

# 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 afsnit 18 og 19.

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.

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 samt de krav, der stilles i rørstandard DS/EN 15698-1.

---

## Indhold

Manualen	1.1
Overholdelse af projekteringskrav	1.2
Hjælp til projektering	1.3
Forudsætninger	1.4
Projektklasser	1.5
Enheder og symboler	1.6
Systemdefinitioner	1.7
Spændingsniveau og ekspansionsberegning	1.8
Eksempler på spændingsniveau og ekspansionsberegning	1.9
Fastlæggelse af tilladelig spændingsniveau	1.10
Fordele/ulemper ved forskellige løsninger for spændingsniveau	1.11

---

## Manualer

Denne manual er en del af LOGSTOR A/S's manualsamling som p.t. består af:

- Produktkatalog
- Projektering
- Håndtering & Montage



## Denne manual

Manualen, Projektering, er et værktøj, der tjener følgende formål:

Rådgivende og projekterende skal kunne vurdere de forskellige rørsystemers og lægningsmetoders egnethed til at løse konkrete opgaver.

Manualen skal sikre, at der vælges optimale løsninger, hvor der anvendes færrest mulige komponenter til gavn for projektets totaløkonomi. Det gælder materialeforbrug, grave- og montageomkostninger og driftssikkerhed i hele systemets levetid.

**OBS!** De tre manualer betragtes som selvstændige værker. Der er derfor ikke sammenhæng mellem nummereringen i de enkelte manualer.

Sidenummereringen fungerer - udover at være en reference - også som identifikationsmarkør, der sætter os i stand til at skræddersy manualer til såvel enkelte lande som enkeltprojekter.

Med andre ord: Vi kan levere præcis den dokumentation, der er relevant for det pågældende land, tilbud, projekt m.m.

## Brug af manualen

Manualen eller dele heraf må ikke reproduceres til ekstern brug uden udtrykkelig skriftlig tilladelse fra LOGSTOR A/S.

Denne manual indeholder LOGSTORs input til valg og optimering af forskellige rørsystemløsninger. 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 A/S.



## 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.

#### 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 Internet.

---

**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:

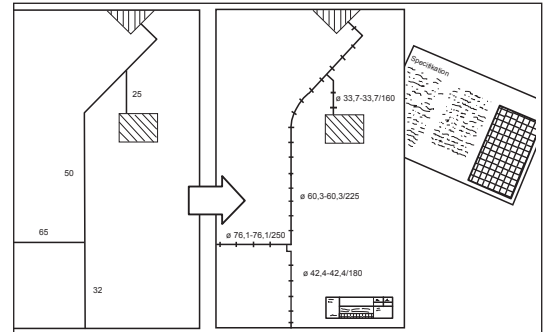
- 1 eller flere dimensionsspring
-

### 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 montagetegninger.



### Varmetabs- beregning 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:

- Energital
- Energitalbets omkostninger, herunder levetidsomkostninger og investeringsafkast (return on investment = ROI)
- Temperaturfald
- CO<sub>2</sub>-udledningen

LOGSTOR Calculator giver dig også følgende muligheder:

- Dimensionering af medierør
- Beregning af tryktab

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



# 1.4.0.1 TwinPipes Generelt Forudsætninger

## Anvendelse

Dette afsnit indeholder forudsætninger for TwinPipe-fastrørsystemer i henhold til EN 13941. Kontakt LOGSTORs teknikere, hvis de faktiske betingelser ikke stemmer overens med forudsætningerne, som danner grundlag for denne Projekteringsmanual. Hvad angår andre rørsystemer, se de relevante afsnit i denne manual.

## Forudsætninger for stålmedierøret

Den kontinuerlige driftstemperatur i et fastrørsystem med enkeltrør eller TwinPipes er max. 140°C. Test og dokumentation i henhold til EN 15698-1 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 stålmedierøret skal der anvendes behandlet vand. Vandbehandlingen afhænger af de lokale forhold, men skal overholde følgende krav:

Cirkulationsvand	
pH-værdi	9,5-10
udseende	ren og lerfrit
olieindhold	olfefrit
iltindhold	< 0,02 mg/l
saltindhold	< 3000 mg/l

## Forudsætning for andre medierør (FlexPipes/ FlextraPipes)

Se det relevante afsnit for hver rørtype i denne Projekteringsmanual.

Medierør	Max. kontinuerlig driftstemperatur °C	Max. driftstryk i systemer bar
SteelFlex	120	25
PexFlex	85	6
AluFlex	95	10
CuFlex	120	16
PexFlextra	85	6
SaniFlextra dobbelt	85	10
AluFlextra	90	10

## 1.4.0.2 TwinPipes Generelt Forudsætninger

---

### Anvendte standarder

LOGSTOR projekteringsregler bygger på følgende relevante og gyldige europæiske standarder.

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

Andre europæiske standarder, som gælder for LOGSTOR produkter:

- EN 448 Fittings
  - EN 488 Ventiler
  - EN 489 Muffer
  - EN 15698-1 TwinPipes
  - EN 15698-2 TwinPipe-fittings
  - EN 15632 Fleksible rørsystemer
-

# 1.5.0.1 TwinPipes Generelt Projektklasser

## Definition af projektklasser

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

**Projektklasse A:** Små og mellemstore rørdimensioner med lave aksialspændinger.

**Projektklasse B:** Høje aksialspændinger, små og mellemstore rørdimensioner.

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

En mere detaljeret beskrivelse forefindes i standarden EN 13941.

## Lastcykler

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

Beskrivelse af røret	Antal fulde cykler
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

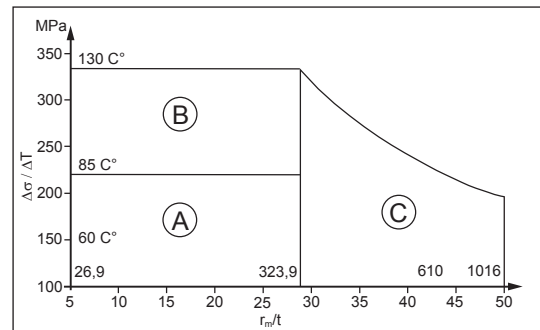
Til hver projektklasse tilknyttes en partialkoefficient for udmattelse.

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 baseres sig derfor på projektklasse B.



## **Enheder og symboler**

**Introduktion** Følgende enheder og deres tilsvarende symboler er baseret på:

- EN 253
- EN 15698
- EN 13941
- LOGSTOR symboler

---

<b>Enheder</b>	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 <sup>2</sup> )
Temperatur	°C (grader celsius)	

---

<b>Symboler</b>	$A_s$	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
	$\sigma_{all}$	Tilladelig aksialt spændingsniveau
	$L$	Længde
	$\Delta L$	Ekspansion for længden $L$
	$H$	Overdækning (målt fra kappens top til jordoverfladen)
	$Z$	Afstand fra rørets centerlinje til jordoverfladen ( $Z=H+1/2D$ )
	$R_e$	Flydespænding
	$T$	Temperatur i °C
	$\alpha$	Længdeudvidelseskoefficient
$\gamma$	Jordens specifikke vægt	
$\rho$	Jordens densitet	
$\varphi$	Tilfyldningsmaterialets friktionsvinkel (friktionsmaterialet)	

---

<b>Indekser</b>	ins	Installation
	min	Minimum
	max	Maksimum
	pre	Forspænding
	f	Fremløb
	r	Returløb

---



**Karakteristiske værdier**

Karakteristiske værdier for stålmedierør i henhold til EN 13941.

I denne manual er anvendt nedenstående generelle værdier:

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

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

Det betyder at

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

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

Temperatur T	E-modul E <sup>T</sup> MPa	Længdeudv.- koefficient $\alpha^T$	Flyde- spænding Re MPa
20 °C	212.857	1,16E-05	235
50 °C	211.143	1,18E-05	235
70 °C	210.000	1,19E-05	221
90 °C	208.857	1,21E-05	216
100 °C	208.286	1,22E-05	213
110 °C	207.714	1,23E-05	210
120 °C	207.143	1,23E-05	207
130 °C	206.571	1,24E-05	205
140 °C	206.000	1,25E-05	202
150 °C	205.429	1,26E-05	199

# 1.7.0.1 TwinPipes Generelt Systemdefinitioner

## Fastrørsystemet

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

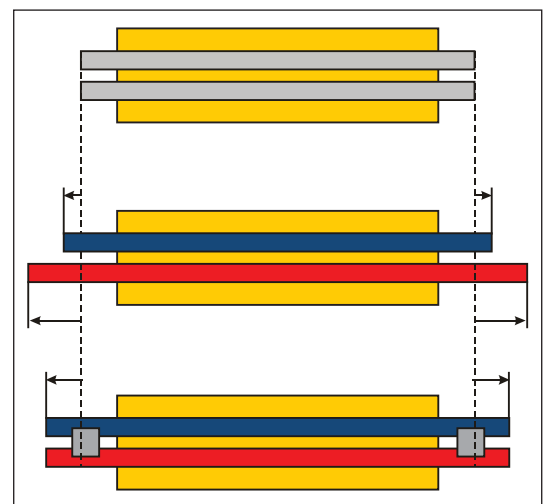
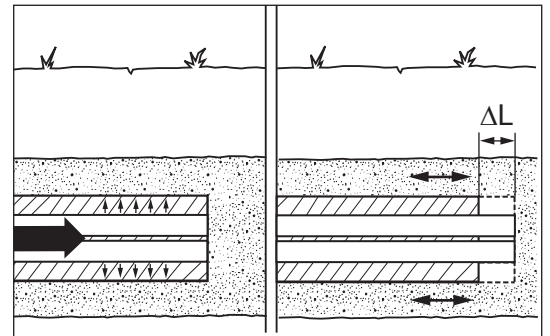
I TwinPipe-systemet er medierøret for frem- og returløbet af samme dimension og indstøbt i samme kappe. Det vil sige, at de udvidelser eller sammentrækninger, som opstår i stålrorene som følge af temperaturændringer, overføres til kappen via isoleringen, så bevægelsen sker mellem kappen og det omkringliggende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

Bevægelserne bliver reduceret af friktionen mellem kappen og det omkringliggende sand, 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 returløb.

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.

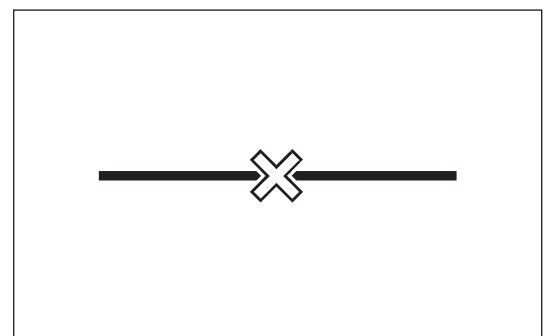


## Forankringer

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

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

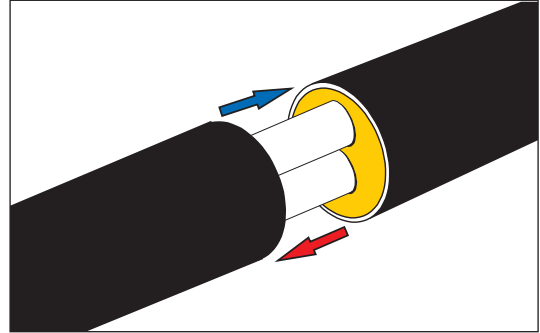
Støbte forankringer anvendes ikke i TwinPipe-systemet, da bevægelserne er væsentligt reduceret sammenlignet med bevægelserne i et tilsvarende enkeltrørsystem.



# 1.7.0.2 TwinPipes Generelt Systemdefinitioner

## 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:

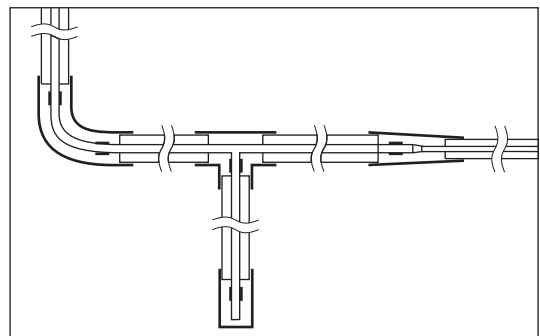
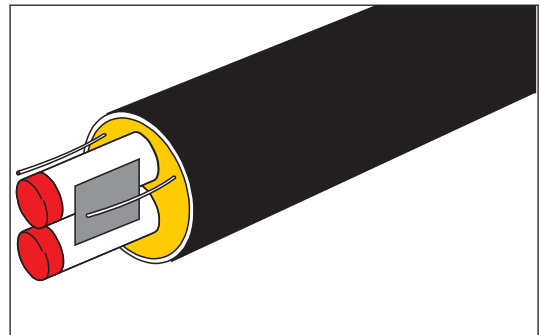
- Ved alle retningsændringer
- På reduktioner (på den største dimension)
- På ender af lige rørstrækninger
- Ved stikindføring

Fikseringslasker er projekteret til en maksimal temperaturdifferens 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 afsnit 14.2.0.



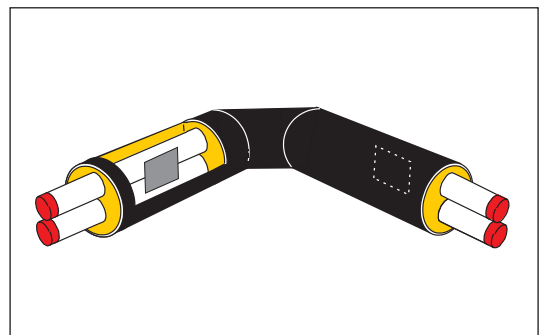
## Præisolerede komponenter

TwinPipe-systemet har indbyggede fikseringslasker i alle præisolerede fittingskomponenter undtagen præisolerede udluftningshaner.

På præisolerede afgreninger er der kun fikseringslasker på afgreningrørene.

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 s. 14.2.0.



## 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 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	1.8.1
Ekspansion ved bøjninger	1.8.2
Ekspansion ved afgreninger	1.8.3
Friktionskraft	1.8.4

---

## Spændingsniveau og ekspansionsberegning 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  $\Delta T$  beror på forskellen mellem temperaturen, hvor rørene bliver tildækket og max. temperaturen for fremløbet.

Den forenklede formel ved anvendelse af værdierne for  $\alpha$  og  $E$  fra side 1.6.0.2 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  $\Delta T_{\text{middel}}$  defineres som forskellen mellem middeltemperaturen og temperaturen, hvor rørene bliver installeret,  $T_{\text{ins}}$ :

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

## Spændingsniveau og ekspansionsberegning Aksialt spændingsniveau

### Friktionslængde

Friktionslængden  $L_F$ , som er afstanden fra en rørsektions frie 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:

$\Delta T_{\text{middel}}$  = Forskellen mellem middeltemperaturen og temperaturen, hvor røret bliver tildækket

$A_s$  = Det samlede tværsnitsareal af de to stålrør, hvilket fremgår af tabellerne på side 3.2.2.1 og 3.2.2.2.

