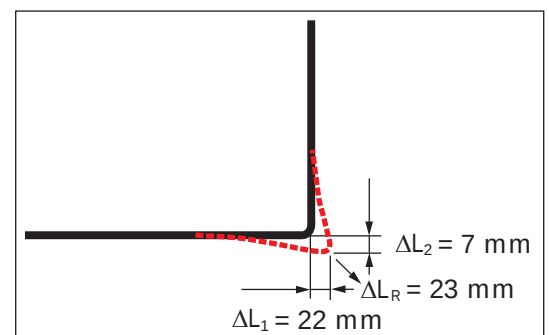
$$\Delta L_1 = 62000 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 60$$

$$- \frac{2,55 \cdot 62000^2}{2 \cdot 1046 \cdot 210000} = 22 \text{ mm}$$

Som L_2 anvendes den faktiske længde = 10 m.

$$\Delta L_2 = 10000 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 60$$

$$- \frac{2,55 \cdot 10000^2}{2 \cdot 1046 \cdot 210000} = 7 \text{ mm}$$

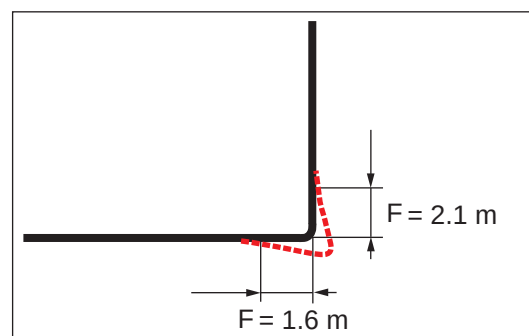
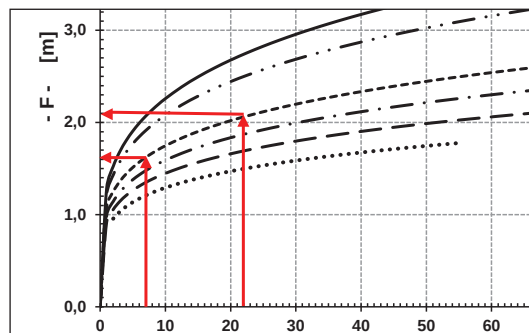


80-90° bøjninger med skumpuder - Eksempel

F-længde

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

- 22 mm giver $F = 2,1$ m
- 7 mm giver $F = 1,6$ m



Skumpuder

Radial ekspansion i bøjning:

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

$$\Delta L_R = \sqrt{22^2 + 7^2} = 23 \text{ mm}$$

Tykkelse af skumpuder:

- Min. tykkelse:

$$t = \frac{\Delta L_R}{0.70} = \frac{23}{0.70} = 33 \text{ mm}$$

Antal lag à 40 mm:

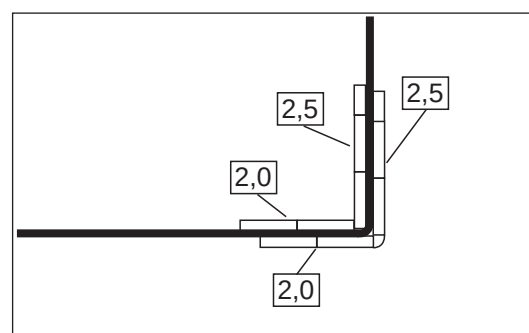
$$t = \frac{t}{40} = \frac{33}{40} = 1 \text{ lag}$$

Placering af skumpuder

Længden af skumpuder er minimum F-længden.

Der rundes op til nærmeste halve eller hele meter.

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:

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

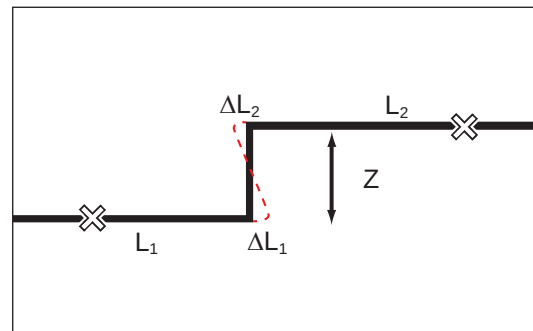
Hvor:

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

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

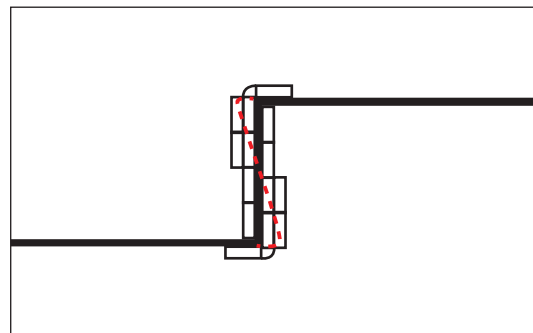


Længde af skumpuder

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".

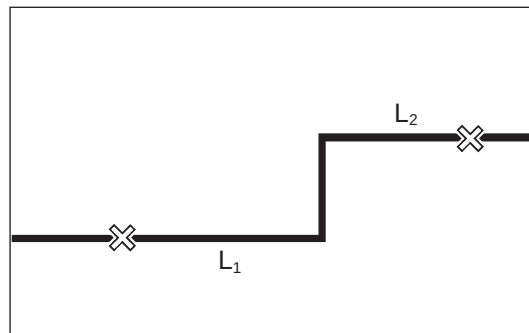
På den aksiale del (på ydersiden af Z-bøjningen) placeres 1 lag skumpuder (40 mm) i længden 1 m.



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

Forudsætninger
for eksemplet

$\varnothing$ 114,3 serie 2
 Overdækning, $H = 0,6$ m
 Beregningstemperatur, fremløb $T_f = 90^\circ\text{C}$
 Beregningstemperatur, retur $T_r = 50^\circ\text{C}$
 Montagetemperatur $T_{ins} = 10^\circ\text{C}$
 $L_1 = 83$ m
 $L_2 = 21$ m
 Fra tabel i afsnittet "Lige rør: Spændingsreduktion med bøjninger - Tabel: Friktionskraft" for $\varnothing$ 114,3, serie 2:
 $F = 4,22$ kN/m
 $A_s = 2504$ mm² (= medierørens samlede tværsnitsareal)



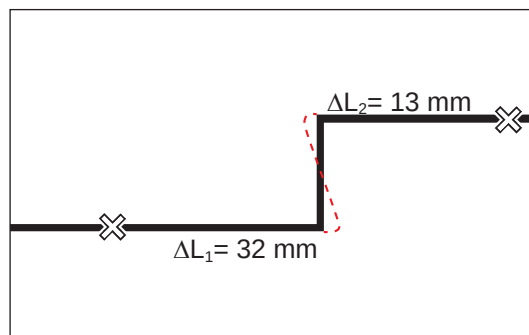
Ekspansion

$$\Delta T_{\text{middel}} = \left(\frac{T_f + T_r}{2} - T_{ins} \right) = \left(\frac{90 + 50}{2} - 10 \right) = 60^\circ\text{C}$$

$$\Delta L = L_x \cdot \alpha \cdot \Delta T_{\text{middel}} - \frac{F \cdot L_x^2}{2 \cdot A_s \cdot E}$$

$$\Delta L_1 = 83000 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 60 - \frac{4,22 \cdot 83000^2}{2 \cdot 2504 \cdot 210000} = 32 \text{ mm}$$

$$\Delta L_2 = 21000 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 60 - \frac{4,22 \cdot 21000^2}{2 \cdot 2504 \cdot 210000} = 13 \text{ mm}$$

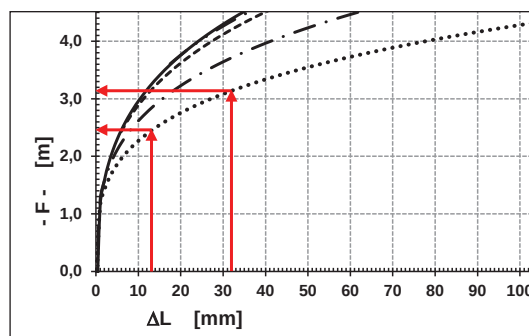


F-længde

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

- L_1 :
 $\Delta L = 32$ mm giver $F = 3,1$ m

- L_2 :
 $\Delta L = 13$ mm giver $F = 2,5$ m

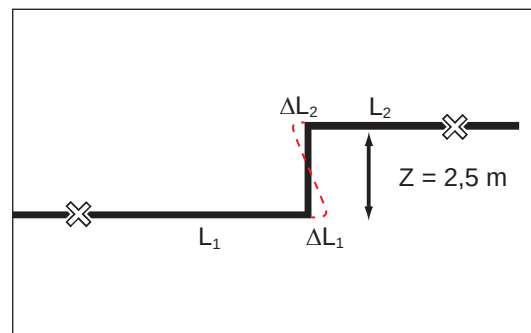


80-90° bøjninger med skumpuder - Z-bøjning - eksempel

Nødvendig
Z-længde

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

$$Z = 0,45 \cdot (3,1 + 2,5) = 2,5 \text{ m}$$



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:

$$t_1 = \frac{\Delta L}{0,70} = \frac{32}{0,70} = 46 \text{ mm}$$

Antal lag à 40 mm:

$$\frac{t_1}{40} = \frac{46}{40} = 2 \text{ lag}$$

For ekspansionen fra L_2 findes:

$$t_2 = \frac{\Delta L}{0,70} = \frac{13}{0,70} = 19 \text{ mm}$$

Antal lag à 40 mm:

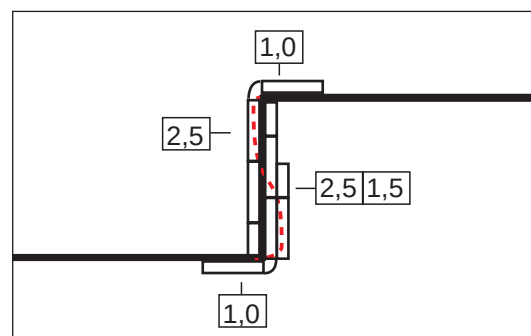
$$\frac{t_2}{40} = \frac{19}{40} = 1 \text{ lag}$$

Længde af
skumpuder

Længden af skumpuderne er minimum Z-længden.

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

På den aksiale del placeres 40 mm skumpuder i en længde på 1 m.



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

$$U = 0,6 \cdot F_{\max}$$

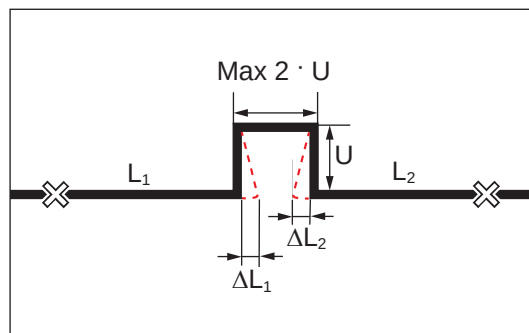
hvor $F_{\max}$ er den største F-længde for ΔL_1 eller ΔL_2 for en 90° bøjning.

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 stk. Z-bøjninger.

Ekspansionen for de enkelte strækninger og den dertil svarende F-længde findes som under afsnittet "Retningsændringer: 80-90° bøjninger med skumpuder".

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



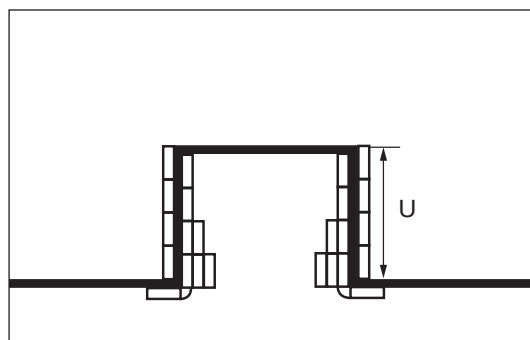
Længde af skumpuder

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

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

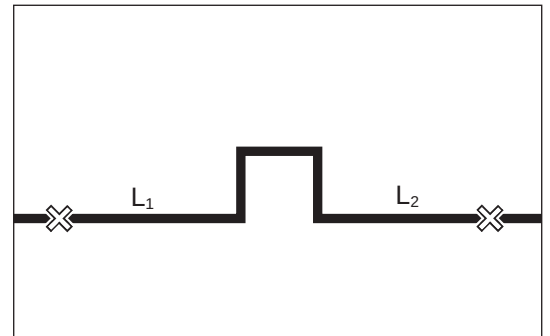
På den aksiale del (til og fra U-bøjningen) placeres 1 lag skumpuder (40 mm) i længden 1 m.



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

Forudsætninger
for eksemplet

Ø 114,3, serie 2
 Overdækning $H = 0,6$ m
 Beregningstemperatur, fremløb $T_f = 90^\circ\text{C}$
 Beregningstemperatur, returløb $T_r = 50^\circ\text{C}$
 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: Friktionskraft" for Ø 114,3 serie 2:
 $F = 4,22$ kN/m
 $A_s = 2504$ mm² (= medierørens samlede tværsnitsareal)

Max.
spændings-
niveau

$$\sigma_{\max.} = \Delta T \cdot 2.52 \text{ [MPa]}$$

$$\sigma_{\max.} = (90 - 10) \cdot 2.52 = 202 \text{ [MPa]}$$

Middeltemperatur ΔT_{middel} :

$$\Delta T_{\text{middel}} = \left(\frac{T_f + T_r}{2} - T_{\text{ins}} \right) = \left(\frac{90 + 50}{2} - 10 \right) = 60^\circ\text{C}$$

Friktionslængden L_F :

$$L_F = \Delta T_{\text{middel}} \cdot (E \cdot \alpha) \cdot \frac{A_s}{F}$$

$$L_F = 60 \cdot 2.52 \cdot \frac{2504}{4.22 \cdot 1000} = 90 \text{ m}$$

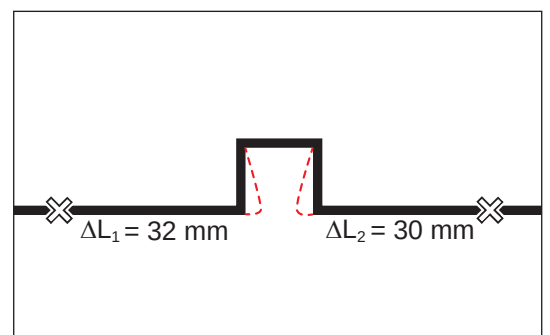
Ekspansion

$$\Delta L = L_x \cdot \alpha \cdot \Delta T_{\text{middel}} - \frac{F \cdot L_x^2}{2 \cdot A_s \cdot E}$$

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

$$\Delta L_1 = 90000 \cdot 1.2 \cdot 10^{-5} \cdot 60 - \frac{4.22 \cdot 90000^2}{2 \cdot 2504 \cdot 210000} = 32 \text{ mm}$$

$$\Delta L_2 = 65000 \cdot 1.2 \cdot 10^{-5} \cdot 60 - \frac{4.22 \cdot 65000^2}{2 \cdot 2504 \cdot 210000} = 30 \text{ mm}$$

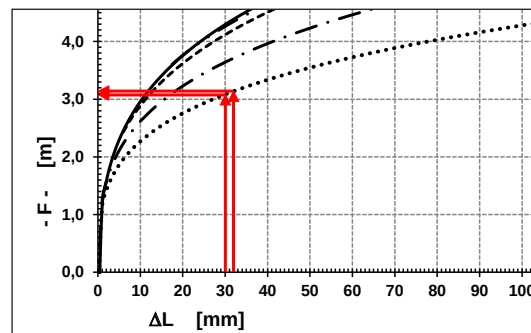


80-90° bøjninger med skumpuder - U-bøjning - eksempel

F-længde

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

- L_1 :
 $\Delta L = 32 \text{ mm}$ giver $F = 3,1 \text{ m}$
- L_2 :
 $\Delta L = 30 \text{ mm}$ giver $F = 3,1 \text{ m}$



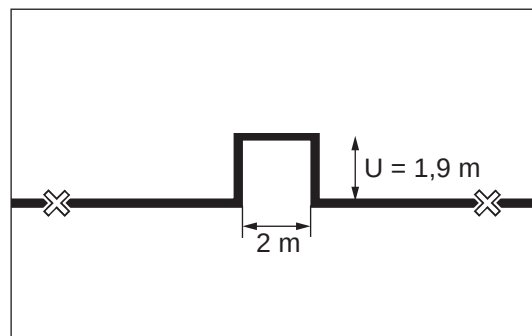
Nødvendig U-længde

$$U = 0,6 \cdot F_{\max}$$

$$U = 0,6 \cdot 3,1 = 1,9 \text{ m}$$

Længden af bunden af U-bøjningen er max. $2 \cdot U = 3,8 \text{ m}$.