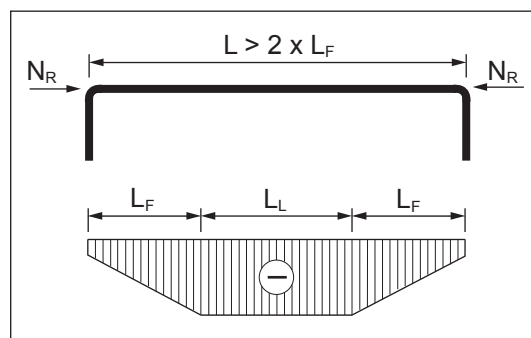
$F$  = Friktionskraft i jorden, d.v.s. modstanden mod bevægelser, som jorden overfører til det præisolerede rør. Fremgår af tabellerne på side 3.2.2.1 og 3.2.2.2 eller beregnes i henhold til afsnit 1.8.4.

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

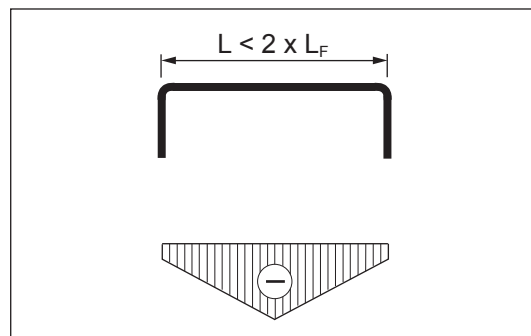
$L_L$  = Friktionsfikseret sektion



### 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:

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



### Aksialspænding i et vilkårligt punkt

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

$$L_x < L_F$$

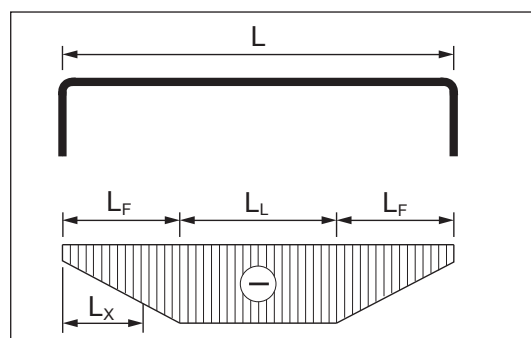
$$\sigma_x = \frac{1}{2} \cdot E \cdot \alpha \cdot (T_f - T_r) + L_x \cdot \frac{F}{A_s}$$

$$L_x > L_F$$

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

Hvor

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



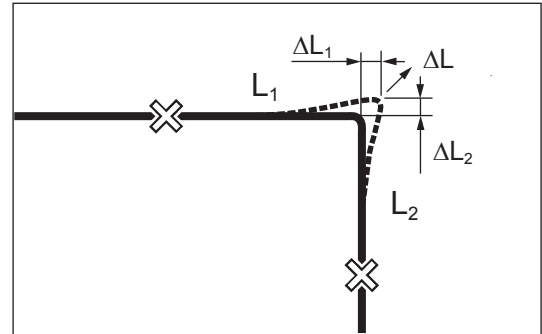
## Spændingsniveau og ekspansionsberegning Ekspansion ved bøjninger

### 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 fri 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 afsnit 4 for nærmere beskrivelse.



## Spændingsniveau og ekspansionsberegning Ekspansion ved afgreninger

### Ekspansion ved afgrening

Et afgreningrør følger hovedrørets bevægelser i afgreningpunktet.

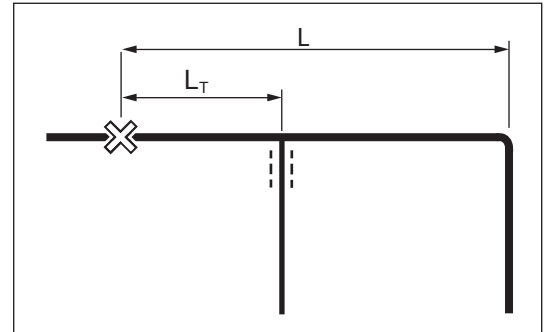
Det er vigtigt at være opmærksom på den aksiale ekspansion i hovedrøret. Den vil føre til vandrette bevægelser i samme størrelsesorden ved afgreningrøret.

Ekspansionen i hovedrøret ved afgreningen kan beregnes efter følgende formel:

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

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 afgreningrøret ved at bruge skumpuder. Se afsnit 5 for nærmere beskrivelse.



# 1.8.4.1 TwinPipes Spændingsniveau og ekspansionsberegning Friktingskraft

---

## Friktingskraft

Friktingskraften kan beregnes efter følgende formel:

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

Hvor:

- $\mu$  Friktionskoefficient mellem sand og PE-kappe (0,4 kan anvendes)
- $K_0$  Hviletrykskoefficient (0,46 kan anvendes)
- $\sigma_v$  Den effektive spænding i jorden ved rørets centerlinje =  $\gamma_s \cdot Z$
- $\gamma_s$  Jordens specifikke vægt (kN/m<sup>3</sup>)
- $Z$  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 på side 3.2.2.1 og 3.2.2.2 som en funktion af jorddækket og isoleringsserie.

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

---

## 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

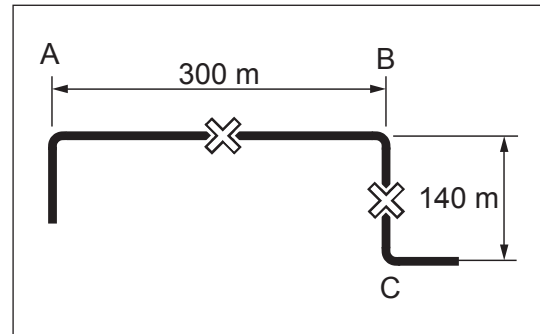
Aksialt spændingsniveau	1.9.1
Ekspansion ved bøjninger	1.9.2
Ekspansion ved afgreninger	1.9.3

---

## 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  $T_{\text{ins}} = 10^\circ\text{C}$   
 Værdier fra tabellen på side 3.2.2.1:  
 $F = 4,22$  kN/m  
 $A_s = 2504$  mm<sup>2</sup> (= medierørens samlede tværsnitsareal)



### Maksimal aksialspænding

Beregning af maksimal termisk aksialspændingsniveau i rørsystemet:  
 $\sigma_{\text{max}} = \Delta T \cdot 2,52$  [MPa]  
 $\sigma_{\text{max}} = (90 - 10) \cdot 2,52 = 202$  MPa

### Sektion A-B

Beregning af friktionslængde:

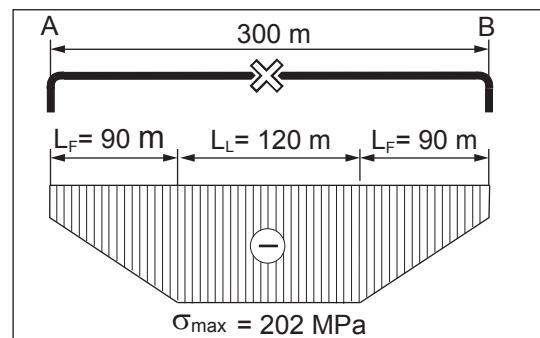
$$L_F = \Delta T_{\text{middel}} \cdot (E \cdot \alpha) \cdot \frac{A_s}{F}$$

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

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

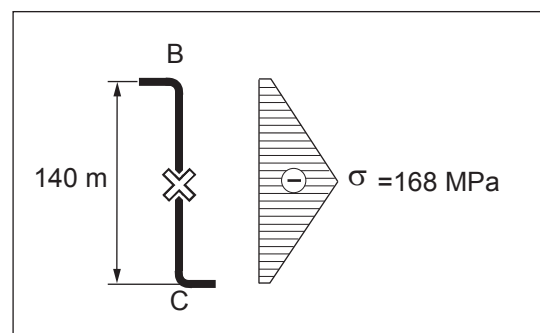
For sektion B-C er afstanden  $< 2 \cdot L_F$ , hvilket betyder, at aksialspændingen er lavere end  $\sigma_{\text{max}}$ .

Det maksimale spændingsniveau er:

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

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

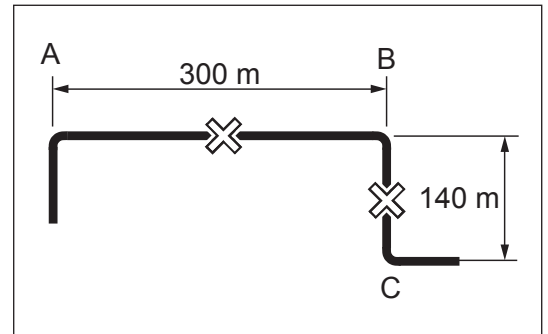
$$= 168 \text{ MPa}$$



## 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 på side 3.2.2.1:  
 $F = 4,22 \text{ kN/m}$   
 $A_s = 2504 \text{ mm}^2$  (= medierørens samlede tværsnitsareal)

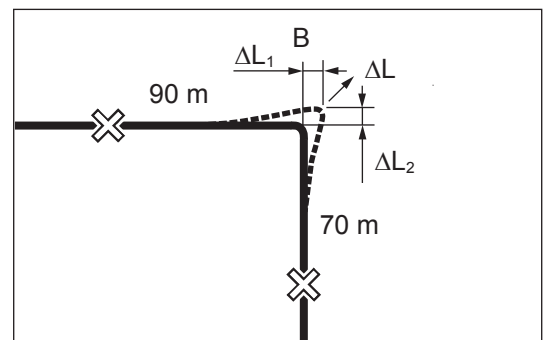


### Beregning af bevægelse i punkt B

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

1. Beregning af ekspansion fra rørsektion A-B,  $\Delta L_1$
2. Beregning af ekspansion fra rørsektion B-C,  $\Delta L_2$
3. Ekspansionsbøjning B's samlede radial bevægelse,  $\Delta L$

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



#### Fra A-B:

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

$L_F$  er 90 m (beregnet i eksempel 1).

$L = 90 \text{ m}$  ( $< 150 \text{ m}$ ) 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  $\frac{1}{2} \cdot 140 = 70 \text{ m}$ .

$L_F$  er 90 m (beregnet i eksempel 1).

$L = 70 \text{ m}$  ( $< 90 \text{ m}$ ) anvendes for  $L_2$  i eksemplet.

Beregning af  $\Delta L_2$ :

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

#### Radial bevægelse i punkt B:

Radialforskydninger ved B er:

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

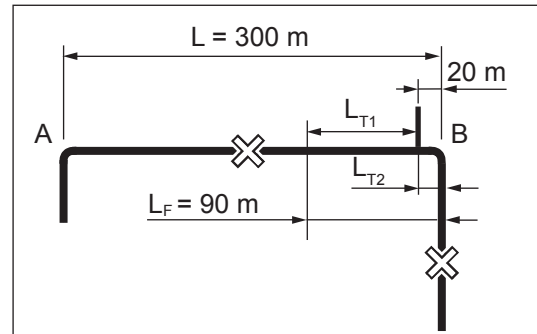
$$\Delta L = \sqrt{32^2 + 31^2} = 45 \text{ mm}$$

Afsnit 4 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  $T_{\text{ins}} = 10^\circ\text{C}$   
 Værdier fra tabellen på side 3.2.2.1:  
 $F = 4,22$  kN/m  
 $A_s = 2504$  mm<sup>2</sup> (= 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.

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

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

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

Afsnit 5 beskriver, hvordan denne bevægelse skal håndteres.

# 1.10.0.1 TwinPipes Aksialt spændingsniveau 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	1.10.1
Spændingsniveau uden spændingsreduktion	1.10.2
Spændingsreduktion med bøjninger	1.10.3
Spændingsreduktion med varmemeforspænding	1.10.4
Spændingsreduktion med E-Comp	1.10.5

---



## Aksialt spændingsniveau Fastlæggelse af tilladeligt spændingsniveau

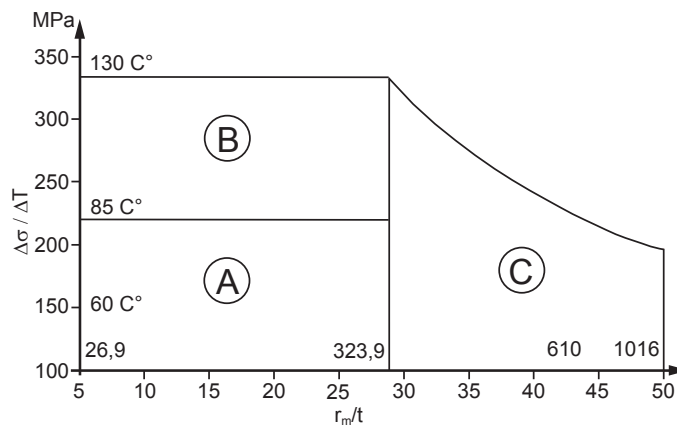
### Tilladeligt aksialt spændingsniveau

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 på 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

# 1.10.1.2 TwinPipes Aksialt spændingsniveau Fastlæggelse af tilladeligt spændingsniveau

---

## Tilladeligt aksialt spændingsniveau fortsat

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

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

Spændingsniveauet behøver ikke være vurderet 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 afsnit 3.1.

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 afsnit 3.2 og 3.3.

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 metodors fordele, så der opnås et både teknisk og økonomisk optimalt system.

---

# 1.10.2.1 TwinPipes Aksialt spændingsniveau 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

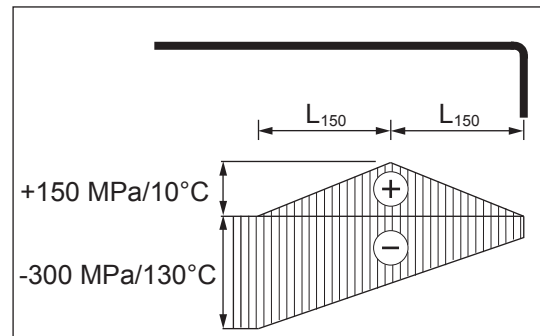
Ved høje beregningstemperaturer overstiges stålets flydespænding ( $R_{eH}$ ). Dette betegnes høj aksialspænding og er defineret i projektklasse B for små og mellemstore rør.

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.



# 1.10.3.1 TwinPipes Aksialt spændingsniveau Spændingsreduktion med bøjninger

## Ekspansions- bøjning

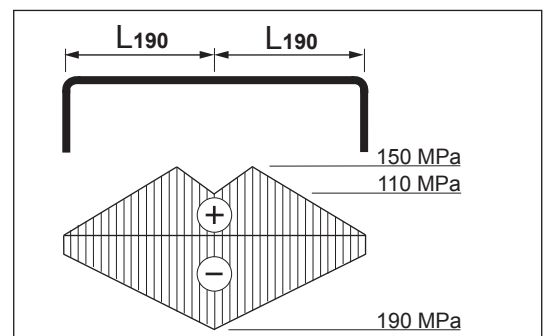
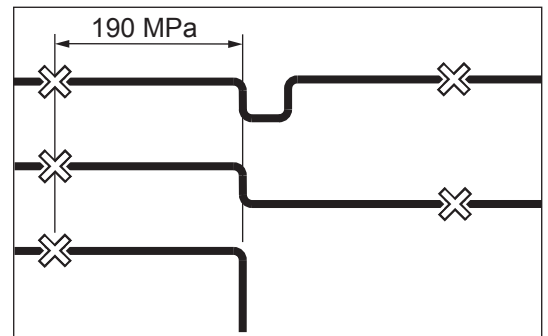
Aksialspændinger i lige rørsektioner kan reduceres ved at indsætte ekspansionsbøjninger med en afstand, som sikrer, at aksialspændingerne ikke overstiger det faktisk tilladelige spændingsniveau i fremløbet.

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 montage-længder 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 afsnit 3.2.



# 1.10.4.1 TwinPipes Aksialt spændingsniveau Spændingsreduktion med varmforspænding

## Varmforspænding

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

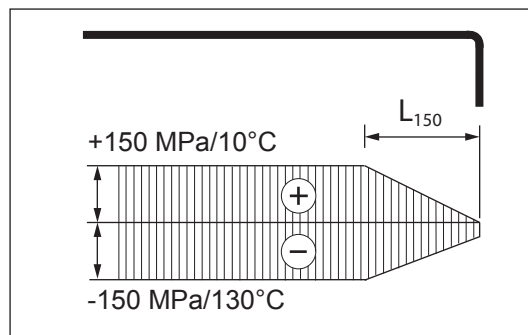
Efter tildækning ved forspændingstemperaturen, hvor ledningen har ekspanderet i længderetningen, vil temperaturændringer føre til lavere aksiale spændinger, idet de vil forekomme både som træk- og trykspændinger. Ekspansionerne ved enderne vil ligeledes være mindre og forekomme som udvidelse og tilbagetrækning 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  $\pm 150$  MPa, når varmforspændingen er udført ved 70°C - en temperaturforskel på 60°C.

For detaljer, se afsnit 3.3.



# 1.10.5.1 TwinPipes Aksialt spændingsniveau Spændingsreduktion med E-Comp

---

## E-Comp

E-systemet anvendes ikke i forbindelse med TwinPipe-systemet.

---

# 1.11.0.1

## TwinPipes

### Aksialt spændingsniveau

### Fordele og ulemper

#### Fordele og ulemper

System	Fordele	Ulemper
<b>Uden spændingsreduktion</b>  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	<b>Lave aksialspændinger</b> Ingen  <b>Høje aksialspændinger</b> Høje aksialspændinger Førstegangsekspansionen er stor Ekstra påpasselighed i forbindelse med fri- og parallelgravning Begrænset anvendelse af smigskæringer
<b>Spændingsreduktion med bøjninger</b>  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
<b>Spændingsreduktion med varme-forspænding</b>	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.



## 2.0.0.1 TwinPipes Rørgraven Oversigt

---

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

---

<b>Indhold</b>	Rørgravens dimensioner og løft af TwinPipes	2.1
	Tilfyldningsmateriale	2.2
	Overdækning	2.3
	Frigravning af rør	2.4

---

## 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

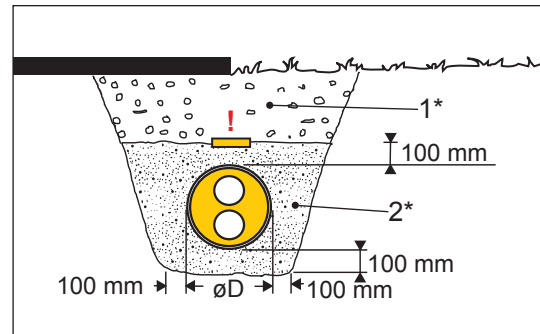
Kanalens tværsnit skal være udformet således, at rørmontage og -samling kan foregå på en passende måde, og montøren har mulighed for at komprimere tilfyldningsmaterialet på behørig vis.

Hvis montagen sker i kanalen, skal kanal dybden og -bredden øges med 250-300 mm, så der er plads til svejse- og montagearbejde omkring rør/muffesamlinger, se side 14.1 i "Håndtering & Montage".

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 (vertikale 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 afsnit 4.1.1

Afsnit 4.1.1 angiver minimum krumningsradius som funktion af medierør dimensionen i henholdsvis horisontal og vertikal retning.

## 2.2.0.1 TwinPipes Rørgraven Tilfyldningsmateriale

---

**Friktionsmateriale** Tilfyldningsmaterialet bør overholde nedenstående specifikationer for alle bevægelige dele af rørene:

- Max. kornstørrelse  $\leq 32$  mm
- Max. 10 vægtprocent  $\leq 0,075$  mm  
eller 3 vægtprocent  $\leq 0,020$  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.

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

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

---

### Komprimering

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

Komprimering fra 200 til 500 mm over rørene kan udføres ved brug af en pladevibrator med et max. jordtryk på 100 kPa.

Friktionen er baseret på en middelkomprimering på 97% standardproctor uden værdier under 95% standardproctor.

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

Vær opmærksom på specielle krav til ekspansionszoner, se afsnit 10.

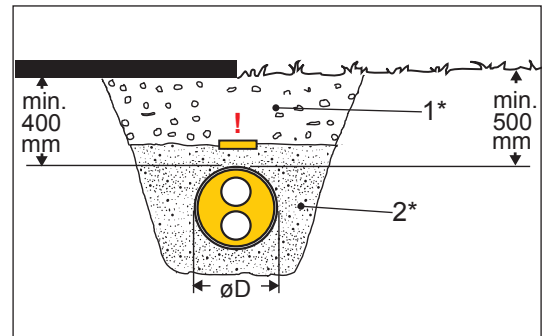
---

## 2.3.0.1 TwinPipes 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.



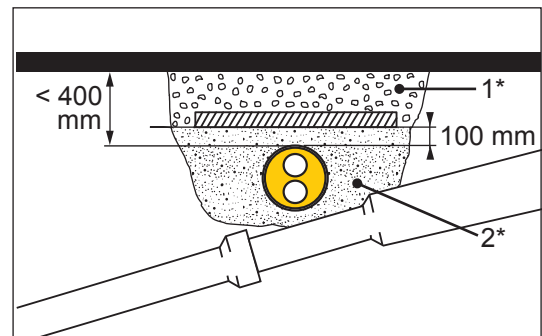
Hvis minimum overdækning ikke kan opnås, skal rørene beskyttes mod overbelastning f.eks. med en armeret betonflise eller stålplade.

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.

## 2.3.0.2 TwinPipes 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 forskydningssspænding i rør efter EN 13941.

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	2,00	1,80	1,75
33,7	2,30	2,00	1,72
42,4	2,50	2,20	2,00
48,3	2,85	2,55	2,25
60,3	2,85	2,55	2,25
76,1	3,20	2,90	2,60
88,9	3,20	2,90	2,60
114,3	3,20	2,90	2,60
139,7	3,20	2,90	2,60
168,3	3,50	3,15	2,75
219,1	3,50	3,15	2,75
273	3,50	3,15	2,75

### Genbrug af oprindeligt materiale til tilfyldning

I de friktionsfikserede zoner,  $L_L$ , 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 side 2.2.0.1.

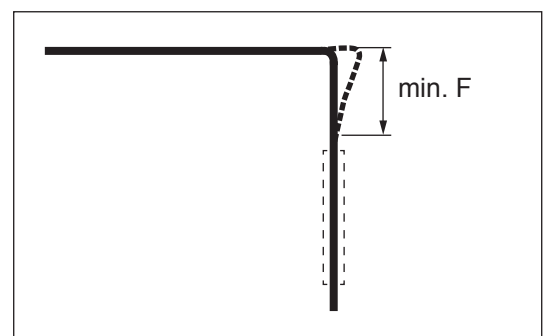
### Krydsninger i beskyttelsesrør

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 stålmedierøret (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.

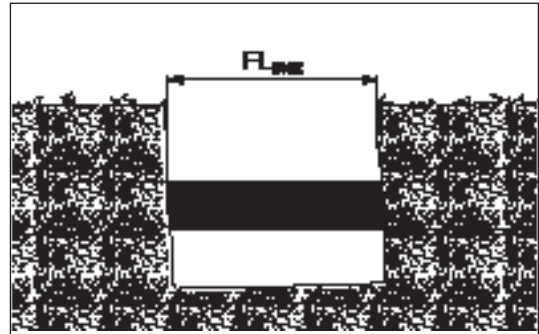
For F-længde, se afsnit 4.



## 2.4.0.1 TwinPipes 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.

Afviser 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:  $\varnothing$  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 forsyningsled- ninger

Præisolerede rør skal installeres med behørig hensyntagen til andre forsyningsledninger.

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

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

# 3.0.0.1 TwinPipes Lige rør Oversigt

---

**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.

---

<b>Indhold</b>	Lige rørstrækninger uden spændingsreduktion	3.1
	Spændingsreduktion med bøjninger	3.2
	Spændingsreduktion ved forspænding i åben rørgrav	3.3

---

# 3.1.1.1 TwinPipes Lige rør Uden spændingsreduktion

## Definition

Når en lige rørstrækning etableres uden spændingsreduktion - med undtagelse af naturlige retningsændringer - optages påvirkningen fra temperaturændringer som spændinger i den 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:

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

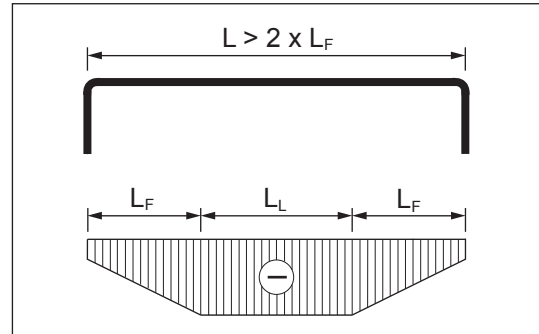
Fra bøjningerne stiger spændingen til  $\sigma_{\max}$ . Afstanden kaldes  $L_F$ , friktionslængde.

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

For detaljer, se afsnit 1.8.1.

$L_L$  = friktionslåst sektion

$L_F$  = friktionslængde



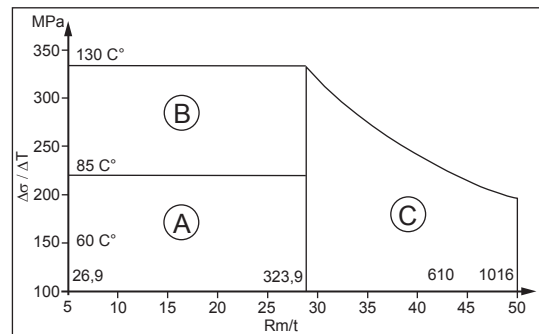
## Maksimalt tilladelige temperatur-/aksialspændingsniveau

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 godstykkelser.

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



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 afsnit 1.10.

Bemærk:

Temperaturforskellen mellem frem- og returløb skal altid være mindre end  $60^\circ\text{C}$ .



## 3.1.1.2 TwinPipes Lige rør 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 afsnit 2.

---

## Spændingsreduktion med bøjninger

### Definition

Ved spændingsreduktion med bøjninger til-dækkes rørene, før systemet opvarmes.

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

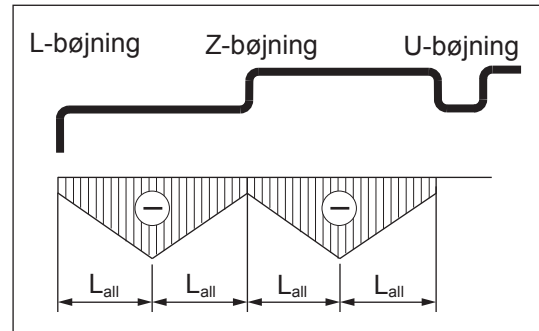
Afstanden fra en bøjning til punktet med det ønskede spændingsniveau kaldes montagelængden og har indekserne med det faktiske spændingsniveau.

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

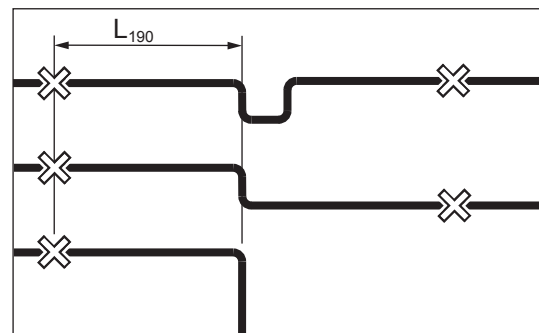
I princippet kan den tilladelige spænding vælges frit for TwinPipe-rørsystemer.

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 i afsnit 4 anførte regler.

Beregning af selve bøjningen, se afsnit 4 "Retningsændringer".

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



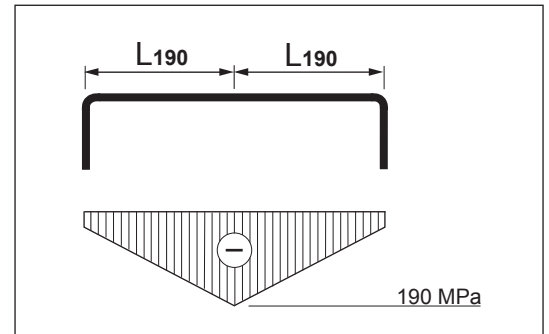
## Spændingsreduktion med bøjninger

### Montagelængde, beregning

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

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

Tværsnitsarealet  $A_s$  og friktionskraften  $F$  er angivet i tabellen på side 3.2.2.1-2 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

$$\varphi = 32^\circ$$

Jordens specifikke vægt

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

Friktionskoefficient, mellem sand og PE-kappe

$$\mu = 0,40$$

**Serie 1**

d ø mm	D <sub>c</sub> ø mm	A <sub>s</sub> mm <sup>2</sup>	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<sub>s</sub> angiver de to medierørs samlede tværsnitsareal.

**Serie 2**

d ø mm	D <sub>c</sub> ø mm	A <sub>s</sub> mm <sup>2</sup>	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<sub>s</sub> angiver de to medierørs samlede tværsnitsareal.