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:

$$t_1 = \frac{\Delta L}{0,70} = \frac{32}{0,70} = 46 \text{ mm}$$

Antal lag à 40 mm:

$$\frac{t_1}{40} = \frac{46}{40} = 2 \text{ lag}$$

For ekspansionen fra L_2 findes:

$$t_2 = \frac{\Delta L}{0,70} = \frac{30}{0,70} = 43 \text{ mm}$$

Antal lag à 40 mm:

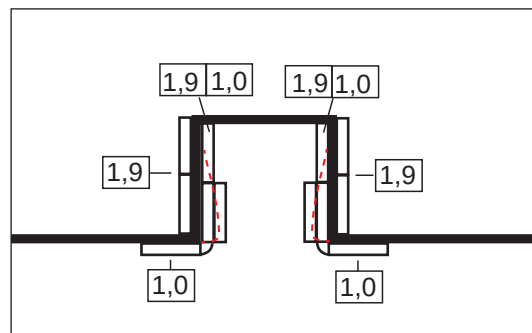
$$\frac{t_2}{40} = \frac{43}{40} = 2 \text{ lag}$$

Længde af skumpuder

Længden af skumpuderne er minimum U-længden.

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

På den aksiale del placeres 40 mm skumpuder i min. 1 m længde.



Retningsændringer

5-80° bøjninger med skumpuder

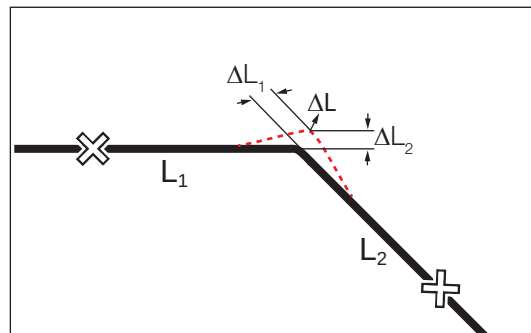
Generelt

Aksial ekspansion af lige TwinPipe-sektioner 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 TwinPipe-systemer, som installeres på traditionel vis, hvor førstegangsekspansionen er givet af forskellen mellem systemets middeltemperatur og montagetemperatur.

Retningsændringen udføres ved anvendelse af en 5-80° præisoleret bøjning eller ved isvejsning af et bøjningssegment. Retningsændringer på 5-80° 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 skal derfor udføres uden brug af skumpuder.

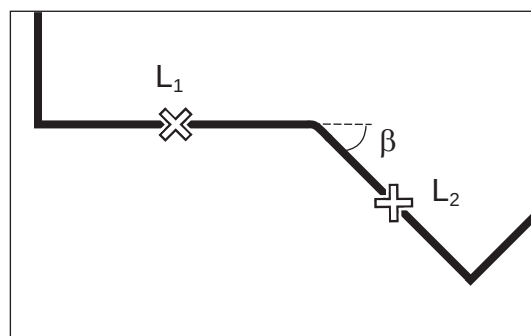
Retningsændringer på 10-80° skal beklædes med skumpuder som beskrevet i dette afsnit.

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

Ved anvendelse af 5-80° bøjninger i TwinPipe-systemer, som varmemforspændes 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.

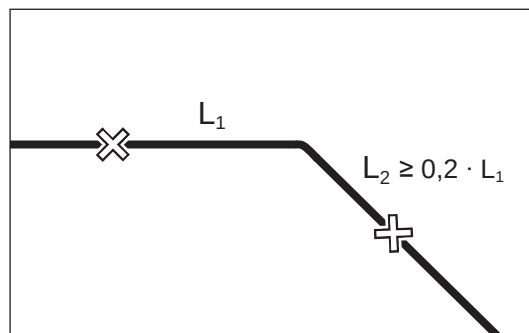


5-80° bøjninger med skumpuder

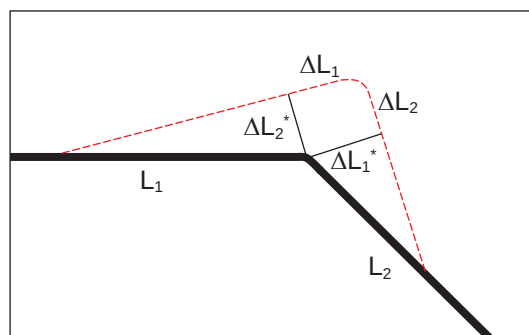
Regler for anvendelse, fortsat

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

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



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 projektklasse B.

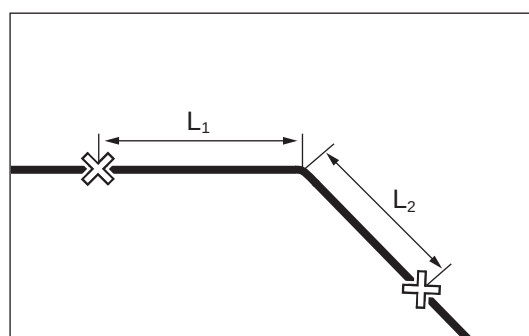
Max. længder

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.



Retningsændringer 5-80° bøjninger med skumpuder

Aksial bevægelse

Den aksiale bevægelse i ΔL_1 og ΔL_2 beregnes af følgende:

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

For yderligere information om beregning af den aksiale bevægelse ved fri rørende, se afsnittet "Spændingsniveau og ekspansionsberegning: Aksialt spændingsniveau"..

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.

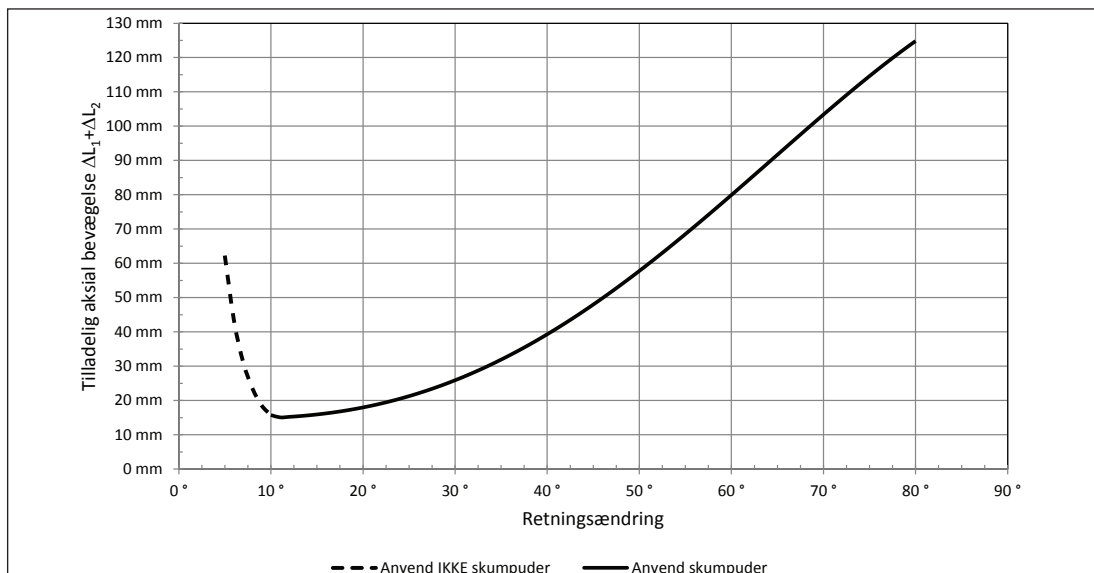
På diagrammets vandrette akse findes retningsændringens vinkel.

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

Kurven gælder for alle dimensioner op til DN 250 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
ø 26,9-ø 273,
Serie 1, 2 og 3,
H = 0,6-1,5 m**

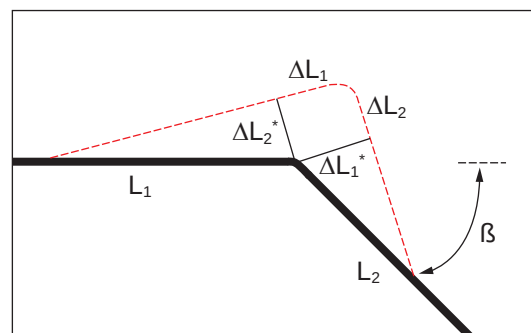


Ekspansions- zonens længde

For at kunne fastlægge ekspansionszonens længde for retningsændringer på 10-80° 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

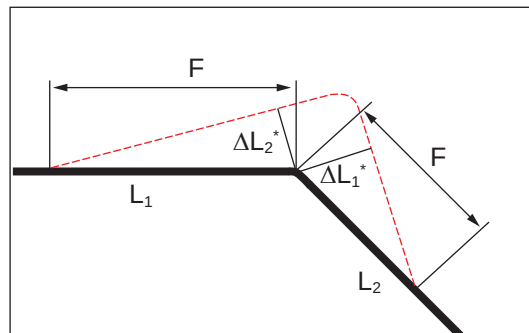
Herefter kan længden F , som er nødvendig for at optage ekspansionen fra henholdsvis L_1 og L_2 findes i kurverne i afsnittet "Retningsændringer: 80-90° bøjninger med skumpuder"

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.



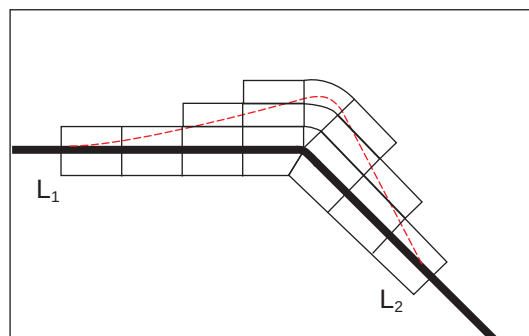
Skumpuder

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.



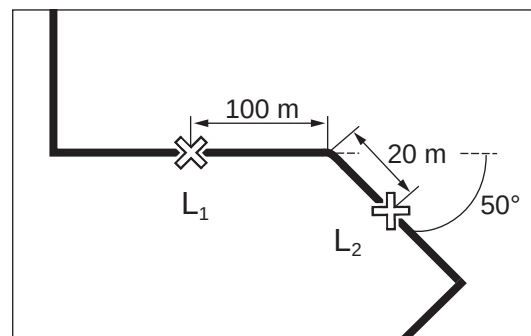
5-80° bøjninger med skumpuder - Eksempel

Forudsætninger
for eksemplet

Ø 60,3, serie 2
 Overdækning $H = 0,6$ m
 Beregningstemperatur, fremløb $T_f = 90^\circ\text{C}$
 Beregningstemperatur, returløb $T_r = 50^\circ\text{C}$
 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: Friktionskraft" for Ø 60,3 serie 2:

$F = 2,55$ kN/m
 $A_s = 1046$ mm² (= medierørens samlede tværsnitsareal)



Aksial ekspansion

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

Som L_1 anvendes L_F (= 62 m), da den er kortere end den faktiske længde.

$$\Delta L_1 = 62000 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot \left(\frac{90 + 50}{2} - 10 \right) - \frac{2,55 \cdot 62000^2}{2 \cdot 1046 \cdot 210000} = 22 \text{ mm}$$

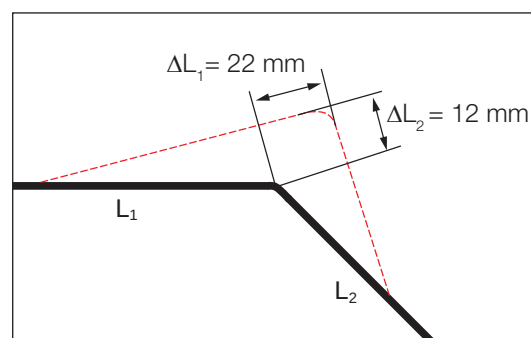
Som L_2 anvendes den faktiske længde = 20 m.

$$\Delta L_2 = 20000 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot \left(\frac{90 + 50}{2} - 10 \right) - \frac{2,55 \cdot 20000^2}{2 \cdot 1046 \cdot 210000} = 12 \text{ mm}$$

Summen af bevægelserne er:

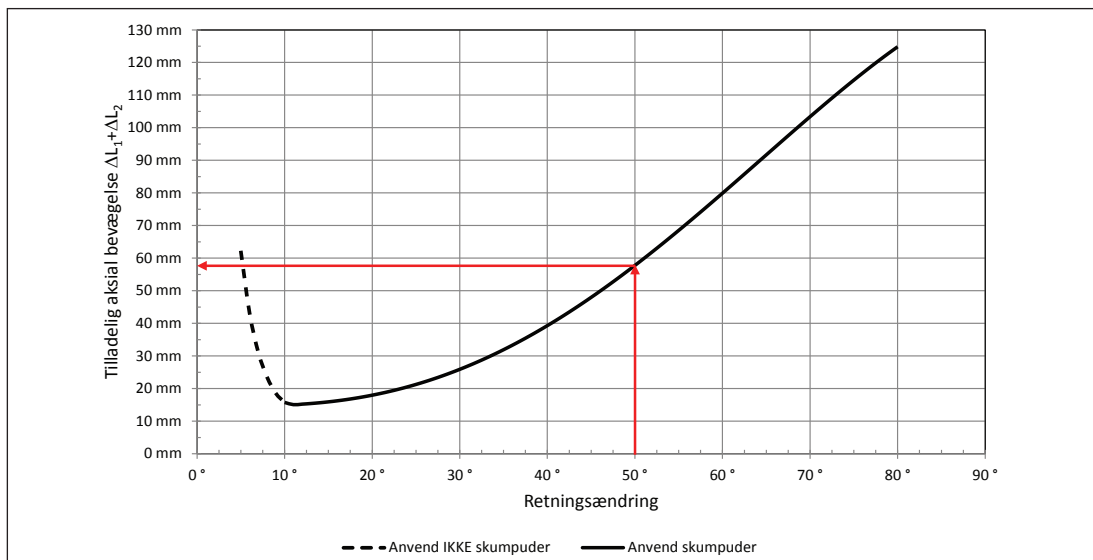
$$\Sigma \Delta L = \Delta L_1 + \Delta L_2$$

$$\Sigma \Delta L = 22 + 12 = 34 \text{ mm}$$



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

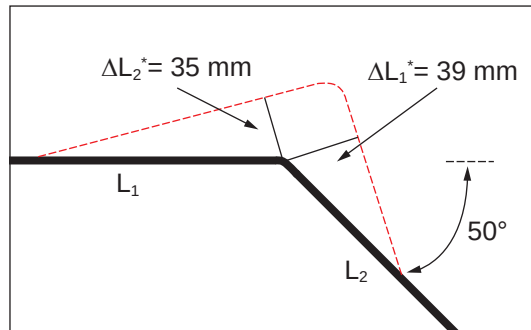
Den resulterende ekspansion beregnes for hvert ben:

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

$$\Delta L_1^* = \frac{12}{\tan 50} + \frac{22}{\sin 50} = 39 \text{ mm}$$

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

$$\Delta L_2^* = \frac{22}{\tan 50} + \frac{12}{\sin 50} = 35 \text{ mm}$$



Skumpuder

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

Min. tykkelse:

$$t = \frac{\Delta L_{\max}^*}{0.70} = \frac{39}{0.70} = 56 \text{ mm}$$

Antal lag à 40 mm:

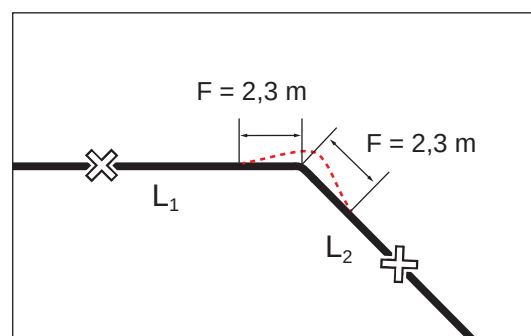
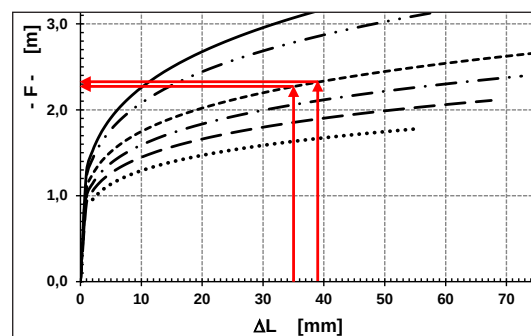
$$\frac{t}{40} = \frac{56}{40} = 2 \text{ lag}$$

5-80° bøjninger med skumpuder - Eksempel

F-længde

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

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



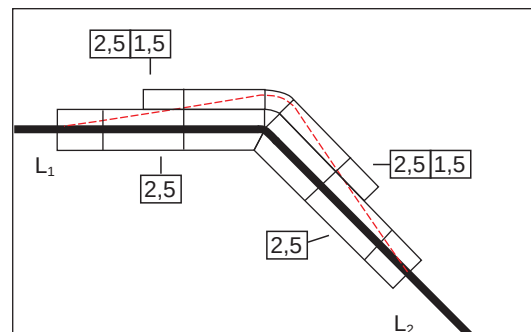
Placering af skumpuder

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 er fuld længde, og næste lag halv længde.

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>

Produktkatalog: "Fastrørsystem TwinPipe: Buerør"

Håndtering & Montage: "TwinPipe-systemet: Fikseringslasker"

Introduktion

Dette afsnit angiver retningslinjer for, hvordan der projekteres med afgreninger i præisolerede TwinPipe-systemer.

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
Præ- og muffeafgreninger
Forstærkning af muffeafgreninger

Introduktion

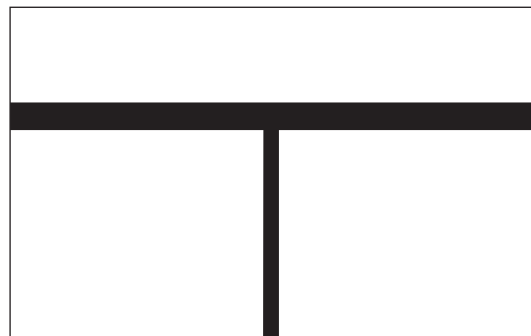
Afgreninger i TwinPipe udføres som lige afgreninger, hvor afgreningsrørene ligger i samme niveau som hovedrørene.

Det betyder, at det ikke er nødvendigt at grave dybere for at sikre tilstrækkelig overdækning på afgreningen.

Der kan afgrenes til TwinPipe i alle dimensioner eller til to enkeltrør op til Ø110 kappe (rør fra FlexPipe-sortimentet). For yderligere information omkring afgrening til FlexPipe-sortimentet, se afsnittene: "PexFlextra", "PertFlextra", "AluFlextra" og "CuFlex".

For alle typer af afgreninger skal det sikres, at jordbundsforholdene omkring afgreningen er stabile, samt at hoved- og afgreningsrør kan optage bevægelserne, som de udsættes for.

TwinPipe-afgreninger kan udføres som henholdsvis muffeafgreninger og præisolerede afgreninger, se Produktkatalog, afsnittet: "Fastrørsystem TwinPipe: Afgreninger".

**Fikseringslasker**

Præisolerede afgreninger leveres med indbyggede fikseringslasker på afgreningsrørene.

Ved anvendelse af muffeafgreninger skal der påsvejses fikseringslasker på begge sider af afgreningens rørpar. For montage af fikseringslasker, se Håndtering & Montage-manualen, afsnittet: "TwinPipe: Fikseringslasker".

Spændingsniveau

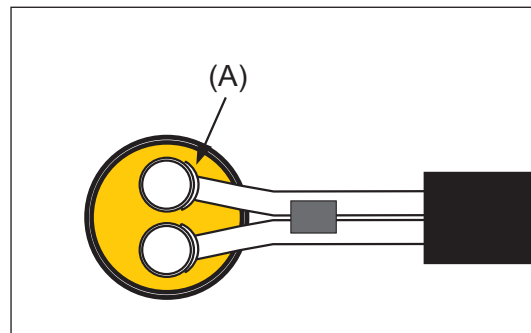
Præisolerede TwinPipe-afgreninger kan anvendes overalt i systemer med høje aksiale spændinger (systemer uden spændingsreduktion, se afsnittet: "Lige rør: Uden spændingsreduktion").

Hvor hovedrørs- og afgreningsdimensionen er ens, kan LOGSTORs standard præisolerede afgreninger anvendes i systemer med et spændingsniveau på op til 190 MPa.

Spændingsniveau, fortsat

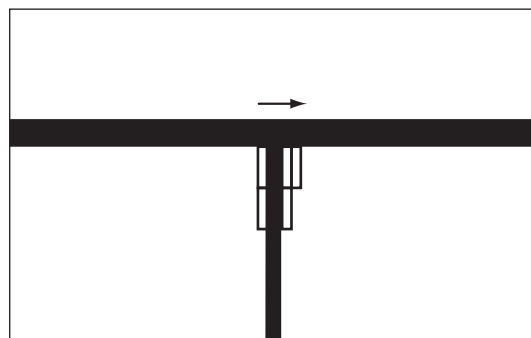
Muffeafgreninger, herunder afgreninger udført ved anbringning, kan anvendes i systemer med høje aksiale spændinger, såfremt der anvendes forstærkningsplader (A) jf. tabellen i afsnittet: "Afgreninger: Forstærkning af muffeafgreninger".

For muffeafgreninger, hvor dimensionen på hoved- og afgreningsrør er ens, skal der anvendes svejse-T-stykke. Denne type afgrening må anvendes i systemer med et spændingsniveau på op til 190 MPa.

**Ekspansion**

På baggrund af de aktuelle temperaturer og lægningsforhold udregnes bevægelserne ved hovedrøret. Der kompenseres for denne bevægelse ved montage af skumpuder på afgreningen.

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

**Ekspansionszonens længde**

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

Til beregning af hovedrørets bevægelse (ΔL_T) anvendes formlen fra afsnittet: "Spændingsniveau og ekspansionsberegning: Ekspansion ved afgreninger".

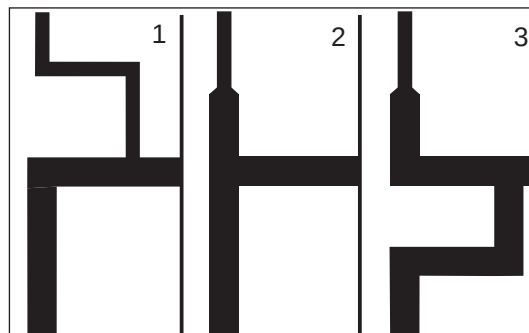
Ekspansionszonens længde (F-længden) aflæses i diagrammerne i afsnittet: "Retningsændringer: 80-90° bøjninger med skumpuder".

Se også eksempler i afsnittet: "Afgreninger: Præisolerede afgreninger - 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.

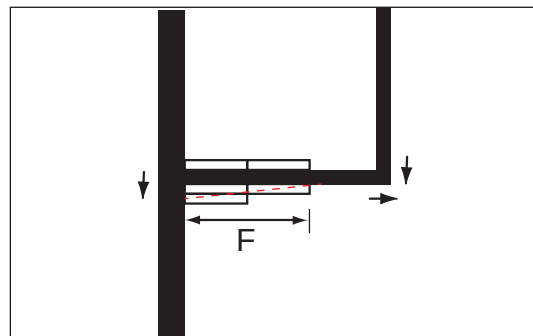
Aksiale bevægelser og skumpuder

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

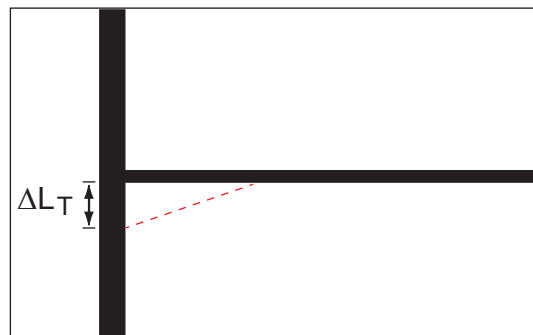
Hovedrørets aksiale bevægelse giver bevægelse i afgreningen. Der kompenseres for denne bevægelse ved at sætte skumpuder på afgreningen.

Længden af skumpuderne er lig F-længden.

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

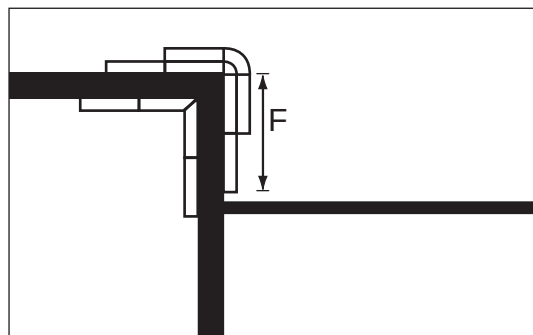
**Placering på hovedrøret**

En TwinPipe-afgrening må placeres, hvor ekspansionen i hovedrøret $\Delta L_T \leq 56$ mm, hvilket svarer til bevægelsen, der kan optages i 2 lag skumpuder.



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".

**Afgreningsrørets længde**

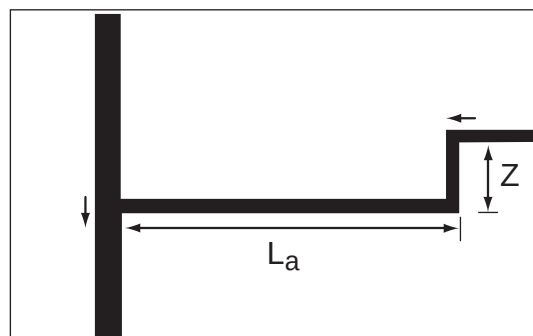
Længden af afgreningsrøret begrænses af de belastninger, der overføres fra afgreningen. Afgreningsrørets maksimale længde defineres ud fra montagelængden for 190 MPa:

$$L_{a,max} = \frac{2}{3} \cdot L_{190}$$

Ved afgreningsrør, som er længere end $L_{a,max}$, skal der bygges en Z-bøjning ind som vist på illustrationen.

Dette gælder også for traditionelt varmforspændte systemer.

Afgreningsrørets minimumslængde er lig F-længden for hovedrørets bevægelse.



**Afgreningsrørets
længde for
 $\Delta T = 40^{\circ}\text{C}$**

I TwinPipe-systemer, hvor temperaturforskellen mellem frem- og returløb maksimalt er 40°C , kan de maksimale afgreningslængder i nedenstående tabeller anvendes:

Serie 1

DN	Afgreningens max. længde for $\Delta T = 40^{\circ}\text{C}$ [m]			
	H = 0,6 m	H = 0,8 m	H = 1,0 m	H = 1,5 m
20	27	20	16	11
25	30	23	18	12
32	34	25	20	14
40	39	29	24	16
50	43	33	26	18
65	48	37	30	20
80	55	42	34	23
100	62	48	39	26
125	59	45	37	25
150	68	53	44	30
200	78	61	50	35
250	81	65	54	37

Serie 2

DN	Afgreningens max. længde for $\Delta T = 40^{\circ}\text{C}$ [m]			
	H = 0,6 m	H = 0,8 m	H = 1,0 m	H = 1,5 m
20	24	18	14	9
25	26	20	16	11
32	30	23	18	12
40	34	26	21	14
50	38	29	23	16
65	43	33	27	18
80	49	38	30	21
100	55	42	34	23
125	52	40	33	22
150	61	48	39	27
200	68	54	44	31
250	71	57	47	33

Serie 3

DN	Afgreningens max. længde for $\Delta T = 40^{\circ}\text{C}$ [m]			
	H = 0,6 m	H = 0,8 m	H = 1,0 m	H = 1,5 m
20	20	15	12	8
25	23	18	14	9
32	27	20	16	11
40	31	23	19	12
50	34	26	21	14
65	38	29	24	16
80	43	33	27	18
100	48	37	30	21
125	46	36	29	20
150	54	42	35	24
200	60	47	39	27
250	62	50	41	29

Præisolerede afgreninger - Eksempel

Forudsætninger

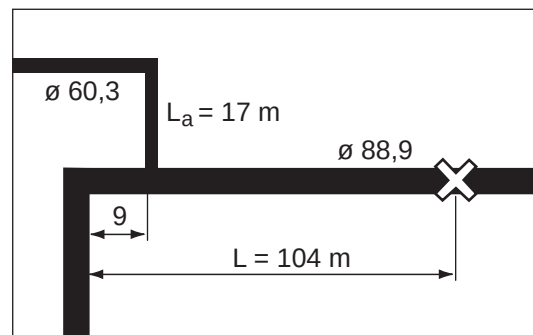
Overdækning $H = 0,6$ m
 Beregningstemperatur, fremløb $T_f = 90^\circ\text{C}$
 Beregningstemperatur, retur $T_r = 50^\circ\text{C}$
 Montagetemperatur $T_{\text{ins}} = 10^\circ\text{C}$
 $D_h = \varnothing 88,9/250$ (Serie 1)
 $L = 104$ m

Fra tabel i afsnittet: "Lige rør:
 Spændingsreduktion med bøjninger -
 Tabel: Friktionskraft" fås for $\varnothing 88,9$ ved
 $H = 0,6$ m
 $F = 2,89$ kN/m
 $A_s = 1723$ mm²

$D_a = \varnothing 60,3/200$ (Serie 1)
 $L_a = 17$ m

Fra tabel i afsnittet: "Lige rør:
 Spændingsreduktion med bøjninger -
 Tabel: Friktionskraft" fås for $\varnothing 60,3$ ved
 $H = 0,6$ m
 $F = 2,25$ kN/m
 $A_s = 1046$ mm²

Der anvendes præisolerede komponenter.