**Spændingsreduktion med bøjninger - Tabel: Friktionskraft**

Serie 3

d ø mm	D <sub>c</sub> ø mm	A <sub>s</sub> mm <sup>2</sup>	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<sub>s</sub> 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:	$T_{\text{ins}} = 10^\circ\text{C}$

### Maksimal afstand mellem bøjninger

Ifølge afsnit 3.1 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 stålrørens tværsnitsareal findes i tabellen på side 3.2.2.1 for DN125 i serie 2:

$$F = 5,50 \text{ kN/m}$$

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

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

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

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

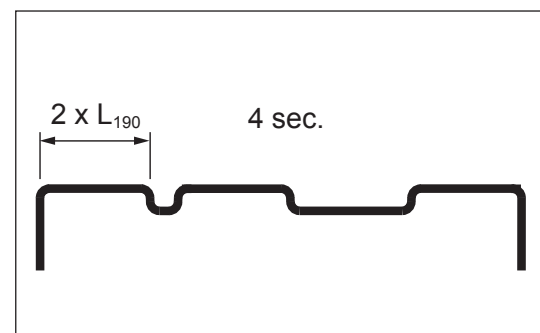
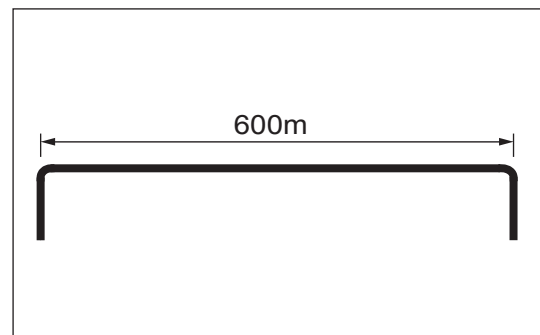
$$= 78 \text{ m}$$

De 600 m skal indeles i sektioner:

$$\text{Min antal sektioner} = \frac{L}{2 \cdot L_{\text{all}}} = \frac{600}{2 \cdot 78}$$

$$= 3.8 \approx 4 \text{ sektioner (max } 2 \cdot L_{190} \text{ lange)}$$

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

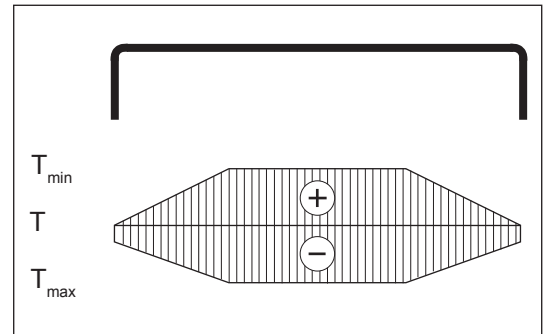


## Spændingsreduktion ved forspænding i åben rørgrav

### 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 sammentrækninger.

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

### Beskrivelse

Der kan varmetalet 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 sammentrækninger 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:

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

Trykspænding under opvarmning:

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

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

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

Rørene tåler bedre høje trykspændinger end høje trækspændinger.

### Ekspansion

Før forvarmning skal ekspansionen ved bøjningerne beregnes.

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

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

$T_f$  = Beregningstemperatur for fremløb

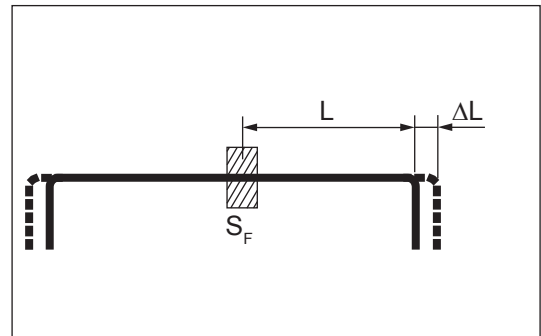
$T_{Ins}$  = Montagetemperatur

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

### Ekspansion og spændinger

Ifølge afsnit 3.1 kan den lige røresektion installeres med høje aksialspændinger uden spændingsreduktion.

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

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

En sandfiksering oprettes i midten - 900 m fra enderne.

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

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

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

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

Aksialspændingen for fremløbet bliver:

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

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

(Trykspændinger, når opvarmet)

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

$$\sigma_{f, \text{min}} = (70 - 10) \cdot 2,52 = 151 \text{ MPa}$$

(Trækspændinger, når afkølet)

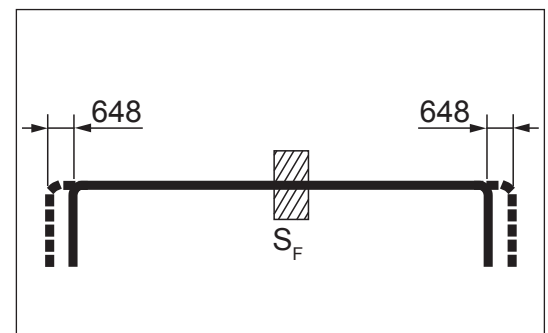
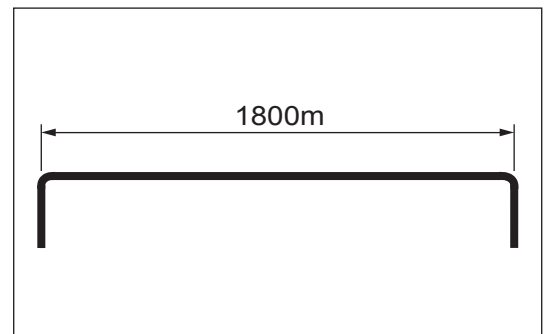
Aksialspændingen for returløbet bliver:

$$\sigma_{r, \text{max}} = (90 - 70) \cdot 2,52 = 50 \text{ MPa}$$

(Trykspændinger, når opvarmet)

$$\sigma_{r, \text{min}} = (70 - 10) \cdot 2,52 = 151 \text{ MPa}$$

(Trækspændinger, når afkølet)





# 4.0.0.1 TwinPipes Retningsændringer Overblik

---

## Introduktion

Dette kapitel angiver retningslinjer for, hvordan der projekteres med retningsændringer i præ-isolerede 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. Følges nedenstående projekteringsanvisninger, vil de maksimale belastninger være i niveau med de krav, der stilles i EN 13941. Ved temperaturændringer i mediet sker der en udvidelse eller sammentrækning af de præisolerede rør ved retningsændringerne, hvilket kan føre til udmattelse af stålrørene eller deformation af PUR-skummet med risiko for uhensigtsmæssig opvarmning af PEHD-kappen.

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

---

## Indhold

Elastiske buer	4.1
Præfabrikerede buerør	4.2
Smigskæring	4.3
80-90° bøjninger med skumpuder	4.4
5-80° bøjninger med skumpuder	4.5

---

# 4.1.1.1 TwinPipes Retningsændringer Elastiske buer

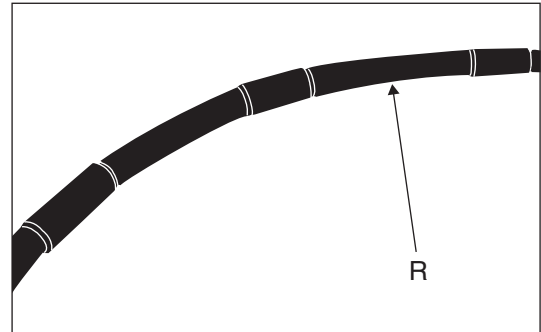
## Generelt

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.



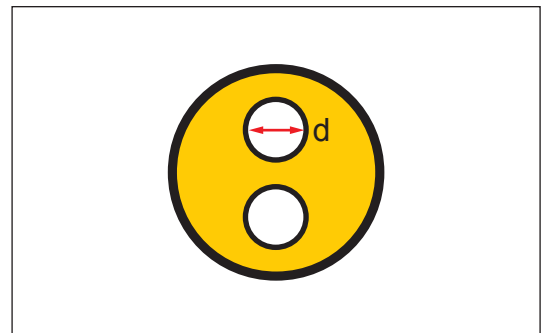
## Anvendelse - horisontalt

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 mm	Min. tilladelig radius, horisontalt m	Vinkel over 12 m °	Vinkel over 16 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

## 4.1.1.2 TwinPipes Retningsændringer Elastiske buer

### Anvendelse - vertikalt

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

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

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

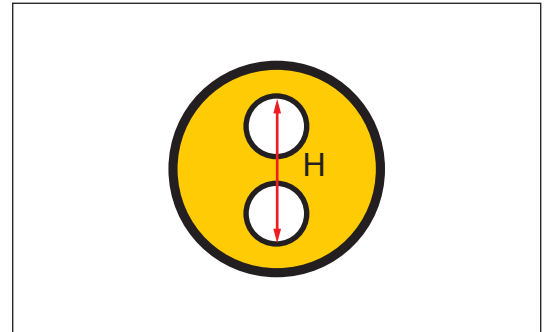
Rent praktisk skal det ikke forventes, at denne lille radius kan anvendes under montage. Da TwinPipes er relativt stive i vertikal i forhold til horisontal retning er der risiko for, at rørene vil rotere. Derfor anbefales det ikke at anvende min. radius ved montage. Som tommelfingerregel kan rørene i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

Tabellen angiver bukkeradier 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.

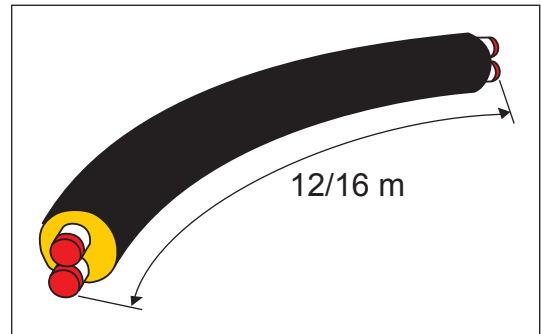


d	Anbefalet radius, $750 \cdot H$ vertikalt	Vinkel over 12 m	Vinkel over 16 m
mm	m	°	°
26,9	55	13	17
33,7	65	11	14
42,4	78	8,8	12
48,3	87	7,9	11
60,3	105	6,5	8,7
76,1	129	5,3	7,1
88,9	152	4,5	6,0
114,3	190	3,6	4,8
139,7	232	3,0	4,0
168,3	282	2,4	3,2
219,1	362	1,9	2,5
273	443	1,6	2,1

## 4.2.1.1 TwinPipes 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.

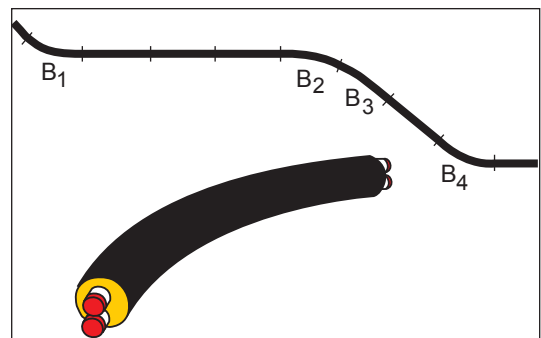


### Anvendelse

Buerør anvendes i stedet for traditionelle bøjninger til horisontale retningsændringer.

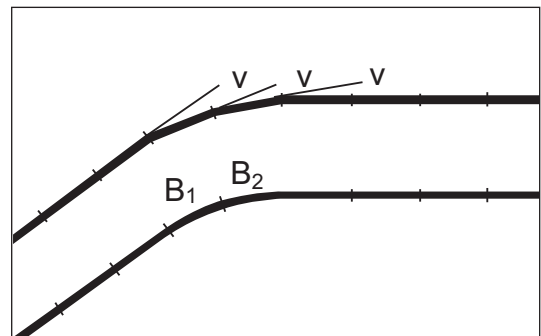
Der anvendes ikke fikseringslasker i buerør.

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.

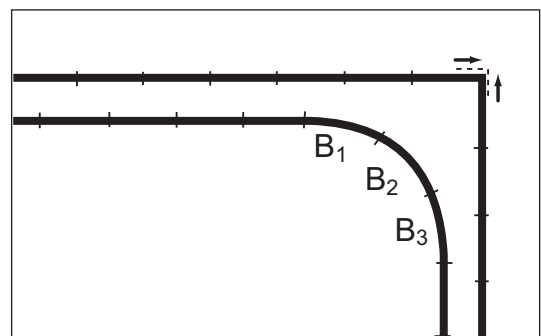


### Løsningsmuligheder med buerør

- Til erstatning for retningsændringer udført ved smigskæring



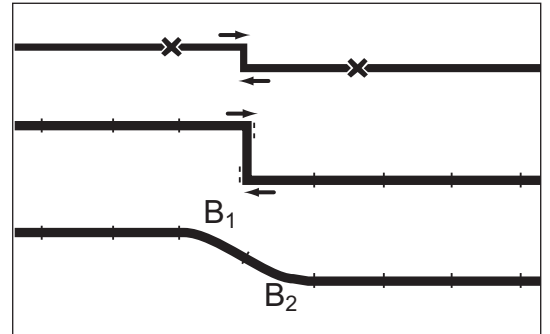
- Til retningsændringer



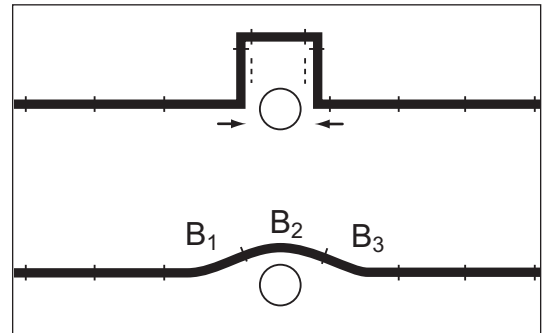
## 4.2.1.2 TwinPipes Retningsændringer Præfabrikerede buerør

### Løsningsmuligheder med buerør fortsat

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



- Til omgåelse af forhindringer



## 4.2.1.3 TwinPipes 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 bukkes buerøret reelt til en mindre radius end projekteringsradiusen.

Et buerør defineres med følgende betegnelser:

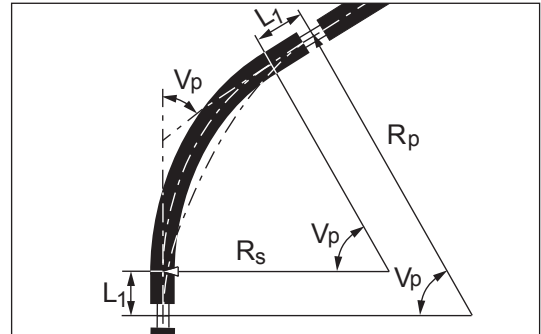
$V_p$ : Projekterings-/bukkevinkel

$R_p$ : Projekteringsradius

$R_s$ : Segmentradius (radius for det bukkede stykke)

$L_1$ : Længden af lige rørstykke

Tol: Tolerance på vinkel +/-  
(se Produktkatalog side 6.4.1.3)



### 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 Produktkatalog side 6.4.1.2.

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 jorddækning på 0,6-1,5 m.

$V_{p,max}$ : Største projekteringsvinkel, som hver enkelt dimension kan bukkes 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 side 4.2.1.5.

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.