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 :
 $L_{a, \text{max}}$ beregnes. Hvis $\Delta T \leq 40^\circ\text{C}$, kan $L_{a, \text{max}}$ slås op i tabellen på foregående side.

Bestemmelse af friktionslængde

For at udregne bevægelsen ved afgreningen skal følgende mellemregninger udføres.

Det maksimale, aksiale spændingsniveau beregnes:

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

$$\sigma_{\text{max}} = (90 - 10) \cdot 2,52 = 202 \text{ [MPa]}$$

Friktionslængden bestemmes:

$$L_F = \Delta T_{\text{middel}} \cdot (E \cdot \alpha) \cdot \frac{A_s}{F}$$

$$L_F = \left(\frac{90 + 50}{2} - 10 \right) \cdot 2,52 \cdot \frac{1723}{2,89 \cdot 1000} = 90 \text{ m}$$

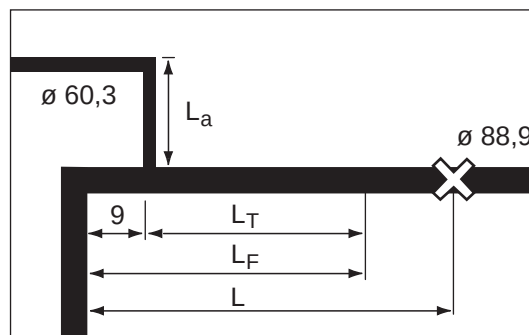
Da $L > L_F$, anvendes $L = L_F$ i beregningen, da det kun er L_F , der bidrager til bevægelse.

Præisolerede afgreninger - Eksempel

Beregning af L_T

L_T bestemmes til:

$$L_T = 90 - 9 = 81 \text{ m}$$



Aksial bevægelse i hovedrør

Ekspansionen i hovedrøret ved afgreningen bestemmes:

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

$$\Delta L_T = 1.2 \cdot 10^{-5} \cdot \left(\frac{(90 + 50)}{2} - 10 \right) \cdot 81000 - \frac{2.89 \cdot (2 \cdot 90000 - 81000) \cdot 81000}{2 \cdot 210000 \cdot 1723} = 26 \text{ mm}$$

(Formel fra afsnittet: "Spændingsniveau og ekspansionsberegning: Ekspansion ved afgreninger").

Afgreningens tilladelige længde

Afgreningens montagelængde for 190MPa beregnes:

$$L_{\text{all}} = \left(\sigma_{a,\text{all}} - \frac{1}{2} \cdot (E \cdot \alpha) \cdot (T_f - T_r) \right) \cdot \frac{A_s}{F}$$

$$L_{190} = (190 - \frac{1}{2} \cdot 2.52 \cdot (90 - 50)) \cdot \frac{1046}{2.25 \cdot 1000} = 65 \text{ m}$$

(Formel fra afsnittet: "Lige rør: Spændingsreduktion med bøjninger").

Afgreningens længde må udgøre:

$$L_{a,\text{max}} = \frac{2}{3} \cdot L_{190}$$

$$L_{a,\text{max}} = \frac{2}{3} \cdot 65 = 43 \text{ m}$$

Afgreningens maksimale længde på 43 m kan også aflæses i tabellen fra afsnittet: "Afgreninger: Præ- og muffeafgreninger", som gælder for systemer med en temperaturforskel mellem fremløbs- og returløbstemperaturen på maksimum 40°C.

Kontrol af afgreningen

- Kontrol af aksial bevægelse i hovedrøret:

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

ΔL_T er beregnet til 26 mm - OK.

- Kontrol af afgreningens længde:

For et afgreningrør i DN 50 er $L_{a,\text{max}} = 43 \text{ m}$.

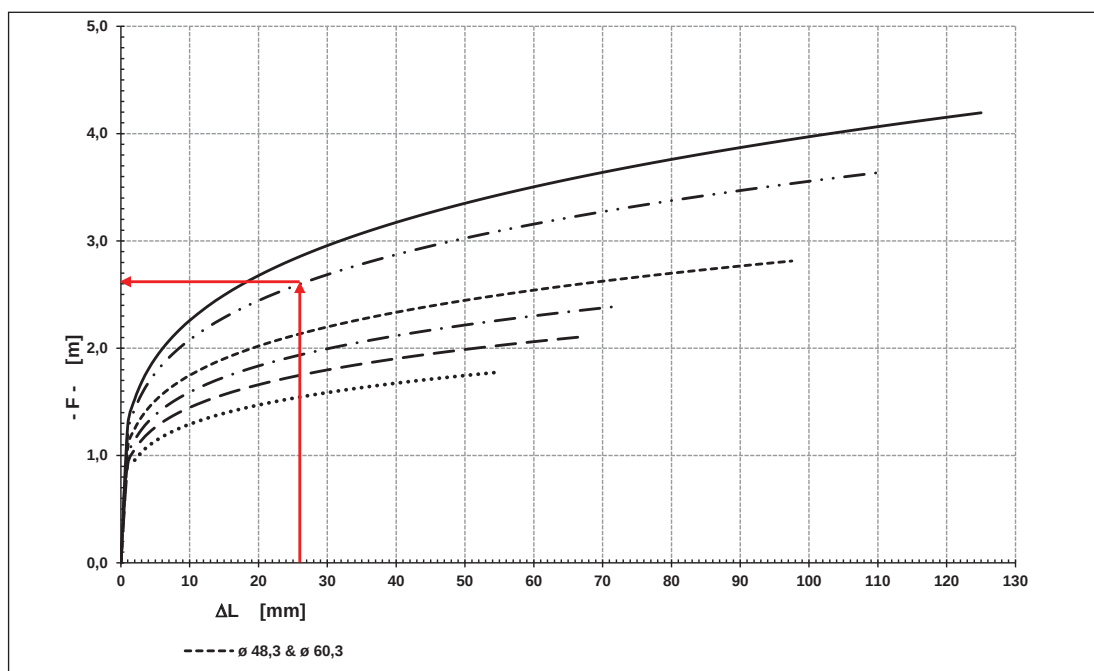
$L_a = 17 \text{ m}$ - OK.

Præisolerede afgreninger - Eksempel

F-længde

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

Der aflæses på kurven for afgreningsrørets dimension:
 $\Delta L = 26 \text{ mm}$ for en $\varnothing 60,3$ giver $F = 2,6 \text{ m}$



Skumpuder

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

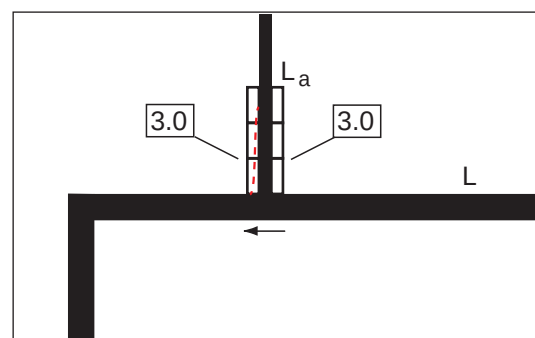
$$t = \frac{\Delta L_T}{0.70} = \frac{26}{0.70} = 37 \text{ mm}$$

Antal lag à 40 mm:

$$t = \frac{t}{40} = \frac{37}{40} = 1 \text{ lag}$$

Skumpudernes længde svarer til F-længden, eventuelt rundet op til nærmeste halve eller hele meter.

På den modsatte side af afgreningen lægges der 1 lag skumpuder på i F-længden.



Introduktion

En TwinPipe-muffeafgrening bestemmes på samme måde som en TwinPipe-præafgrening, da de samme projekteringsregler er gældende.

En muffeafgrening, som udføres med hoved- og afgreningsdimension, jorddækning, driftstemperatur og på samme placering som i eksempel fra afsnittet: "Afgreninger: Præisolerede afgreninger - Eksempel" vil derfor kunne udføres med skumpuder som beskrevet i eksemplet.

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".

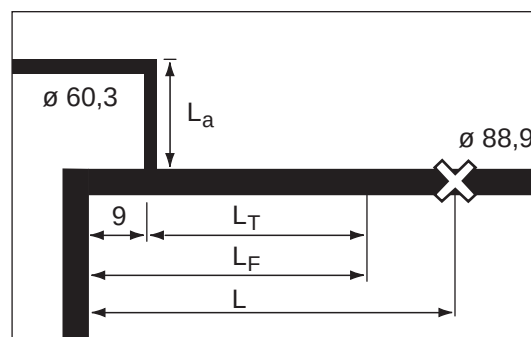
Spændingsniveau ved afgreningen

Afgreningen er placeret i den delvist friktionshæmmede sektion ($L_x < L_F$), så spændingsniveauet ved afgreningen bestemmes af formelen fra afsnittet: "Spændingsniveau og ekspansionsberegning: Aksialt spændingsniveau":

$$\sigma_x = \frac{1}{2} \cdot (E \cdot \alpha) \cdot (T_f - T_r) + L_x \cdot \frac{F}{A_s}$$

$$\begin{aligned} \sigma_T &= \frac{1}{2} \cdot (2.52) \cdot (90 - 50) + 9000 \cdot \frac{2.89}{1723} \\ &= 65 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Muffeafgreningen skal ikke forstærkes, da spændingsniveauet ved afgreningen er $< 150 \text{ MPa}$.

**Henvisninger**

LOGSTOR Design Tool:

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

Forstærkning af muffeafgreninger

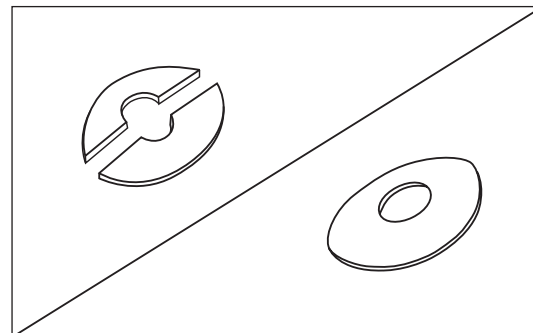
Anvendelse

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 Produktkataloget, afsnittet: "Fastrørsystem TwinPipe: Forstærkningsplader i T-muffer".

Det er kun nødvendigt at montere forstærkningsplader på fremløbet.

Det anbefales dog, at der monteres forstærkningsplader på hovedrøret ved begge afgreningsrør for at undgå risikoen for fejl under montage.



Spændingsniveau

Spændingsniveauet i hovedrøret ved afgreningen definerer, om der skal anvendes forstærkningsplader i muffeafgreningen.

Kombinationer markeret med x skal forstærkes, når $\sigma_{aksial} > 150 \text{ MPa}$.

Kombinationer markeret med **x** skal altid forstærkes uanset spændingsniveau.

BEMÆRK! Hvor afgreningsrøret 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 Håndtering & Montage-manualen afsnittet: "Montage af afgreninger: Forstærkningsplader" for information om påsvejsning af forstærkningsplader samt om montage af afgreningsmuffer.

Forstærkning af muffeafgreninger

Henvisninger

Produktkatalog:

Fastrørsystem TwinPipe: Afgreninger

Fastrørsystem TwinPipe: Forstærkningsplader i T-muffer

Håndtering & Montage:

TwinPipe: Fikseringslasker

Montage af afgreninger: Forstærkningsplader

Reduktioner

Overblik

Introduktion	Dette afsnit beskriver projekteringsreglerne for etablering af reduktioner under hen- syntagen til rørstrækningens aktuelle, aksiale spændingsniveau.
---------------------	--

Indhold	Retningslinjer for anvendelse
----------------	-------------------------------

Reduktioner

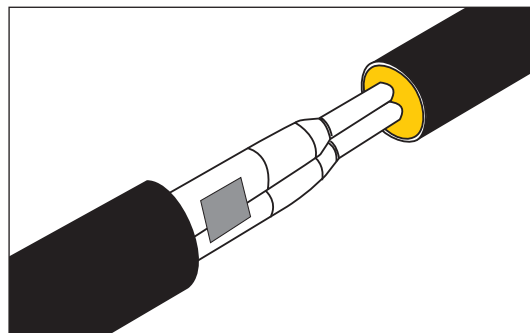
Retningslinjer for anvendelse

Fikseringslasker

Der skal anvendes fikseringslasker ved alle reduktioner.

Alle præisolerede reduktioner leveres med indbyggede fikseringslasker på den største dimension.

Ved anvendelse af muffereduktioner skal der påsvejses fikseringslasker på begge sider af rørparret på den største dimension. For montage af fikseringslasker, se Håndtering & Montage-manualen i afsnittet: "TwinPipe: Reduktioner".

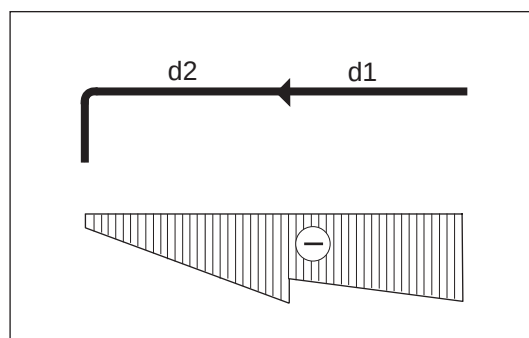
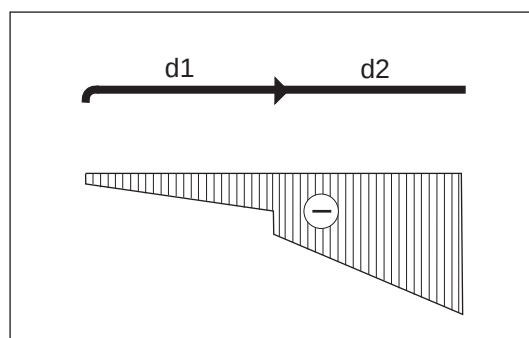


Spændingsdiagram

Ved reduktion af medierørets dimension ændres det aksiale spændingsniveau svarende til forholdet mellem de to rørdimensioners stål tværsnit A.