## 4.2.1.4 TwinPipes Retningsændringer Præfabrikerede buerør

### Aksial middel- spænding

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

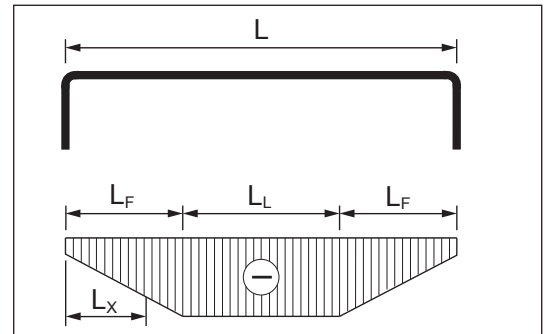
$A_s$  = Det samlede tværsnitsareal af de to stålrør, hvilket fremgår af tabellerne på side 3.2.2.1 og 3.2.2.2.

$$L_x > L_F$$

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

Hvor

$\Delta T_{\text{middel}}$  = 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*	41	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 Produktkatalog s. 6.4.1

## 4.2.1.5 TwinPipes Retningsændringer Præfabrikerede buerør

### 16 m buerør

d x t mm	V <sub>p</sub> , max °	R <sub>p</sub> , min m	L <sub>1</sub> m	σ <sub>max, middel</sub> 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 Produktkatalog s. 6.4.1.

### Max. projekteringsvinkel ved andre spændingsniveauer

Projekteringsvinklen V<sub>p</sub> skal reduceres, såfremt det aktuelle middel spændingsniveau σ er højere end den angivne værdi i foranstående tabeller.

Den reducerede projekteringsvinkel V<sub>p</sub> findes som:

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

hvor σ<sub>max, middel</sub> findes i ovenstående tabel, og σ er det aktuelle middel spændingsniveau på det sted, hvor buerøret skal indbygges.

### ΔT<sub>middel</sub> ≤ 100°C

For systemer, hvor middeltemperaturdifferensen ΔT<sub>middel</sub> ≤ 100°C, kan der anvendes buerør med projekteringsvinkler/-radier som angivet i nedenstående tabel. ΔT<sub>middel</sub> = 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 de på side 4.2.1.4. angivne størrelser for 12 m buerør.

### 12 m buerør ved max. aksial middelspænding

	V <sub>p</sub> max	R <sub>p</sub> min m	L <sub>1</sub> m	σ <sub>max, middel</sub> 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

## 4.2.1.6 TwinPipes Retningsændringer Præfabrikerede buerør

**16 m buerør ved  
max. aksial middel-  
spænding**

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.

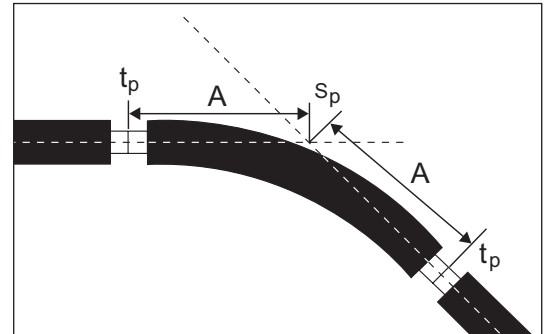
Afstanden  $A$  kan udregnes efter følgende formel:

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

hvor

$R_p$ : Projekteringsradius

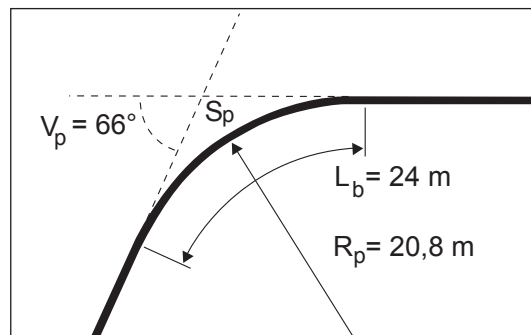
$V_p$ : Projekterings-/bukkevinkel



## 4.2.1.7 TwinPipes Retningsændringer 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  $T_{\text{ins}} = 10^\circ\text{C}$   
Projekteringsvinkel  $V_p = 66^\circ$   
Rørlængde  $L_b = 24$  m  
Buerøret placeres i det friktionsfikserede område.



Af tabel 4.2.1.4 fremgår følgende værdier for  $\varnothing$  219,1 buerør:

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

Da projekteringsvinklen  $V_p$  ( $66^\circ$ ) er større end den tilladelige vinkel  $V_{p, \text{max}}$  ( $43^\circ$ ), må der anvendes 2 stk. 12 m buerør, hver med en vinkel på  $33^\circ$ .

Det maksimalt tilladelige spændingsniveau ved en vinkel på  $33^\circ$  bestemmes ved:

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

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

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

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  $33^\circ$  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 venstrebukses, se evt. Produktkataloget side 6.4.1.2.

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

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

# 4.3.1.1 TwinPipes Retningsændringer Smigskæring

## Generelt

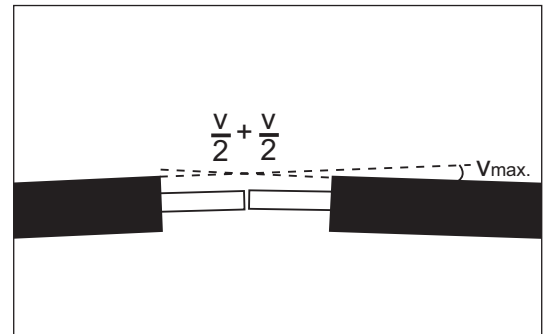
Smigskæring kan anvendes til mindre, horisontale retningsændringer. Brugen af smigskæring bør dog minimeres mest mulig, da der vil forekomme spændingskoncentrationer i området med smigskæringen. Derved er der større risiko for, at svagheder kan opstå i smigskæringen.

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

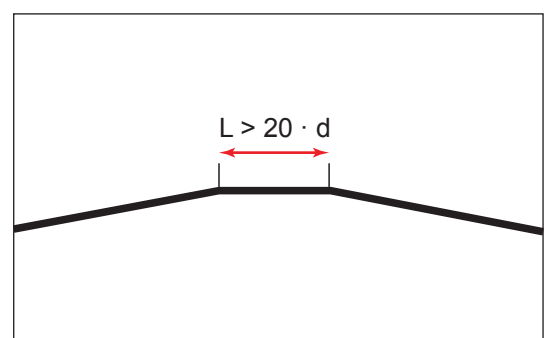
Den tilladte størrelse af en smigskæring defineres ud fra rørsystemets aksiale spændingsniveau,  $\sigma_{a,max}$ :

$\Delta T_{max}$  er forskellen mellem fremløbets beregningstemperatur og montagetemperaturen.

$\Delta T_{max}$ °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.



## Forudsætninger for smigskæring

Ved smigskæring er det afgørende at der komprimeres grundigt rundt omkring muffen. Derved minimeres den laterale bevægelse, som kan forårsage foldning eller 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:

- Åbne svejsemuffer (BandJoint og PlateJoint): Op til 4°
- Alle andre muffer: Op til 5°

## 4.4.1.1 TwinPipes Retningsændringer 80-90° bøjninger med skumpuder

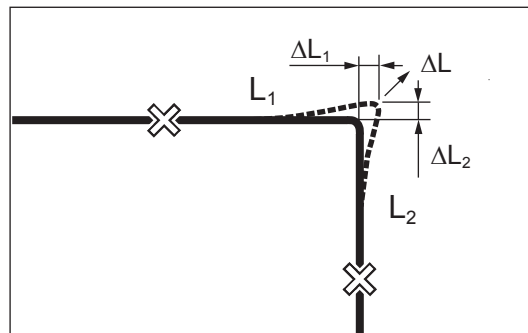
### Generelt

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 kapitel 10.



### Udmattelse/last-cykler

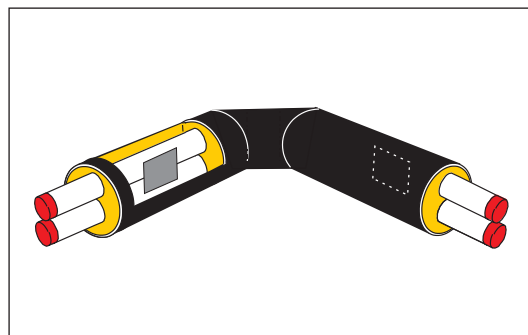
På baggrund af de aktuelle temperaturer og lægningsforhold udregnes bevægelsen ved bøjningen. Alle bøjninger sikres mod udmattelse i henhold til EN13941 med de angivne min. temperaturvariationer, som er beskrevet i afsnit 1.5.

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

### Fikseringslasker

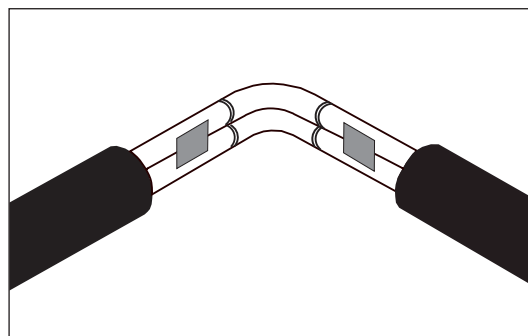
Der skal anvendes fikseringslasker ved alle retningsændringer.

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. 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 afsnit 14.2.0



### Anvendelsesmuligheder

Retningslinjerne i dette afsnit vedrører horisontale retningsændringer.

## 4.4.1.2 TwinPipes 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.

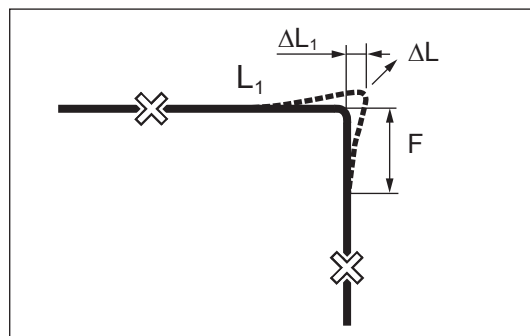
Detaljerede formler er beskrevet i afsnit 1.8.2.

### Den aktuelle ekspansion $\Delta L_1$

For strækningen  $L_1$  udregnes den aktuelle ekspansion  $\Delta L_1$

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.



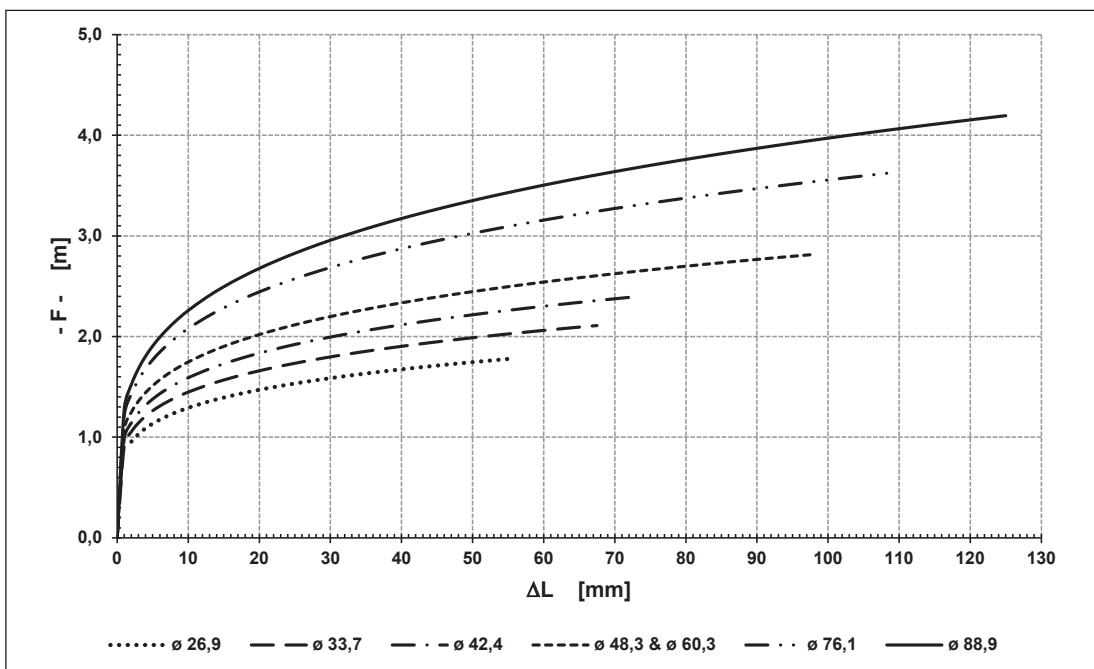
Ved beregning af den aksiale ekspansion tages der hensyn til både jorddækning og isoleringsserie.

På diagrammets vandrette akse findes det aktuelle  $\Delta L$ .

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

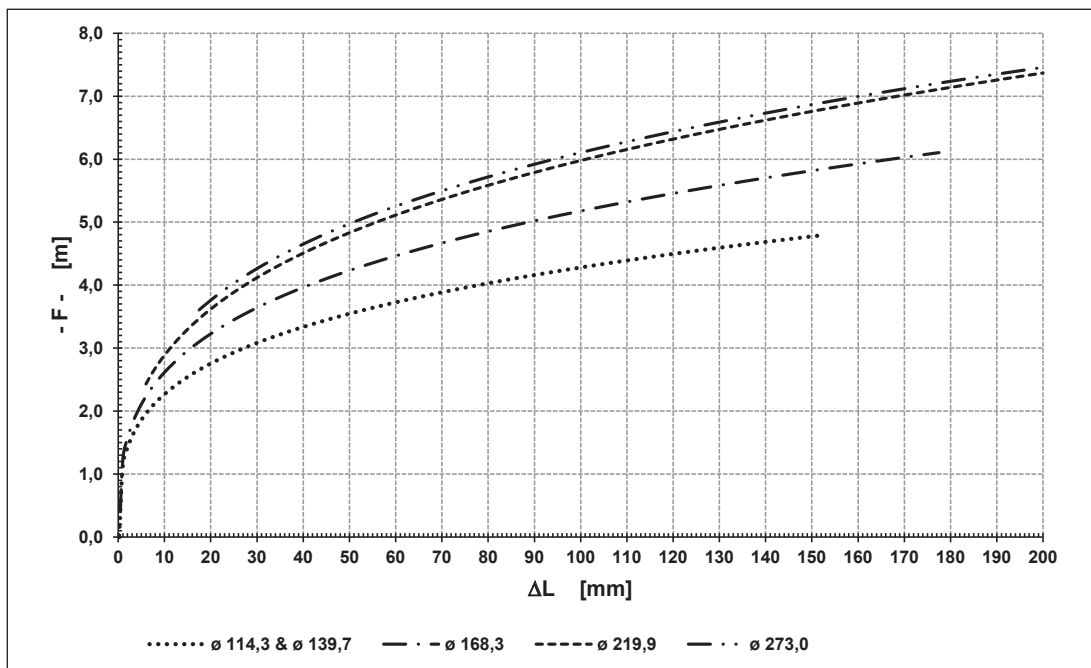
Kurverne er gældende for alle isoleringsserier.

### Ekspansions- zone, $F$ -længde $\varnothing 26,9 - \varnothing 114,3$ Serie 1, 2 og 3



## 4.4.1.3 TwinPipes Retningsændringer 80-90° bøjninger med skumpuder

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



### Skumpuder

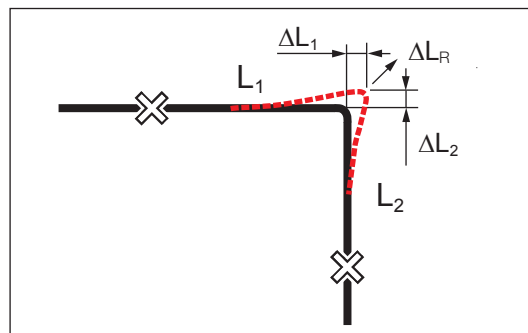
For at bestemme det nødvendige antal og tykkelse af skumpuder, der er nødvendig for at optage ekspansionen i bøjningen, skal bøjningens resulterende ekspansion  $\Delta L_R$  beregnes.

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

Skumpuder må maksimalt komprimeres 70%, så den nødvendige skumpudetykkelse 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 afsnit 10.1, Ekspansionsoptagelse





## 4.4.1.4 TwinPipes Retningsændringer 80-90° bøjninger med skumpuder

### Længde af skumpuder

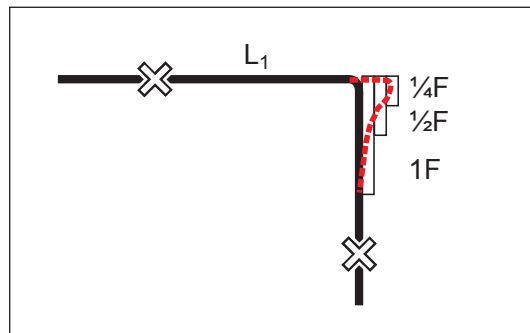
Skumpudens længde er som minimum F-længden.

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

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

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

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



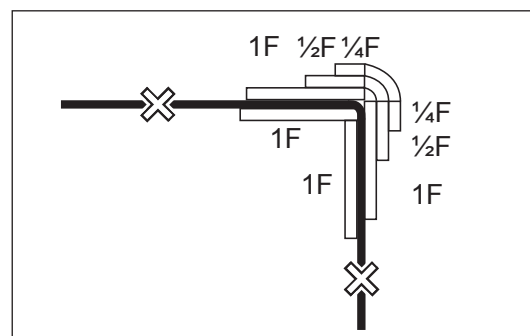
### Placering af skumpuder

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

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

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

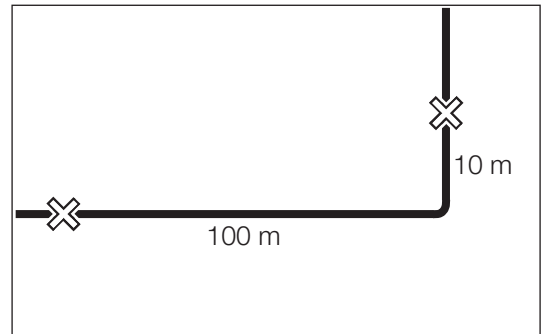
For varmemeforspændte systemer placeres det samme antal skumpuder udvendigt og indvendigt, såfremt ekspansionen er udregnet i forhold til en forspændingstemperatur, som er lig middeltemperaturen.



## 80-90° bøjninger med skumpuder - Eksempel

### Forudsætninger for eksemplet

$\varnothing$  60,3, serie 2  
 Overdækning  $H = 0,6$  m  
 Beregningstemperatur, fremløb  $T_f = 90^\circ\text{C}$   
 Beregningstemperatur, retur  $T_r = 50^\circ\text{C}$   
 Montagetemperatur  $T_{\text{ins}} = 10^\circ\text{C}$   
 $L_1 = 100$  m  
 $L_2 = 10$  m  
 Fra tabel side 3.2.2.1 for  $\varnothing$  60,3 serie 2:  
 $F = 2,55$  kN/m  
 $A_s = 1046$  mm<sup>2</sup> (= medierørens samlede tværsnitsareal)



### Max. spændingsniveau

$\sigma_{\text{max.}} = \Delta T \cdot 2,52$  [MPa]  
 $\sigma_{\text{max.}} = (90 - 10) \cdot 2,52 = 202$  [MPa]  
 $\Delta T_{\text{middel}}$  beregnes:  

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

Friktionslængden  $L_F$ :

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

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

### Ekspansion

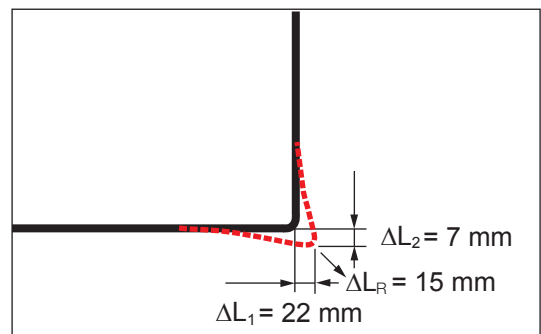
$$\Delta L = L_x \cdot \alpha \cdot \Delta T_{\text{middel}} - \frac{F \cdot L_x^2}{2 \cdot A_s \cdot E}$$

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.

$$\Delta L_2 = 10000 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 60 - \frac{2,55 \cdot 10000^2}{2 \cdot 1046 \cdot 210000} = 7 \text{ mm}$$



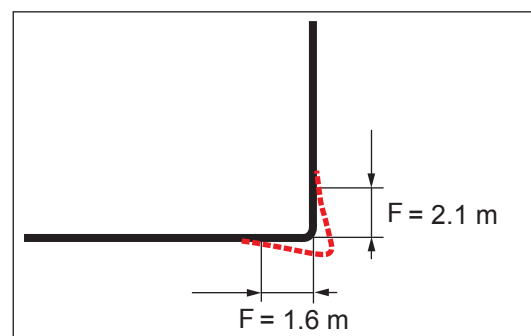
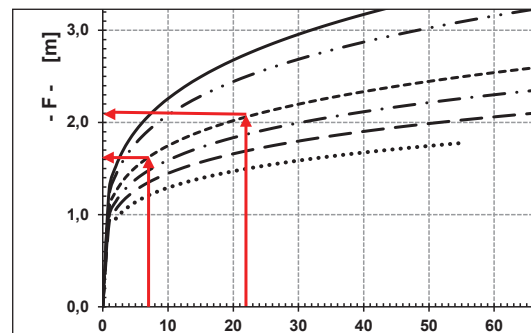
## 80-90° bøjninger med skumpuder - Eksempel

## F-længde

Fra diagram 4.4.1.2 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:

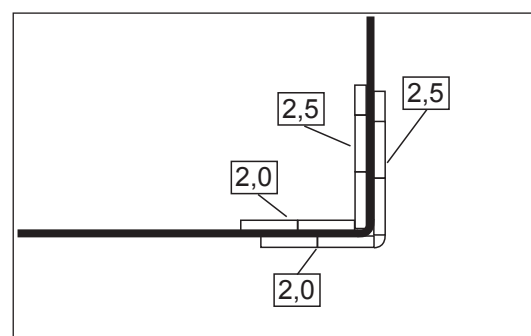
$$t = \frac{t}{40} = \frac{33}{40} = 1 \text{ lag}$$

## 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:

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

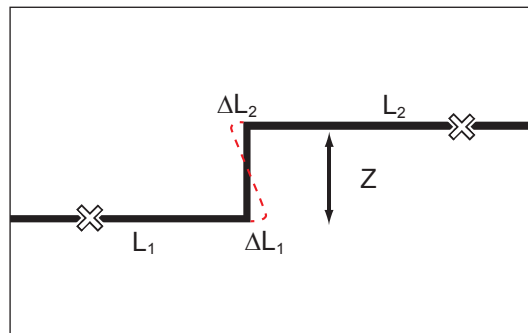
Hvor:

$F_1$  = 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 afsnit 4.4.1.

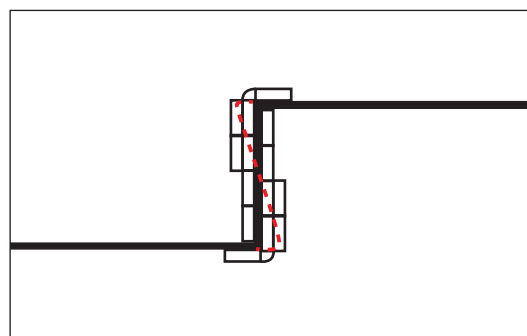
Antal og tykkelse af skumpuder bestemmes ligeledes som beskrevet under afsnit 4.4.1. Ved beregning af Z-bøjninger sættes den resulterende ekspansion lig ekspansionen fra hhv.  $L_1$  og  $L_2$ .

**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 1/2 længde, og yderste lag er 1/4 længde, se evt. afsnit 4.4.1.

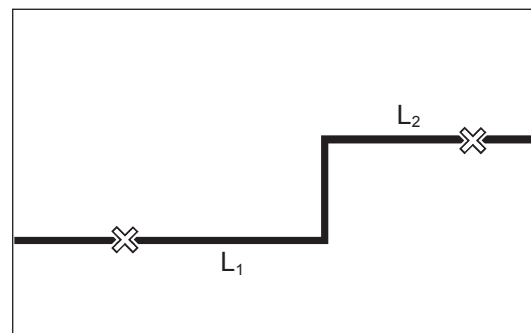
På den aksiale del (på ydersiden af Z-bøjningen) placeres 1 lag skumpuder (40 mm) i længden 1 m.



## 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  $T_{\text{ins}} = 10^\circ\text{C}$   
 $L_1 = 83$  m  
 $L_2 = 21$  m  
 Fra tabel side 3.2.2.1 for  $\varnothing$  114,3, serie 2:  
 $F = 4,22$  kN/m  
 $A_s = 2504$  mm<sup>2</sup> (= medierørens samlede tværsnitsareal)



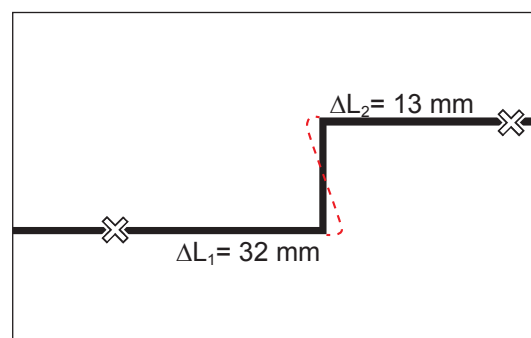
## Ekspansion

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

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

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

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

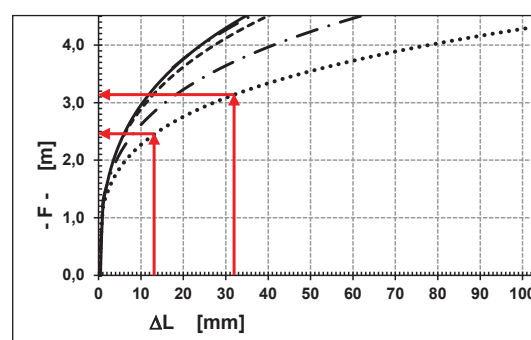


## F-længde

Fra diagram 4.4.1.3 fås:

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

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

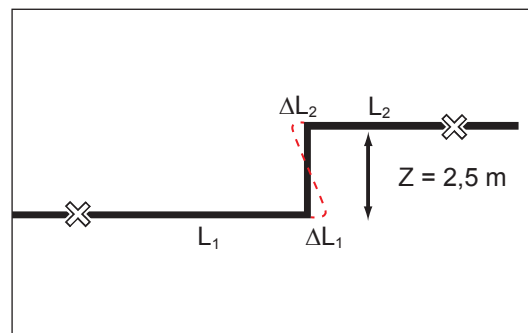


## 80-90° bøjninger med skumpuder - Z-bøjning - eksempel

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  $\Delta L_R$ , som for Z-bøjninger kan sættes lig  $\Delta L$ :

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:

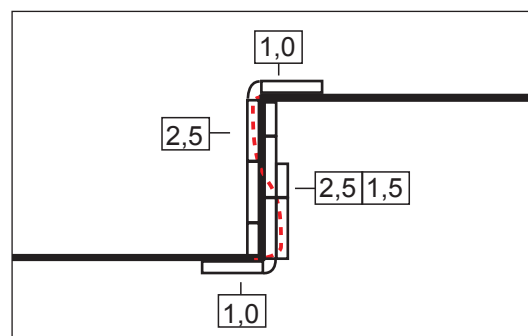
$$\frac{t_2}{40} = \frac{19}{40} = 1 \text{ lag}$$

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

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

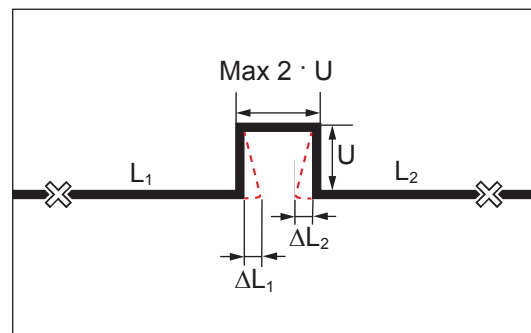
hvor  $F_{\max}$  er den største F-længde for  $\Delta L_1$  eller  $\Delta L_2$  for en 90° bøjning.

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

Er bunden af U-bøjningen længere end  $2 \cdot U$ , regnes bøjningen som 2 stk. Z-bøjninger.

Ekspansionen for de enkelte strækninger og den dertil svarende F-længde findes som under afsnit 4.4.1.

Antal og tykkelse af skumpuder bestemmes ligeledes som beskrevet under afsnit 4.4.1. Dog kan den resulterende ekspansion sættes lig ekspansionen fra hhv.  $L_1$  og  $L_2$ .



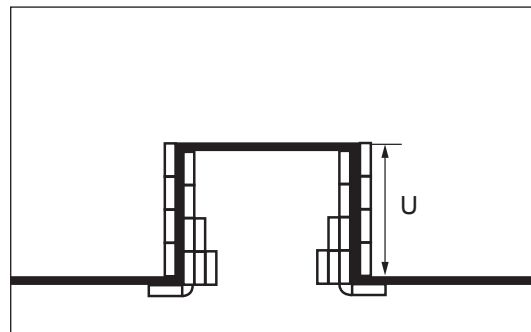
## Længde af skumpuder

Længden af skumpuderne er minimum U-længden.

Længden af skumpuderne reduceres, således at inderste lag altid er fuld længde, næste lag er  $\frac{1}{2}$  længde, og yderste lag er  $\frac{1}{4}$  længde, se evt. afsnit 4.4.1.