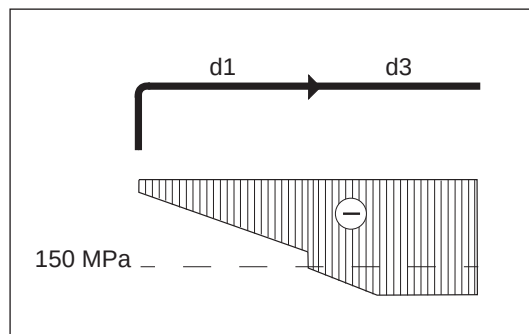
$$\sigma_2 = \sigma_1 \cdot \frac{A_1}{A_2}$$

Dimensioner:
d1 > d2



Spændingsniveau < 150 MPa

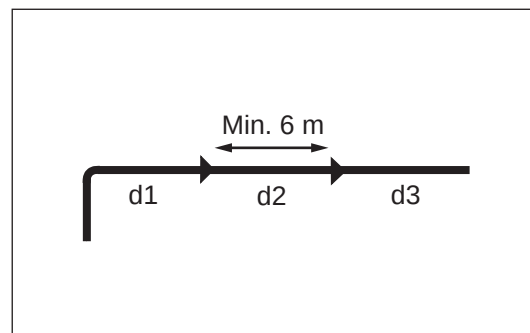
En reduktion med 2 dimensionsspring kan placeres, hvor spændingsniveauet i det mindste tværsnit (d3) er < 150 MPa.



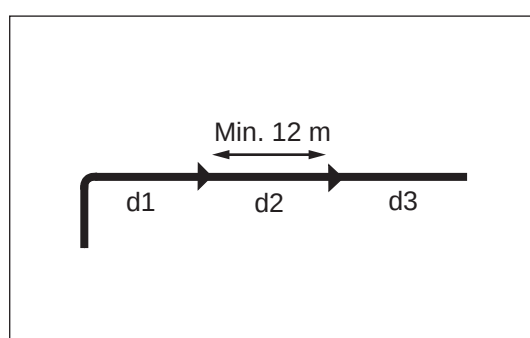
Retningslinjer for anvendelse

**Spændingsniveau
< 150 MPa,
fortsat**

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.

**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 vilkårligt 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 muffeafgreninger".

Retningslinjer for anvendelse - Eksempel

Forudsætninger

Dimension $\varnothing 88,9$ serie 2 ønskes reduceret til $\varnothing 60,3$. (2 dimensionsspring i 1 reduktion)

Jorddækning $H = 0,6$ m

Fremløbstemperatur $T_f = 90^\circ\text{C}$

Returløbstemperatur $T_r = 50^\circ\text{C}$

Min. beregningstemperatur $T_{\min} = 10^\circ\text{C}$

Montagetemperatur $T_{\text{ins}} = 10^\circ\text{C}$

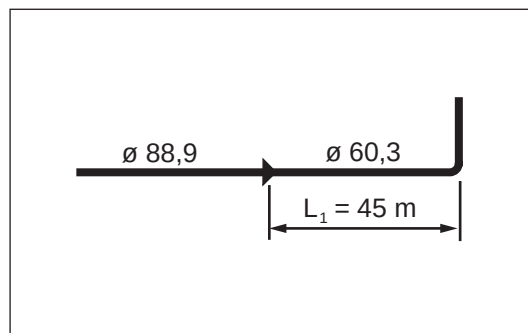
$L_1 = 45$ m

Fra afsnittet: "Lige rør: Spændingsreduktion med bøjninger - Tabel: Friktionskraft":

$\varnothing 60,3$:

$F = 2,55$ kN/m

$A_s = 1046$ mm² (= medierørenes samlede tværsnitsareal)



Bestemmelse af spændingsniveau

Spændingsniveauet ved reduktionen bestemmes:

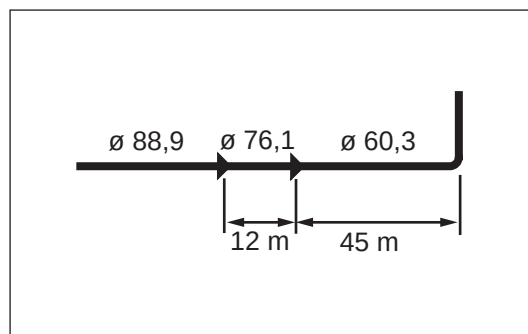
$$\sigma_x = \frac{1}{2} \cdot (E \cdot \alpha) \cdot (T_f - T_r) + L_x \cdot \frac{F}{A}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{45\text{m}} &= \frac{1}{2} \cdot 2.52 \cdot (90 - 50) + 45000 \cdot \frac{2.55}{1046} \\ &= 160 \text{ MPa} \end{aligned}$$

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

Håndtering & Montage

TwinPipe: Reduktioner

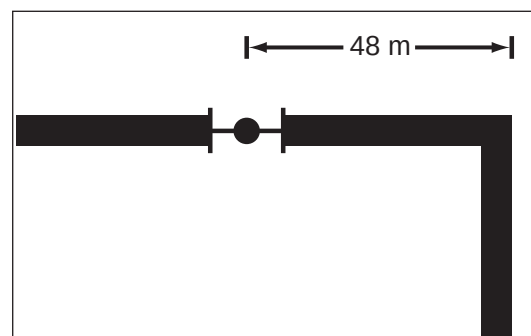
Overgangsrør Generelt

Introduktion

På grund af indbyggede bøjninger med små vinkler i både TwinPipe-ventiler og overgangsstykker samt temperaturvariationer og forskelle i temperatur/spændinger skal enkelte komponenter placeres i TwinPipe-systemet, så de bliver aflastet.

Afspærrings- haner og ser- viceventiler

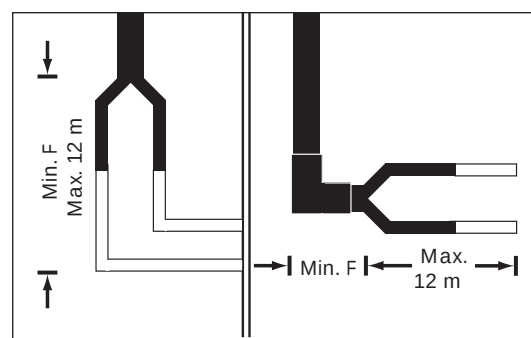
For at sikre at der ikke sker overbelastning af bøjninger, der sidder i TwinPipe-ventiler, skal de placeres maksimalt 48 m fra ekspansionsaflastning.



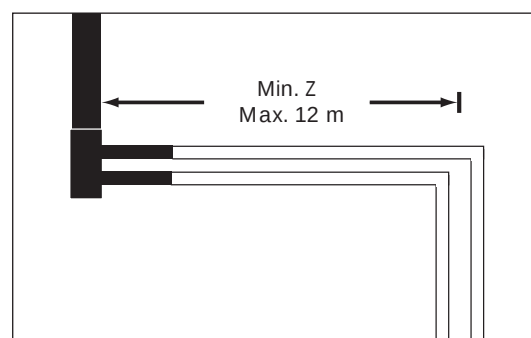
Overgangsrør, TwinPipe - enkeltrør

Overgangsrør både lige samt 90° overgangsrør placeres, så de sikres mod overbelastning fra ekspansion og differensbevægelser fra enkeltrørssiden.

Begge skal indbygges, så de angivne afstande er overholdt.



90° overgangs- rør, TwinPipe - enkeltrør



Afspærringshaner
Oversigt

Introduktion	Dette afsnit indeholder anvisninger på indbygning af hanearrangementer, som anvendes i forbindelse med afspærring, udluftning og aftapning i præisolerede TwinPipe-systemer.
Indhold	Generelt Udluftning/aftapning

Afspærringshaner Generelt

Anvendelse

Afspærringshaner indbygges for at opdele rørledningen i passende sektioner under hensyntagen til:

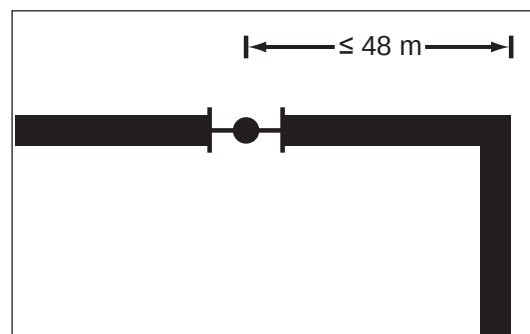
- den passende vandmængde
- omkostninger, hvis det er nødvendigt at tømme systemet
- forsyningssikkerhed
- let reparation af systemet

Præisolerede afspærringshaner kan nedlægges direkte i jorden samtidig med rør-montagen. Der anvendes samme type sand omkring de præ-isolerede ventiler som der anvendes til de præ-isolerede rør.

For at sikre, at der ikke sker overbelastning af bøjningerne, som sidder i TwinPipe-ventilkomponenten, skal ventilen placeres maksimalt 48 m fra en ekspansionsafstøbning som eksempelvis en bøjning.

Præisolerede afspærringshaner leveres med indsvejste fikseringslasker.

Det anbefales at placere TwinPipe-afspærringshaner uden for bøjningers ekspansionszoner (F-længden), se afsnittet "Retningsændringer: 80-90° bøjninger med skumpuder".



Hane- arrangementer

Afspærringshanen er en vedligeholdelsesfri kugleventil i et helsvejst 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 jævnligt (d.v.s. 2 til 4 gange om året afhængig af vandkvaliteten).

Toppen er udført i rustfrit stål, som spindlerne svejses på. Toppen er affaset, så der ikke står vand på toppen af ventilen.

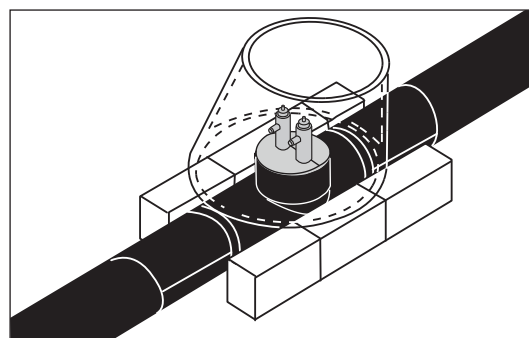
Spindler og serviceventiler på returløbet er ca. 20 mm højere end spindler og serviceventiler på fremløbet.

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. Hvis der er risiko for, at grundvandet kan stige op i brøndkeglen, skal det sikres, at der er mulighed for at vandet kan dræne væk igen.

Brøndkeglen må ikke støtte på det præ-isolerede rør.



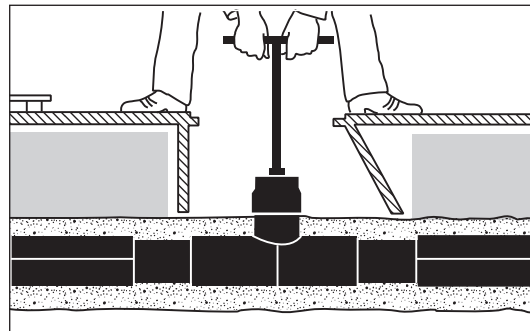
Afspærringshaner

Generelt

Montageanvisninger, fortsat

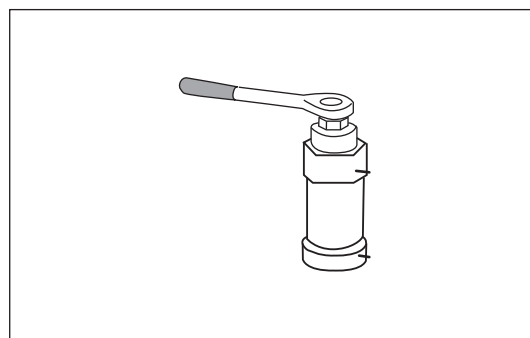
Herved sikres medierørets mulige bevægelse, og spindeltop og spindlen holdes fri for sand.

Der må aldrig stå permanent vand over spindeltoppene.



Gear

For stålrørdimensioner $\geq \varnothing 219,1$ mm skal hanen betjenes med et gear - normalt et transportabelt planetgear.

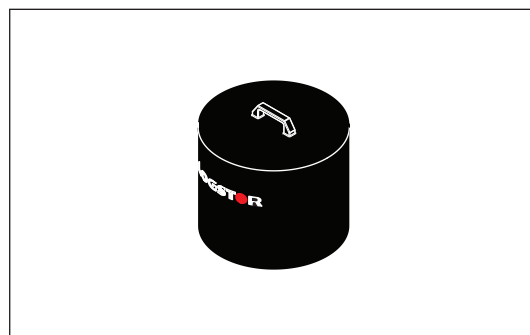


Klokke

En klokke af 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 aflejringer.

PE-løsningen fungerer ved, at PE-hætten støder mod brønddækslet.



Afspærringshaner

Udluftning eller aftapning

Anvendelse

En serviceventil til udluftning og aftapning kan udføres med præisolerede komponenter.

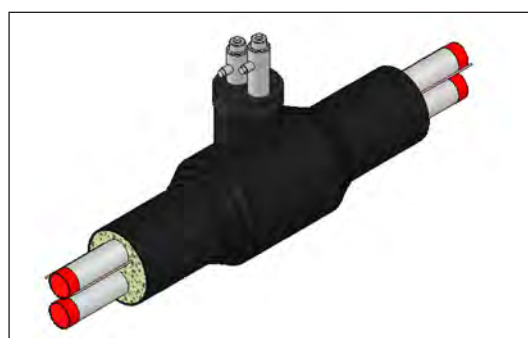
Præisolerede udluftnings- og aftapningsløsninger kan anvendes til alle rørsystemer med følgende statiske betingelser: Max. $\Delta T = 130^{\circ}\text{C}$ og max. PN = 25.

Bemærk: Der er ikke indspejst fikseringslasker i præisolerede haner til udluftning eller aftapning.

Indbygges udluftnings- eller aftapningshaner for enden af en rørstrækning uden f.eks. en præbøjning, skal der påsvejses fikseringslasker, se Håndtering & Montage-manualen afsnittet "TwinPipe-systemet: Ventiler".

Udluftnings-/aftapningsarrangementer

Udluftning/aftapning kan leveres som præisolerede afspærringshaner med 2 eller 4 rustfrie udluftnings-/aftapningshaner eller som en separat præisoleret komponent.

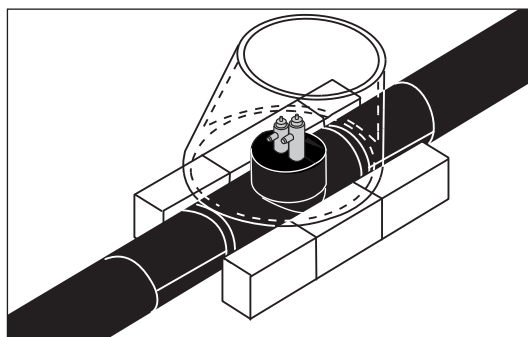


Placering

Udluftnings-/aftapningshaner egner sig til indbygning overalt i systemet uden begrænsning.

Det anbefales dog at placere dem udenfor F-længden ved bøjninger.