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

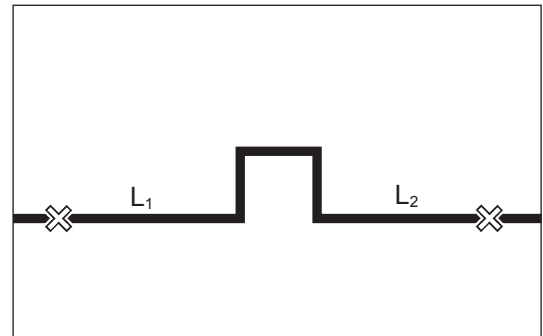
På den aksiale del (til og fra U-bøjningen) placeres 1 lag skumpuder (40 mm) i længden 1 m.



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

Forudsætninger  
for eksemplet

$\varnothing$  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 side 3.2.2.1 for  $\varnothing$  114,3 serie 2:  
 $F = 4,22$  kN/m  
 $A_s = 2504$  mm<sup>2</sup> (= medierørens samlede tværsnitsareal)



## Max. spændingsniveau

$\sigma_{\max.} = \Delta T \cdot 2,52$  [MPa]  
 $\sigma_{\max.} = (90 - 10) \cdot 2,52 = 202$  [MPa]  
 Middeltemperatur  $\Delta T_{\text{middel}}$ :  

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

Friktionslængden  $L_F$ :

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

$$L_F = 60 \cdot 2,52 \cdot \frac{2504}{4,22 \cdot 1000} = 90 \text{ m}$$

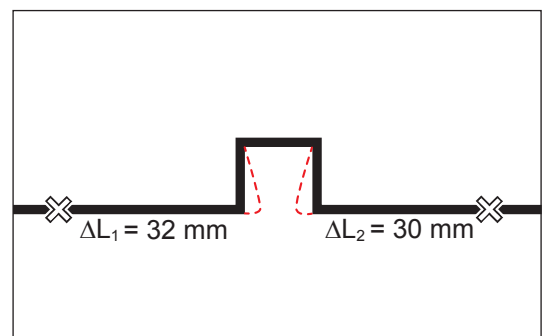
## Ekspansion

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

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

$$\Delta L_1 = 90000 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 60 - \frac{4,22 \cdot 90000^2}{2 \cdot 2504 \cdot 210000} = 32 \text{ mm}$$

$$\Delta L_2 = 65000 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 60 - \frac{4,22 \cdot 65000^2}{2 \cdot 2504 \cdot 210000} = 30 \text{ mm}$$

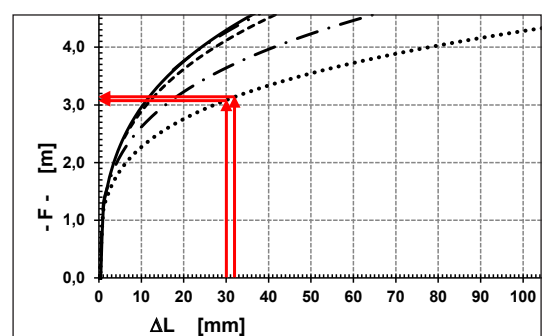


## F-længde

Fra diagram 4.4.1.3 fås:

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

-  $L_2$ :  
 $\Delta L = 30$  mm giver  $F = 3,1$  m





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

Nødvendig  
U-længde

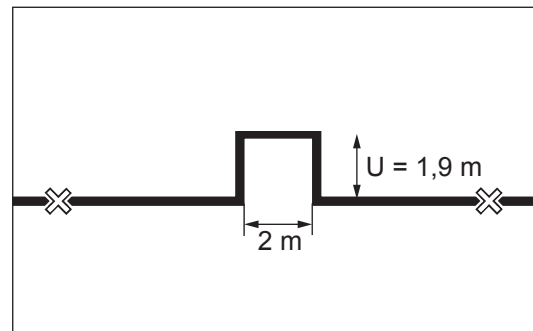
$$U = 0,6 \cdot F_{\max}$$

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

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  $\Delta L_R$ , som for U-bøjninger kan sættes lig  $\Delta L$ :

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:

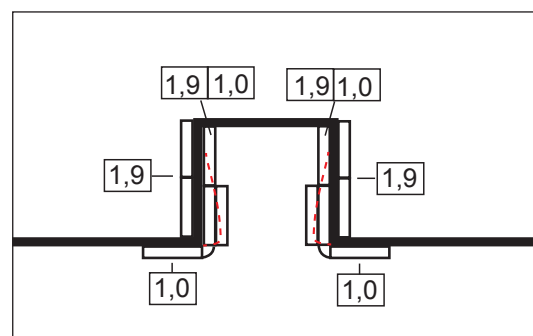
$$\frac{t_2}{40} = \frac{43}{40} = 2 \text{ lag}$$

## 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.



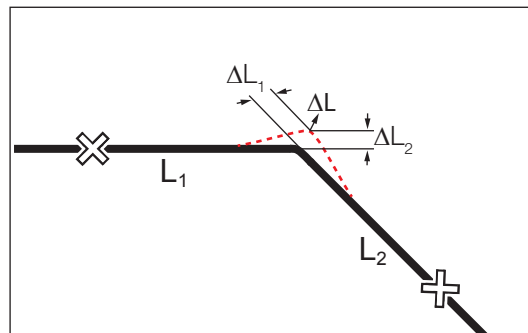
## Generelt

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 afsnit 10.



## 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.

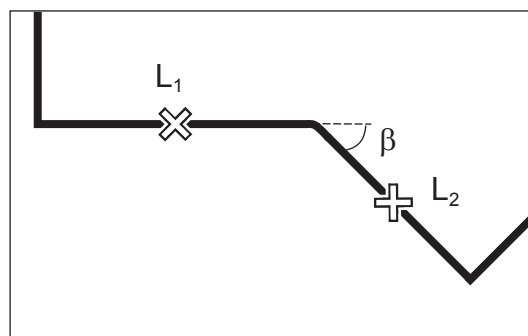
Retningsændringer på 10-80° skal beklædes med skumpuder som beskrevet i dette afsnit.

Retningsændringer på 80-90° regnes som 90° bøjninger, se afsnit 4.4.

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

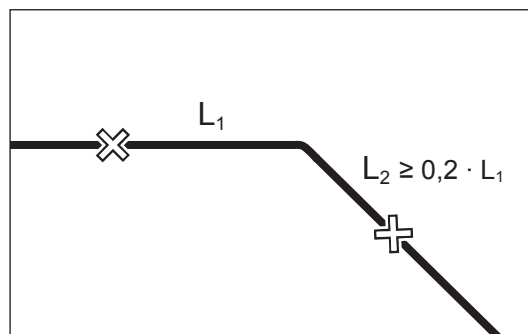
På baggrund af de aktuelle temperaturer og lægningsforhold udregnes den aksiale bevægelse ved bøjningen, hvor det regnes som der er fri bevægelse ved bøjningen.

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



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

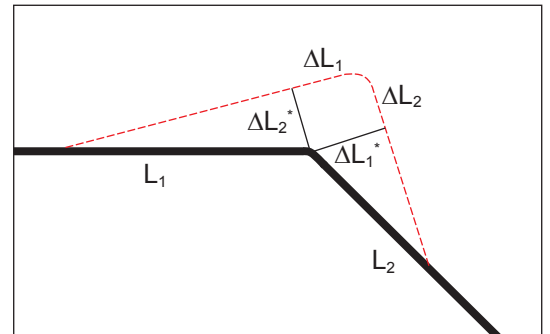
$$L_2 \geq 0,2 \cdot L_1$$



## Retningsændringer 5-80° bøjninger med skumpuder

### Regler for anvendelse, fortsat

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



### Udmattelse/last-cykler

Ved anvendelse af retningslinjerne i dette afsnit er bøjningen sikret mod udmattelse i henhold til EN13941 med de angivne min. temperaturvariationer, som er beskrevet i afsnit 1.5.

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

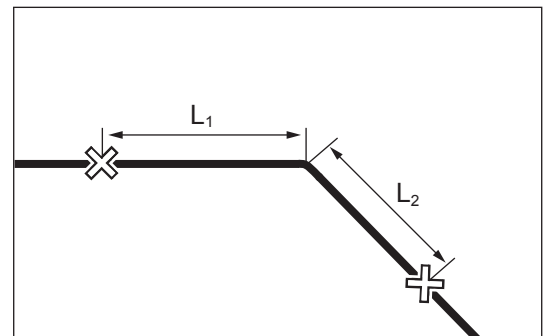
### Max. længder

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.



### Aksial bevægelse

Den aksiale bevægelse i  $\Delta L_1$  og  $\Delta L_2$  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 afsnit 1.8.2.

Summen af de aksiale bevægelser bestemmes:

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

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

## Retningsændringer 5-80° bøjninger med skumpuder

### Aksial bevægelse fortsat

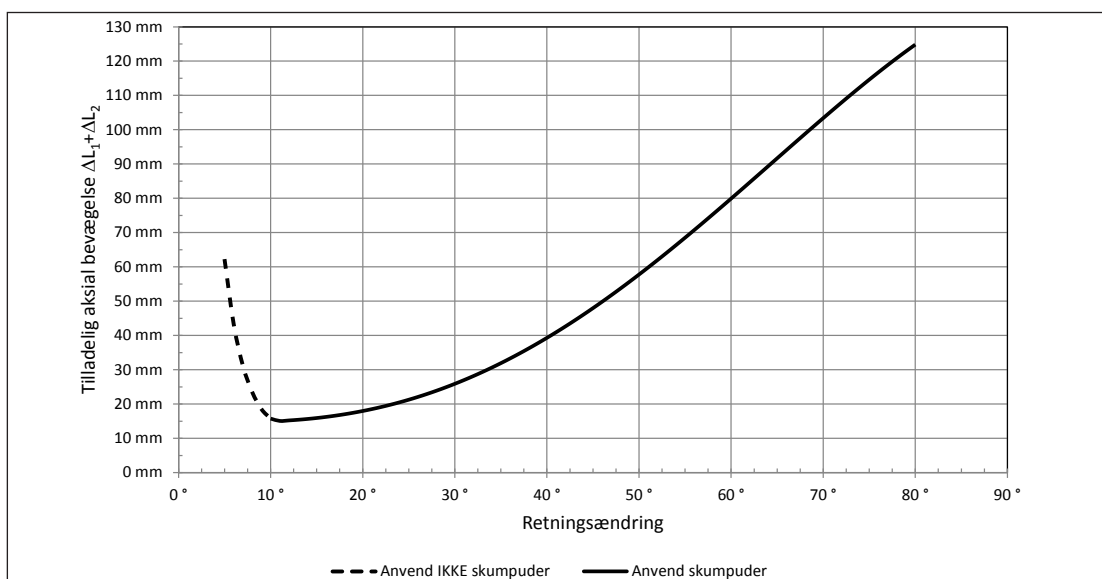
På diagrammets vandrette akse findes retningsændringens vinkel.

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

Kurven gælder for alle dimensioner op til 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

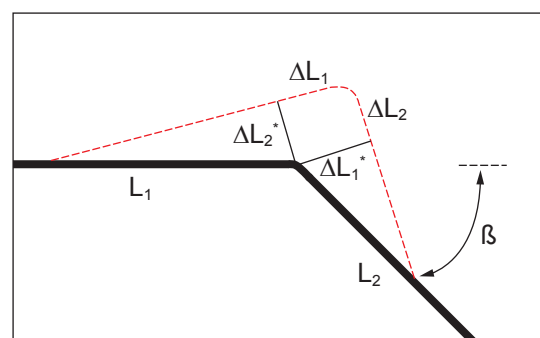


### Ekspansions- zonens længde

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

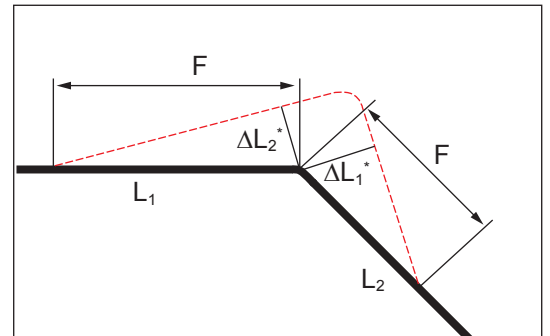
Herefter kan længden  $F$ , som er nødvendig for at optage ekspansionen fra henholdsvis  $L_1$  og  $L_2$  findes i kurverne på side 4.4.1.2 og 4.4.1.3.

$\Delta L_1^*$  bestemmer  $F$ -længden langs  $L_2$ , og  $\Delta L_2^*$  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  $\Delta L^*$ , og dette mål forskydes lodret op til den aktuelle dimensionskurve og  $F$ -længden aflæses på den lodrette akse.

Kurverne er gældende for alle isoleringsserier.



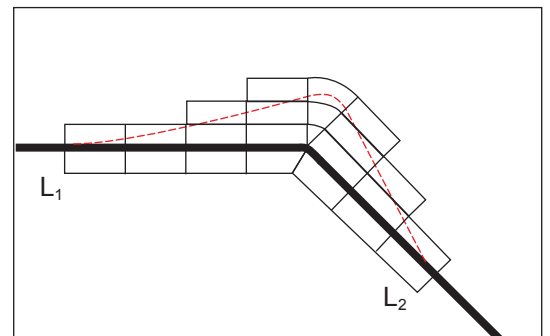
### Skumpuder

$\Delta L^*$  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,  $\Delta L_1^*$  eller  $\Delta L_2^*$ .

For bestemmelse af skumpudernes tykkelse, længde og placering, se side 4.4.1.3 og 4.4.1.4 samt det følgende eksempel.

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

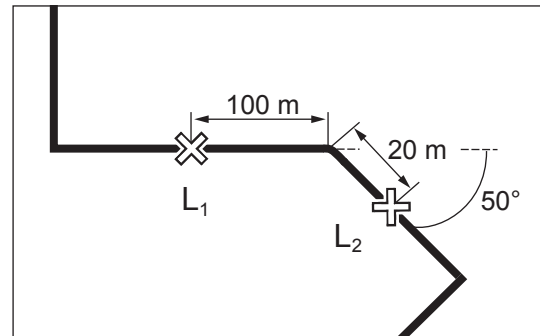


5-80° bøjninger med skumpuder - Eksempel

Forudsætninger  
for eksemplet

$\varnothing$  60,3, serie 2  
 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 på side 3.2.2.1 for  $\varnothing$  60,3 serie 2:  
 $F = 2,55$  kN/m  
 $A_s = 1046$  mm<sup>2</sup> (= 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.