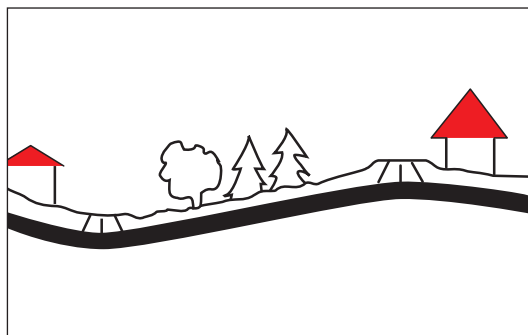
Udluftning/aftapning skal monteres på en måde, som sikrer fri bevægelighed, når røret bevæger sig i jorden, se afsnittet "Afspærringshaner: Generelt"



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 flow.

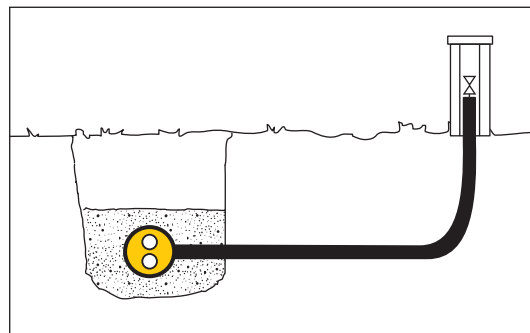


Afspærringshaner Udluftning eller aftapning

Separat udluftning med FlexPipes

Udluftning med FlexPipes til terrænskab 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

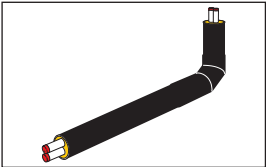
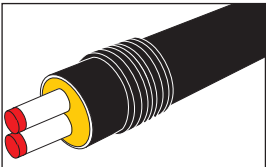
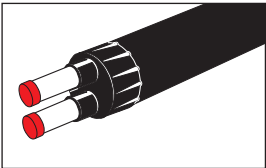
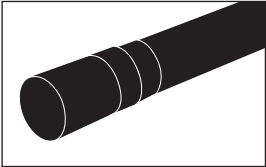
Håndtering & Montage

TwinPipe-systemet: Ventiler

Afslutninger

Oversigt

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 afslutnings-løsninger	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	

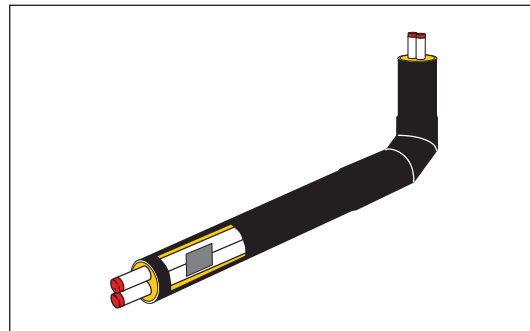
Anvendelse

Husindføring anvendes til indføring gennem et fundament eller gulv i én arbejdsgang.

Præfabrikerede husindføringer letter montagen af fjernvarmerør i huse uden kælder.

Alle præisolerede husindføringer leveres med indbyggede fikseringslasker på det ben, som forbindes til det jordforlagte TwinPipe-system.

Ved brug af husindføringer skal det sikres, at ekspansionsbevægelsen i gennemføringen er minimal for at beskytte røret og fundament/gulv.



Afslutninger

Tætningsring

Anvendelse

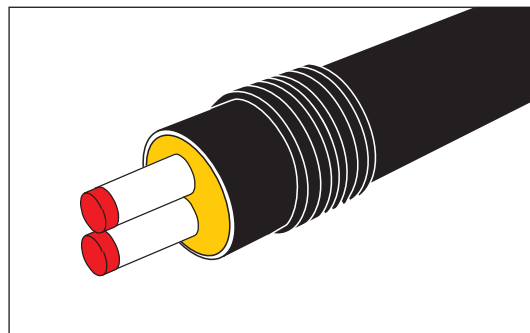
Hvor rør føres gennem murværk - ved brønde, fundamenter osv. - monteres tætningsringe for at forhindre vandindtrængning.

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.

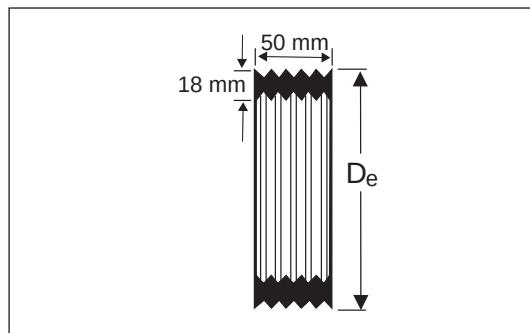


Beskrivelse

Tætningsringen er fremstillet af en særdeles modstandsdygtig gummi, som foruden at yde en god tætning også tillader mindre ekspansionsbevægelser i gennemføringen.

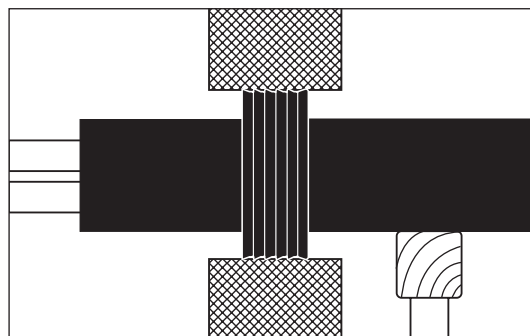
Bemærk! Den indvendige diameter er mindre end kappens nominelle diameter, så ringen klemmer på yderkappen.

For D_e se Produktkataloget i afsnittet "Fastrørsystemet TwinPipe: Tætningsring".



Sokkelgennemboring

Ved sokkelgennemboring skal hullets diameter være 1-3% mindre end D_e .

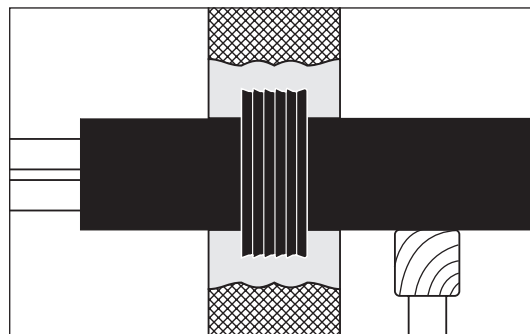


Afslutninger

Tætningsring

Indstøbning

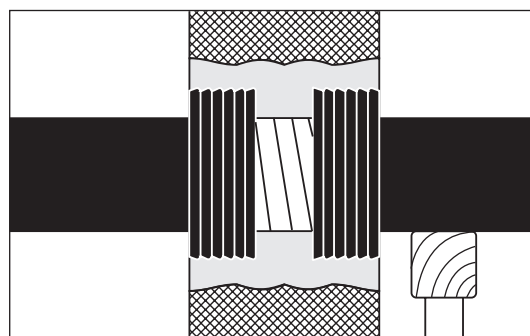
Når man indstøber et rør med tætningsringe i en udsparring, bør røret understøttes, så der kan udstøbes hele vejen rundt om tætningsringen.



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 ved afslutning i brønde, tilslutning til betonkanaler, i kældre osv for at forhindre fugt i at trænge ind i isoleringen.

Brønde og kanaler må ikke oversvømmes, så der står vand omkring endekappen.

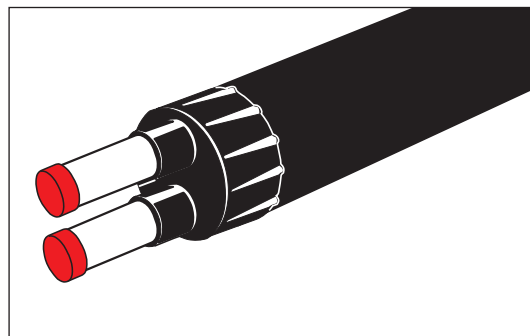
Endekapper må ikke anvendes i jord.

Beskrivelse

Standard endekappen placeres på rørenden, før den svejses sammen med de uisolerede rør.

Endekappen varmekrympes på medierøret og kapperøret.

For yderligere informationer samt en oversigt over tilgængelige dimensioner, se Produktkatalog i afsnit "Fastrørsystem TwinPipe: Endekappe".

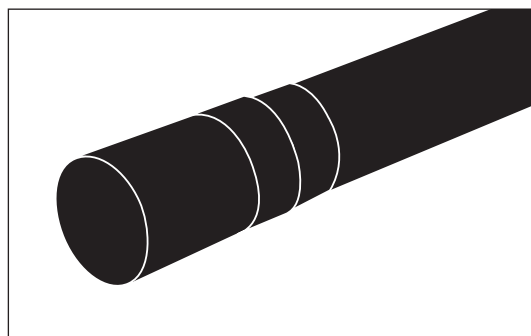


Afslutninger

Slutmuffe

Anvendelse	Til afslutning af et rørsystem i jorden anvendes en PE-slutmuffe til opskumning. Den yderste del af muffen er krympbar.
-------------------	---

Beskrivelse	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. Der skal endvidere monteres fikseringslasker på begge sider af medierørene.
--------------------	--



Henvisninger	Produktkatalog	Fastrørsystem TwinPipe: Endekappe
---------------------	----------------	-----------------------------------

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 EN13941-1 fastsatte grænseværdi på $\sigma_{PUR} = 0,15 \text{ MPa}$. 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 afsnittene "Retningsændringer" og "Afgreninger"). 2. Optagelse af ekspansion i sandpuder. Her vil det ofte forekomme, at PUR-trykspændingen overstiger den i EN13941-1 fastsatte grænseværdi på $\sigma_{PUR} = 0,15 \text{ MPa}$. Ved anvendelse af sandpuder regnes der normalt med en $\sigma_{PUR} \leq 0,25 \text{ MPa}$. Ved denne belastning vil krybningen af PUR-skummet over en 30-årig periode være $< 10\%$. σ_{PUR} øges med lægningsdybden og isoleringstykkelser, 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 13941-1 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

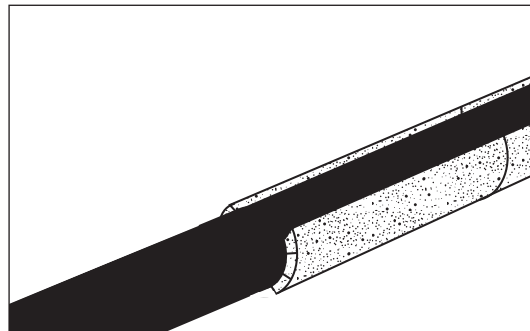
Anvendelse

Skumpuder kan anvendes til optagelse af ekspansionsbevægelser, når førstegangsbevægelsen ikke overstiger følgende intervaller:

- $5 < \Delta L \leq 28 \text{ mm}$ (1 lag = 40 mm)
- $28 < \Delta L \leq 56 \text{ mm}$ (2 lag = 80 mm)
- $56 < \Delta L \leq 84 \text{ mm}$ (3 lag = 120 mm)

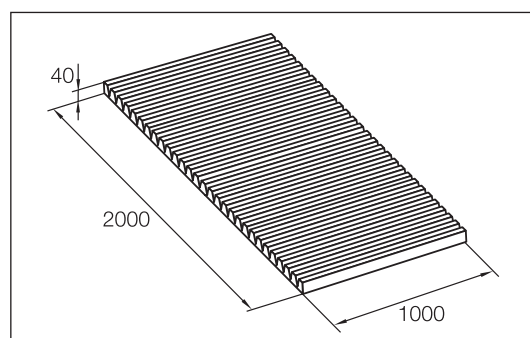
Det anbefales ikke at anvende mere end 3 lag skumpuder (120 mm) ved en max. temperatur på 130°C og normal varierende drift. Derved sikres det, at kapperørets kontinuerlige overfladetemperatur ikke overstiger 50°C, hvilket er angivet som øvre grænse i EN13941-1.

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

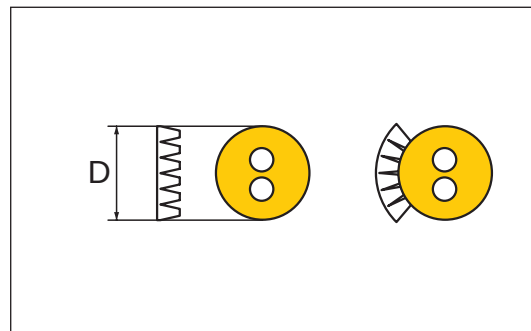
BEMÆRK!

Projekteringsreglerne, som anvises i denne manual, forudsætter anvendelse af LOGSTOR skumpuder.

Ekspansionsoptagelse Skumpuder

Aktuelt mål på skumpuder

Kapperørsdiameteren bestemmer
højden på skumpuden.



Montage af skumpuder

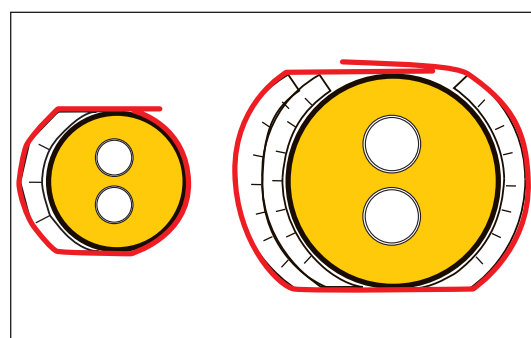
Skumpuder monteres på en eller begge
sider af kapperøret i henhold til projekt-
tegning.

Skumpuderne fastholdes med filament-
tape, min 3 stk pr meter skumpude.

For at forhindre at sand kommer imel-
lem skumpude og kapperør, kan f.eks
geotekstil eller krydsbunden skumfolie-
laminat vikles om skumpuderne. Det
fastholdes med filamenttape.

Ved større dimensioner og flere lag
anbefales indpakning i geotekstil eller
krydsbunden skumfolie-laminat.

I systemer med mange store tempera-
turcykler (f.eks i solfangeranlæg) skal
der altid anvendes geotekstil eller et
krydsbunden skumfolielaminat, der sikr-
er, at tilfyldningsmaterialet ikke kommer
ind mellem skumpuder og kappe.



Ekspansionsoptagelse Skumpuder

Angivelse af antal skumpuder

For bestemmelse af det nødvendige antal skumpuder, se afsnittene: "Retningsændringer" og "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.

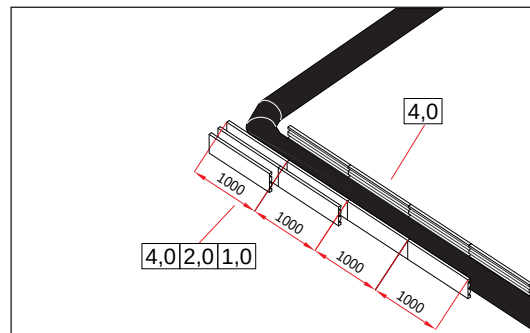
2. lag:

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.



Fleksible TwinPipes

Oversigt

Introduktion

De fleksible TwinPipe-systemer består af Twin-FlexPipe med glat LDPE-kappe og det mere fleksible Twin-FlextraPipe med korrugeret HDPE-kappe. Begge rørtyper er et komplet rørsystem til fordelingsledninger eller mindre stikledninger.

De lange fleksible TwinPipes 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 TwinPipe-systemer.

De faktiske projekteringsregler for hver type medierør er beskrevet i hver deres afsnit.

Indhold

Generelt
Rørgrav
Tilslutning til hovedledning
Afslutninger

Fleksible TwinPipes
Generelt

Introduktion

De fleksible TwinPipes 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
- Tradition

Læs mere under de forskellige typer fleksible TwinPipes eller spørg LOGSTOR i tvivlstilfælde.

Anvendelses-
områder

FlexPipe-system	Medierør, materiale	Driftstryk, bar	Drifttemperatur, °C	Spidstemperatur, °C	Rørtype	Anvendelsesområde		Dimensionsområde ø mm	Overvågning
						Fjernvarme	Fjernkøling		
PertFlextra	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

* PN 16 beregnes ved max. 120°C (Den svenske Fjernvarmeforening D 213).

Nedlægningsmetoder

De fleksible TwinPipes nedlægges i gravede kanaler eller ved anvendelse af underboringsteknikker i henhold til illustrationerne og nedenstående minimumsmål.

Twin FlextraPipes nedlægges i kanal ligesom Twin FlexPipes, men Twin FlextraPipe kan kun anvendes ved underboringer, hvis de trækkes i et foringsrør.

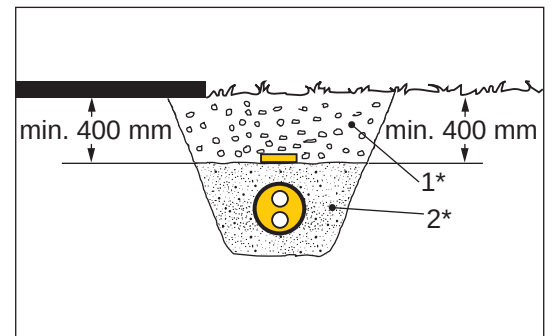
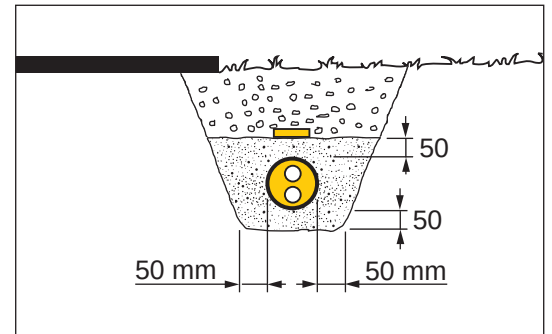
Ved nedlægning i kanaler skal rørene overalt være omgivet af 50 mm tilfyldningsmateriale med egenskaber som beskrevet nedenfor.

1* Tilfyldningsmateriale.

2* Friktionsmateriale.

Der anvendes min. 400 mm overdækning, målt fra underkant af asfalt/beton eller fra overkant af ubefæstet areal.

Ved retningsændringer tilpasses kanalen den aktuelle retningsændring.

**Bukkeradius**

Generelt kan en minimum bukkeradius $R = 10 \times$ kappeditometeren anvendes for temperaturer ned til 5°C.

For større fleksibilitet ved højere omgivelsestemperaturer: Se bukkeradius under 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 TwinPipes Tilslutning til hovedledning

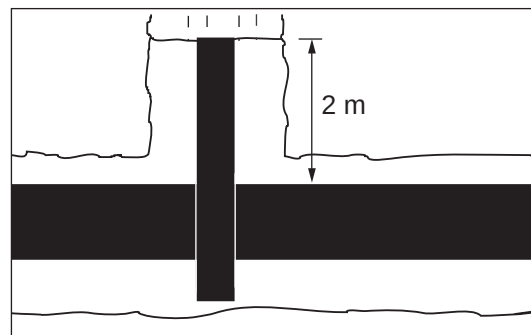
Vinkelret tilslutning

En fejlfri montage af et fleksibelt TwinPipe 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 samt muffer.

Bevægelser i hovedledningen og lange stikledninger kan kræve specielle tiltag; se afsnittet "Afgreninger" samt de anførte begrænsninger under de respektive afsnit om fleksible TwinPipes.

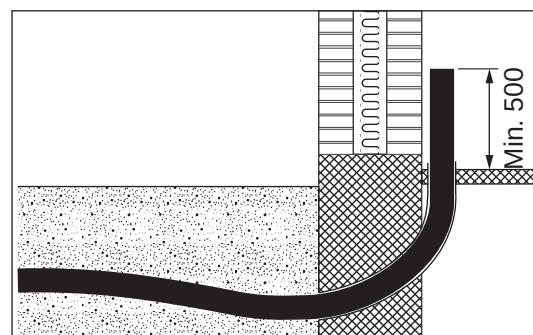
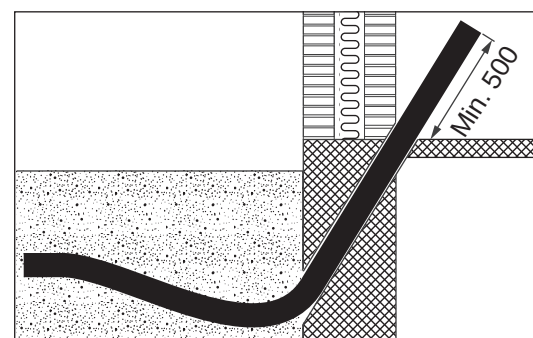
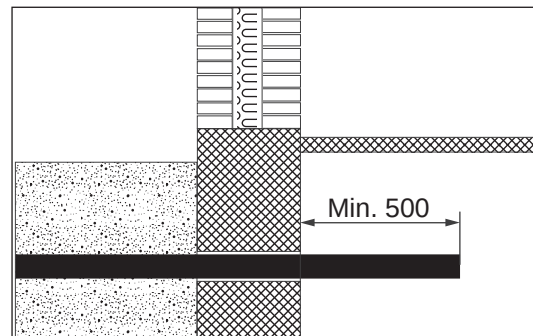


Fleksible TwinPipes Afslutninger

Afslutning i hus

Ved hustilslutning, hvor der er indstøbt gennemføringsrør eller foretaget lige/ skrå sokkelgennemboring, sikres det, at det fleksible TwinPipe føres gennem soklen i samme arbejdsgang som nedlægning og tildækning.

Det fleksible TwinPipe afsluttes min. 500 mm fra den indvendige sokkel/ gulvet for at sikre, at der er tilstrækkelig længde til at bearbejde rørenden.

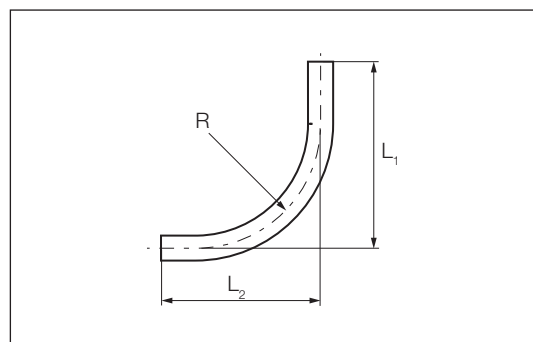


Gennemføringsrør

Til husindføring kan med fordel anvendes et gennemføringsrør i henhold til nedenstående tabel.

Kapperør D, mm	125	140	160	180
FlexPipe D, mm	90	110	125	140
Radius R, mm	800	800-900	900-1000	1000-1100
L ₁ , mm	1050	1250	1350	1400
L ₂ , mm	900	1000	1100	1250

Diameteren på gennemføringsrøret bør være minimum 2 dimensionsspring større end den aktuelle kappediameter.

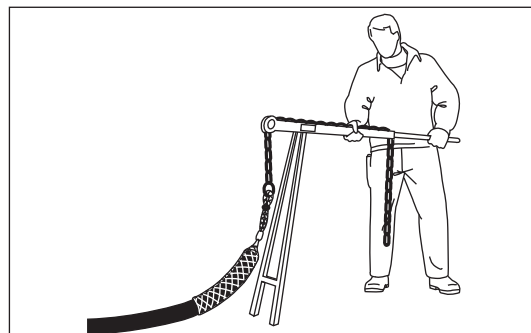


Fleksible TwinPipes Afslutninger

Gennemføringsrør, fortsat

Det anbefales at anvende trækstrømpe og trækkeværktøj til at trække det fleksible TwinPipe gennem et gennemføringsrør.

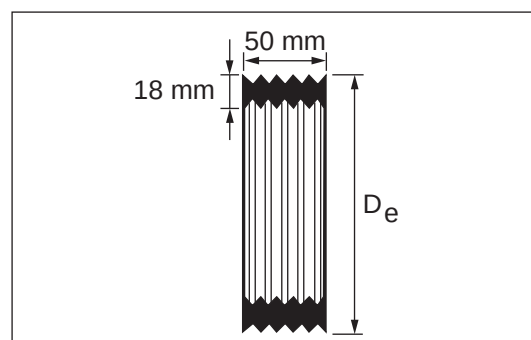
Trækkeværktøjet kan være manuelt som vist her eller med et elektrisk spil.



Sokkelgennemboring

Ved sokkelgennemboring skal hullets diameter være 1-3% mindre end labyrinttætningens diameter.

Er der vandtryk på konstruktionen, anbefales en type tætningsring, som fastgøres til væggen enten indvendigt eller udvendigt, og som klemmer på PE-kappen.



PertFlextra TwinPipes

Oversigt

Introduktion

PertFlextra er et komplet fleksibelt rørsystem.

PertFlextra TwinPipe er med korrugeret kappe.

Det store dimensionsområde gør, at PertFlextra TwinPipe kan anvendes både til stikledninger og fordelingsledninger.

Indhold

Projekteringsregler

Eksempler på montagekombinationer

PertFlextra TwinPipes Projekteringsregler

Generelt

PertFlextra TwinPipe har en levetid på minimum 50 år ved nedenstående temperaturprofil og tryk:

Driftstemperatur:	70°C i 49 år
Maximum driftstemperatur:	80°C i 7760 timer
Funktionsfejl:	95°C i 100 timer
Driftstryk, max:	10 bar

Bukkeradius

Ved retningsændringer kan PertFlextra TwinPipe 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

Afgrening - stål til PertFlextra

I visse tilfælde er det nødvendigt at forstærke et hovedrør af stål, når der afgrenes med en rørstuds eller en stål/Pex overgangskobling, som svejdes direkte på stålmedierrøret, til en afgrening med PertFlex(tra). Kriterierne gives ud fra en kombination af systemets max. temperatur samt dimension.

Max. temperatur	Forstærkningsplade er nødvendig, når:
Alle temperaturer	Hovedrør er 1 dimension større end overgangsstudsens dimension
	Forstærkningsplade er nødvendig ved aksial spændning $\sigma > 150$ MPa i hovedrør, når:
$T \leq 80$ °C	Hovedrør 1 eller 2 dimensioner større end overgangsstudsens dimension
$T \leq 85$ °C	Hovedrør 1, 2, 3 eller 4 dimensioner større end overgangsstudsens dimension
$T > 85$ °C	Alle dimensioner hovedrør

Det forudsættes, at $T_{ins} = 10^\circ\text{C}$.

Bemærk: Hvor hovedrør og overgangsstuds har samme dimension anbefales det at anvende svejse-T.

PertFlextra TwinPipes

Projekteringsregler

Ekspansion

Det 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.

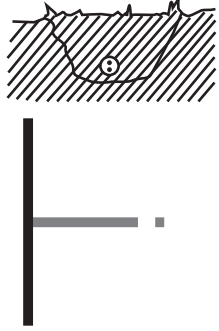
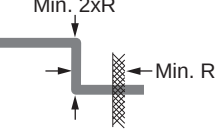
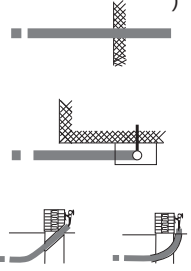
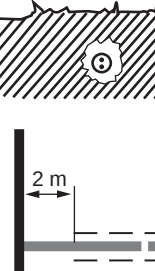
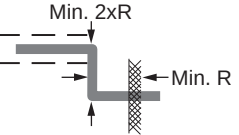
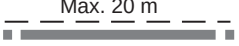
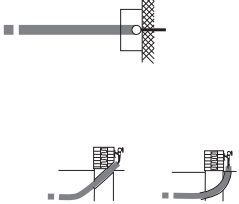
Ved tilslutning af PertFlextra TwinPipe til præisoleret stålør skal det sikres, at der ikke overføres for store bevægelser fra stålørret til PertFlextra TwinPipe-systemet.

Det sikres ved, at overgangen fra stålør til PertFlextra TwinPipe sker ved en afgrening eller efter en bøjning. Når overgangen sker i direkte forlængelse af en stålledning, må stålledningens længde ikke overstige 14 m, målt fra den nærmeste ekspansionsbøjning.

Ved afgrening med PertFlextra TwinPipes fra en stålhovedledning skal det sikres, at bevægelser i hovedledningen ikke overføres til stikledningen. For nærmere detaljer, se illustration næste side.

Eksempler på montagekombinationer

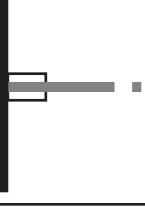
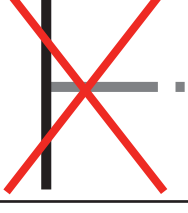
Stiklednings-
længder og
indføring i byg-
ninger

Afgreningspunkt	Stikledning	Indføring i bygning
		Bevægelse ikke tilladt 
		Bevægelse tilladt 
		
		
		

*) 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 FlexPipe ikke udføres.

PexFlextra TwinPipes

Oversigt

Introduktion

PexFlextra er et komplet fleksibelt rørsystem.

PexFlextra TwinPipe er med korrugeret kappe.

Det store dimensionsområde gør, at PexFlextra TwinPipe kan anvendes både til stikledninger og mindre fordelingsledninger.

Indhold

Projekteringsregler

Eksempler på montagekombinationer

PexFlextra TwinPipes

Projekteringsregler

Generelt

PexFlextra TwinPipe har en levetid på minimum 30 år ved nedenstående temperaturprofil og tryk:

- 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

Bukkeradius

Ved retningsændringer kan PexFlextra TwinPipe 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

Afgrening - stål til PexFlextra

I visse tilfælde er det nødvendigt at forstærke et hovedrør af stål, når der afgrenes med en rørstuds eller en stål/Pex overgangskobling, som svejdes direkte på stålmedierøret, til en afgrening med PexFlex(tra). Kriterierne gives ud fra en kombination af systemets max. temperatur samt dimension.

Max. temperatur	Forstærkningsplade er nødvendig, når:
Alle temperaturer	Hovedrør er 1 dimension større end overgangsstudsens dimension
	Forstærkningsplade er nødvendig ved aksial spændning $\sigma > 150$ MPa i hovedrør, når:
$T \leq 80$ °C	Hovedrør 1 eller 2 dimensioner større end overgangsstudsens dimension
$T \leq 85$ °C	Hovedrør 1, 2, 3 eller 4 dimensioner større end overgangsstudsens dimension
$T > 85$ °C	Alle dimensioner hovedrør

Det forudsættes, at $T_{ins} = 10$ °C.

Bemærk: Hvor hovedrør og overgangsstuds har samme dimension anbefales det at anvende svejse-T.

PexFlextra TwinPipes

Projekteringsregler

Ekspansion

Det 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.

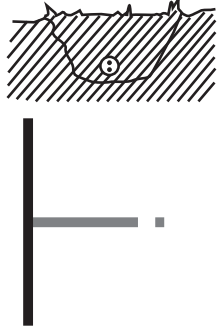
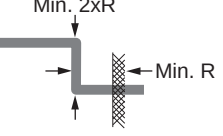
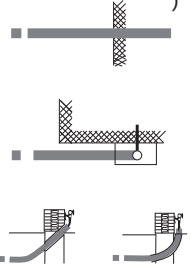
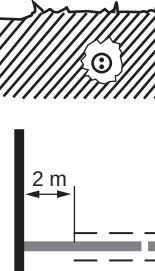
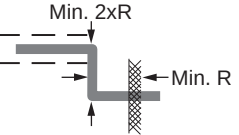
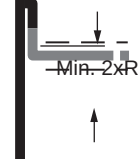
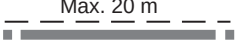
Ved tilslutning af PexFlextra TwinPipe til præisoleret stålør skal det sikres, at der ikke overføres for store bevægelser fra stålørret til PexFlextra TwinPipe-systemet.

Det sikres ved, at overgangen fra stålør til PexFlextra TwinPipe sker ved en afgrening eller efter en bøjning. Når overgangen sker i direkte forlængelse af en stålledning, må stålledningens længde ikke overstige 14 m, målt fra den nærmeste ekspansionsbøjning.

Ved afgrening med PexFlextra TwinPipes fra en stålhovedledning skal det sikres, at bevægelser i hovedledningen ikke overføres til stikledningen. For nærmere detaljer, se illustration næste side.

Eksempler på montagekombinationer

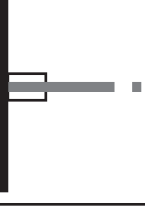
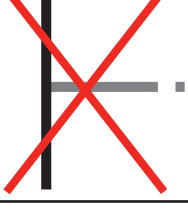
Stiklednings-
længder og
indføring i byg-
ninger

Afgreningspunkt	Stikledning	Indføring i bygning
		Bevægelse ikke tilladt 
		Bevægelse tilladt 
		
		
		
		

*) 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 FlexPipe ikke udføres.

AluFlextra TwinPipes

Oversigt

Introduktion

AluFlextra TwinPipe er et komplet fleksibelt rørsystem.

AluFlextra TwinPipe er med korrugeret kappe.

FlexPipe kan anvendes både til stikledninger og mindre fordelingsledninger.

Indhold

Projekteringsregler

Eksempler på montagekombinationer

AluFlextra TwinPipes Projekteringsregler

Generelt

AluFlextra TwinPipe har en levetid på minimum 30 år ved nedenstående temperaturprofil og tryk:

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

Bukkeradius

Ved retningsændringer kan FlextraPipe bukes på stedet til minimum bukeradius 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. bukeradius, R m
90	0,7
110	0,9
125	1,0
140	1,4

Afgrening - stål til AluFlextra

I visse tilfælde er det nødvendigt at forstærke et hovedrør af stål, når der afgrenes med en rørstuds eller en stål/Alu overgangskobling, som svejses direkte på stålmedierøret, til en afgrening med AluFlextra. Kriterierne gives ud fra en kombination af systemets max. temperatur samt dimension.

Max. temperatur	Forstærkningsplade er nødvendig, når:
Alle temperaturer	Hovedrør er 1 dimension større end overgangsstudsens dimension
	Forstærkningsplade er nødvendig ved aksial spændning $\sigma > 150$ MPa i hovedrør, når:
$T \leq 80$ C°	Hovedrør 1 eller 2 dimensioner større end overgangsstudsens dimension
$T \leq 85$ C°	Hovedrør 1, 2, 3 eller 4 dimensioner større end overgangsstudsens dimension
$T > 85$ C°	Alle dimensioner hovedrør

Det forudsættes, at $T_{ins} = 10^\circ\text{C}$.

Bemærk: Hvor hovedrør og overgangsstuds har samme dimension anbefales det at anvende svejse-T.

Eksempler på montagekombinationer

Ekspansion

Det 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 AluFlextra TwinPipe til et præisoleret stålør skal det sikres, at der ikke overføres for store bevægelser fra stålørret til AluFlextra TwinPipe-systemet. Det sikres ved, at overgangen fra stålørret til AluFlextra TwinPipe 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 AluFlextra TwinPipe fra en stålhovedledning skal det sikres, at bevægelser i hovedledningen ikke overføres til stikledningen. For nærmere detaljer, se nedenstående illustration.

Stiklednings- længder og indføring i byg- ninger

Afgreningspunkt	Stikledning	Indføring i bygning
		Bevægelse ikke tilladt
		Bevægelse tilladt

*) 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 FlexPipe ikke udføres.

CuFlex TwinPipes
Oversigt

Introduktion	CuFlex TwinPipe er et komplet fleksibelt rørsystem til fordelingsledninger og mindre stikledninger.
Indhold	Projekteringsregler Eksempler på montagekombinationer

CuFlex TwinPipes

Projekteringsregler

Generelt

Rørsystemet opfylder kravene i EN15632-4 med en minimums design levetid på 30 år ved følgende driftsforhold:

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.

Driftstryk max.: 16 bar.

Bukkeradius

Ved retningsændringer kan CuFlex TwinPipe bukes på stedet til minimum bukkeradius R.

CuFlex TwinPipe-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	0.9
110	1.1

Afgrening - stål til CuFlex

I visse tilfælde er det nødvendigt at forstærke et hovedrør af stål, når der afgrenes med en rørstuds eller en stål/Cu overgangskobling, som svejses direkte på stålmedierøret, til en afgrening med CuFlex. Kriterierne gives ud fra en kombination af systemets max. temperatur samt dimension.

Max. temperatur	Forstærkningsplade er nødvendig, når:
Alle temperaturer	Hovedrør er 1 dimension større end overgangsstudsens dimension
	Forstærkningsplade er nødvendig ved aksial spændning $\sigma > 150$ MPa i hovedrør, når:
$T \leq 80$ C°	Hovedrør 1 eller 2 dimensioner større end overgangsstudsens dimension
$T \leq 85$ C°	Hovedrør 1, 2, 3 eller 4 dimensioner større end overgangsstudsens dimension
$T > 85$ C°	Alle dimensioner hovedrør

Det forudsættes, at $T_{ins} = 10^\circ\text{C}$.

Bemærk: Hvor hovedrør og overgangsstuds har samme dimension anbefales det at anvende svejse-T.

Eksempler på montagekombinationer

Ekspansion

CuFlex TwinPipe er et fleksibelt rørsystem, som ikke kræver specielle tiltag ved nedlægning i jord.

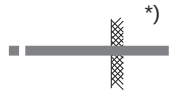
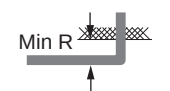
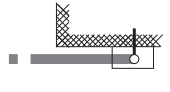
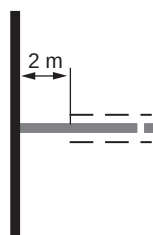
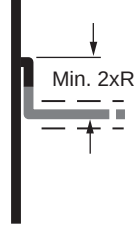
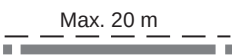
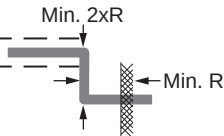
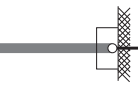
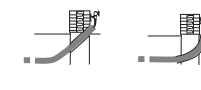
Det er et selvkompenserende system, og på grund af medierørets egenskaber er det ikke nødvendigt at tage hensyn til ekspansionen i jordlagte systemer.

Ved tilslutning af CuFlex TwinPipe til et præisoleret stålør skal det sikres, at der ikke overføres for store bevægelser fra stålørret til CuFlex TwinPipe-systemet.

Det sikres ved, at overgangen fra stålør til CuFlex TwinPipe 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 TwinPipe fra en stålhovedledning skal det sikres, at bevægelser i hovedledningen ikke overføres til stikledningen.

Stikledningslængder og indføring i bygninger

Afgreningspunkt	Stikledning	Indføring i bygning
 		   
  	 	   

*) 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 FlexPipe ikke udføres.

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 13941-1
- Avancerede beregninger, som tager højde for temperaturens indflydelse på lambda (λ)-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**

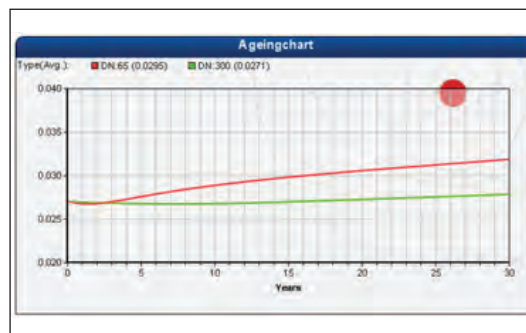
Til beregning af varmetabet fra forskellige rørsystemer har LOGSTOR udviklet online beregningsprogrammet "LOGSTOR Calculator".

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 ældningsskurven, der gælder for et specifikt rør.



LOGSTOR Calculator indeholder to beregningsmetoder:

- Standard efter EN 13941-1
- Avanceret

**Standard
beregning efter
EN 13941**

Ved beregning af varmetabet efter EN 13941-1 anvendes formlergrundlaget og principperne i standarden.

I varmetabsberegningerne anvendes en varmeledningkoefficient, 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 Produktkataloget afsnit "Fastrørsystem enkelt-rør: Materialespecifikation".

Afhængig af rørsystemet beregnes varmetabet med og uden ældning over det ønskede tidsrum med tilsvarende værdier for økonomi og emission.

Varmetab Beregninger

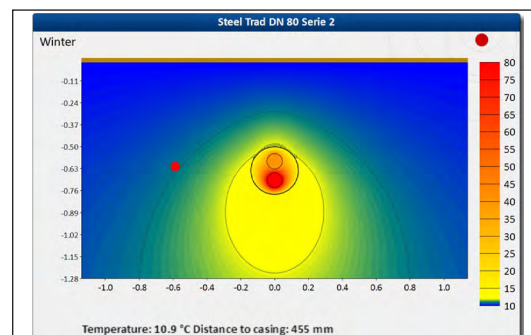
Avanceret beregning

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.

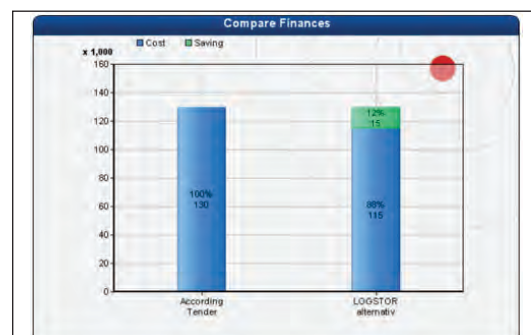
Resultatet er varmetabets nutidsværdi baseret på det ønskede tidsrum.

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.



Investerings- afkast (ROI)

Hvis 2 projekter sammenlignes, er det muligt at regne en simpel tilbagebetalingstid ud på baggrund af forskellen i energitabet.

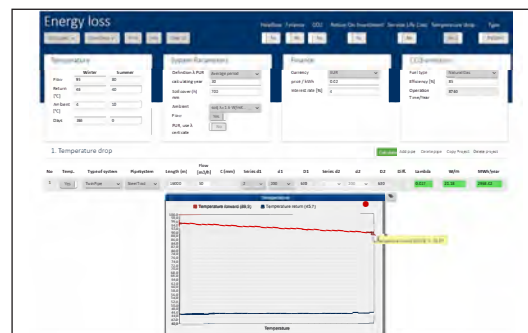
For at udføre beregningen skal energiprisen i kWh og forskellen i omkostninger på de 2 projekter, d.v.s omkostninger til materialer og montage, kendes. Er der forskel i de årlige driftsomkostninger, kan de også indtastes. Herefter beregnes den simple tilbagebetalingstid, d.v.s. hvor mange år, der er 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.

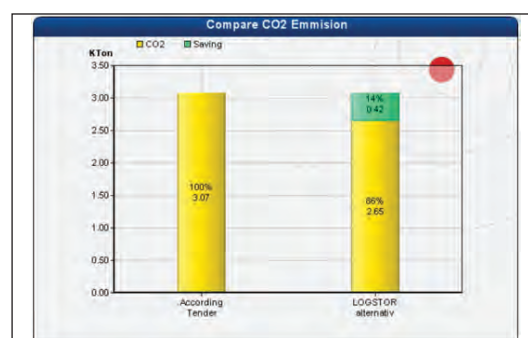
Beregningerne er baseret på flow, temperaturen i omgivelserne og jordens λ -værdi.

**Emission**

Programmet kan også vise den omtrentlige størrelse på emissionen, der stammer fra energiproduktionen af rørledningens varmetab.

Resultatet kan vises for et år eller som en sum for et valgt tidsrum.

Resultatet er baseret på den valgte brændselstype og varmeproduktionsanlæggets effektivitet.

**Livscyklus-
omkostninger**

Til vurdering af hvilken rørtype, der er den mest økonomiske at investere i, skal der udføres en beregning af livscyklusomkostningerne. Denne beregning omfatter investeringer i rørsystemet, nedlægnings- og montageomkostninger samt driftsomkostninger i hele levetiden.

Levetiden sættes typisk til 30 år, selvom rørsystemerne let kan være i drift meget længere.

Driftsomkostningerne beregnes i nutidsværdi, d.v.s. den sum penge, som i dag skal sættes i banken for at dække de samlede driftsomkostninger i levetiden. Omkostninger som følge af varmetab indgår i driftsomkostningerne og kan beregnes med LOGSTOR Calculator.

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>.

Produktkatao

Fastrørsystem enkeltrør: Materialspekifikation

Rørdimensionering

Oversigt

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

Rørdimensionering

Generelt

Basisparametre

For at finde den rigtige rørdimension er det nødvendigt at kende:

- Mængden af energi rørledningen 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 = Samtidighedsfaktor i %

ϕ = Varmetab fra røret, W

Samtidighedsfaktorer

Følgende samtidighedsfaktorer 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 rørledninger 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

Rørdimensionering

Generelt

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
Stikledninger	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



Hvis du vil vide mere om produktudbuddet på andre markeder, bedes du kontakte din lokale salgsrepræsentant eller besøge www.logstor.com

Vi har lagt mange kræfter i at sørge for, at indholdet af denne publikation er korrekt, men Kingspan Limited og dets datterselskaber påtager sig intet ansvar for fejl eller for oplysninger, der viser sig at være vildledende. Forslag til eller beskrivelser af produkternes endelige anvendelse eller arbejdsmetoder er kun til information, og Kingspan Limited og dets datterselskaber påtager sig intet ansvar i forbindelse hermed.

Scan QR-koden direkte ovenfor for at sikre, at de nyeste og mest nøjagtige produktoplysninger vises.