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

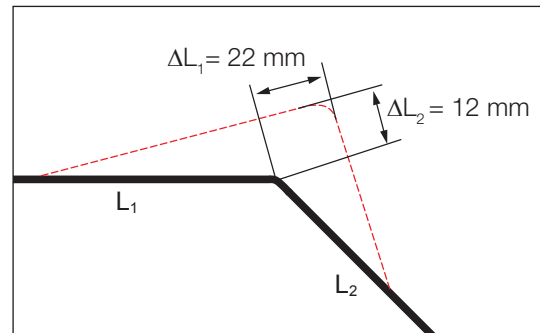
Som  $L_2$  anvendes den faktiske længde = 20 mm.

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

Summen af bevægelserne er:

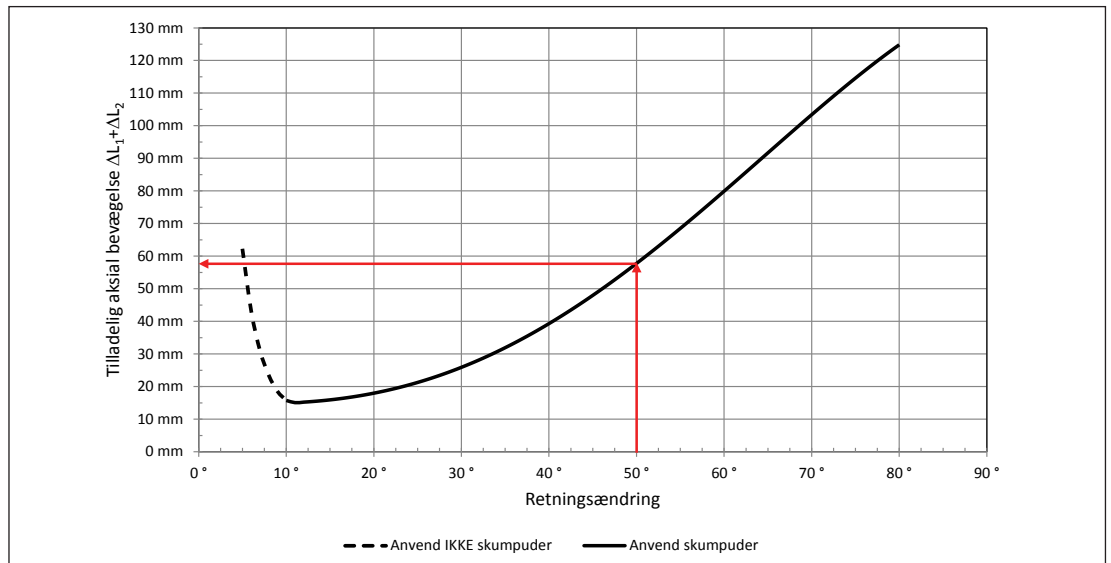
$$\Sigma \Delta L = \Delta L_1 + \Delta L_2$$

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



## 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

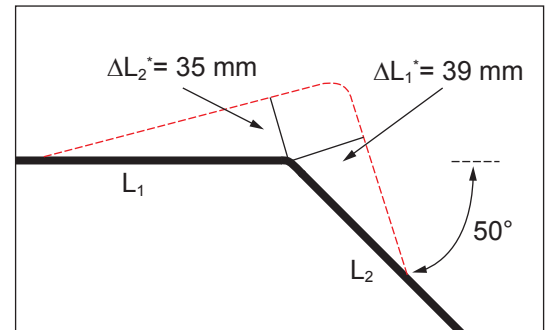
Den resulterende ekspansion beregnes for hvert ben:

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

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

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

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



### Skumpuder

Tykkelsen af skumpuderne bestemmes af den største resulterende ekspansion, her  $\Delta L_1^*$ :

Min. tykkelse:

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

Antal lag à 40 mm:

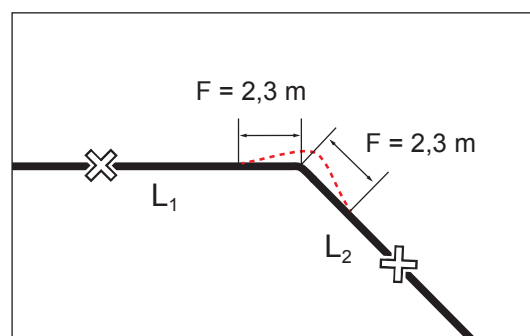
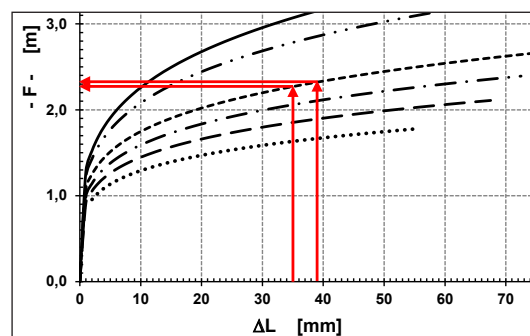
$$\frac{t}{40} = \frac{56}{40} = 2 \text{ lag}$$

## 5-80° bøjninger med skumpuder - Eksempel

## F-længde

Ud fra de resulterende ekspansioner findes F-længden for hvert ben i diagrammet på side 4.4.1.2:

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

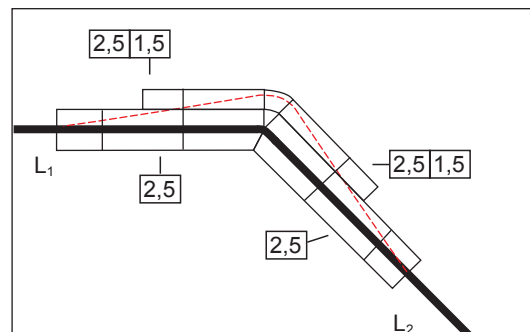
Placering af  
skumpuder

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.





# 5.0.0.1 TwinPipes Afgreninger Oversigt

---

## 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.

---

## Indhold

Generelt	5.1
Anvendelse	5.2
Præ- og muffeafgreninger	5.3
Forstærkning af muffeafgreninger	5.4

---

## 5.1.0.1 TwinPipes Afgreninger Generelt

### Introduktion

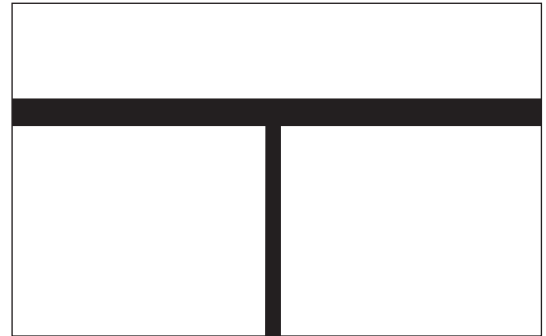
Afgreninger i TwinPipe udføres som lige afgreninger, hvor afgreningsrørene ligger i samme niveau som hovedrørene.

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  $\varnothing 110$  kappe (rør fra FlexPipe-sortimentet). For yderligere information omkring afgrening til FlexPipe-sortimentet, se afsnit 11-16.

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, afsnit 6.4.



### 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 afsnit 14.2.0.

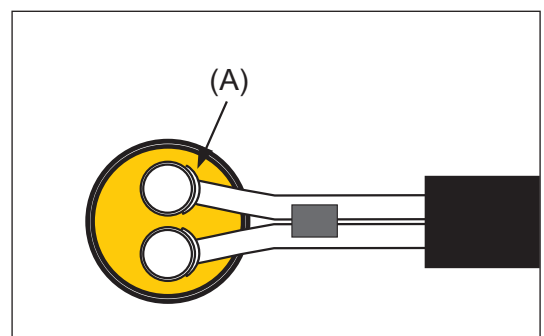
### Spændingsniveau

Præisolerede TwinPipe-afgreninger kan anvendes overalt i systemer med høje aksiale spændinger (systemer uden spændingsreduktion, se afsnit 3.1).

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

Muffeafgreninger, herunder afgreninger udført ved anboring, kan anvendes i systemer med høje aksiale spændinger, såfremt der anvendes forstærkningsplader (A) jf. tabellen i afsnit 5.7 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.

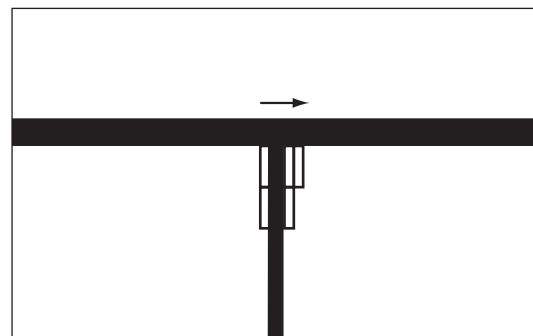


## 5.1.0.2 TwinPipes Afgreninger Generelt

### 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.



### Ekspansions- zonens 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 ( $\Delta L_T$ ) anvendes formelen på side 1.8.3.1.

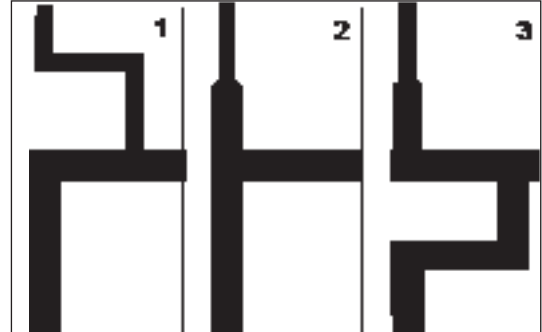
Ekspansionszonens længde (F-længden) aflæses i diagrammerne på side 4.4.1.2 og 4.4.1.3. Se også eksempler i afsnit 5.3.1-2.

## 5.2.0.1 TwinPipes Afgreninger Anvendelse

### 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.

## 5.3.0.1 TwinPipes Afgreninger Præ- og muffeafgreninger

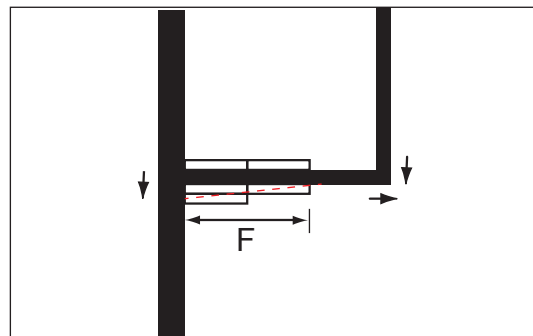
### Aksiale bevægelser og skumpuder

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

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

Længden af skumpuderne er lig F-længden.

F-længden aflæses på kurven for den aktuelle afgreningensdimension, se Projektering afsnit 4.4.1.

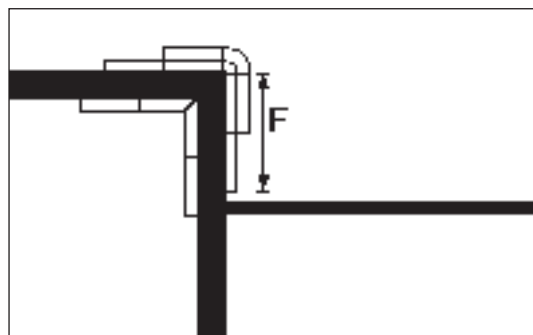


### Placering på hovedrøret

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 Projektering afsnit 4.4.1.



### Afgreningrørets længde

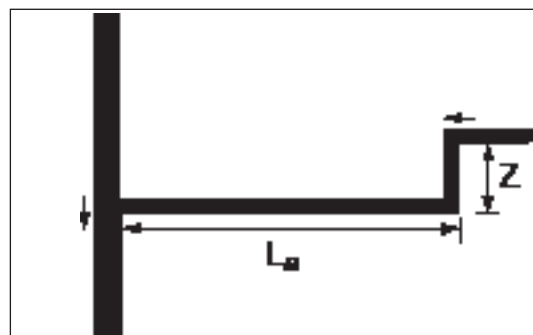
Længden af afgreningrøret begrænses af de belastninger, der overføres fra afgreningen. Afgreningrørets maksimale længde defineres ud fra montagelængden for 190MPa:

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

Ved afgreningrør, 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.

Afgreningrørets minimumslængde er lig F-længden for hovedrørets bevægelse.



## 5.3.0.2

# TwinPipes Afgreninger

## Præ- og muffeafgreninger

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

I TwinPipe-systemer, hvor temperaturforskellen mellem frem- og returløb maksimalt er  $40^\circ\text{C}$ , 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

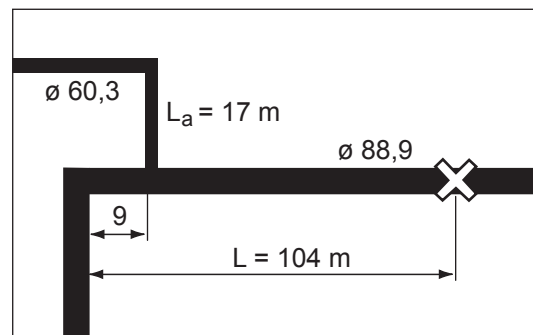
Serie 3

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

## 5.3.1.1 TwinPipes Afgreninger

### Præisolerede afgreninger - Eksempel

<b>Forudsætninger</b>	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 side 3.2.2.1 fås for $\varnothing 88,9$ ved $H = 0,6$ m $F = 2,89$ kN/m $A_s = 1723$ mm <sup>2</sup>
	$D_a = \varnothing 60,3/200$ (Serie 1)
	$L_a = 17$ m
	Fra tabel side 3.2.2.1 fås for $\varnothing 60,3$ ved $H = 0,6$ m $F = 2,25$ kN/m $A_s = 1046$ mm <sup>2</sup>



Der anvendes præisolerede komponenter.

#### Kontrol af afgreningen

- Der udføres 2 kontroller i forbindelse med afgreningen:
- Aksial bevægelse i hovedrøret,  $\Delta L_T$ :  
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 side 5.3.0.2.

#### 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:

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

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

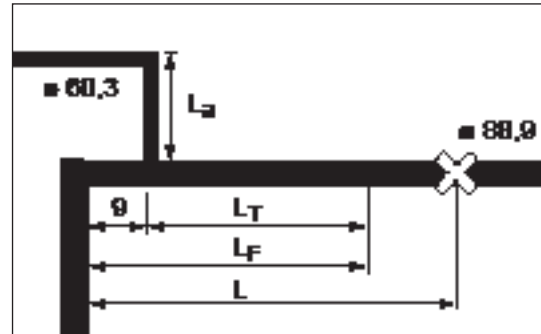
Da  $L > L_F$ , anvendes  $L = L_F$  i beregningen, da det kun er  $L_F$ , der bidrager til bevægelse.

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:

$$\Delta L_T = \alpha \cdot \Delta T_{\text{middel}} \cdot L_T \cdot \frac{F(2 \cdot L - L_T) \cdot L_T}{2 \cdot E \cdot A_s} \quad (\text{formel fra side 1.8.3.1})$$

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

Afgreningens til-  
ladelige længde

Afgreningens montagelængde for 190MPa beregnes:

$$L_{\text{all}} = \left( \sigma_{a,\text{all}} - \frac{1}{2} \cdot (E \cdot \alpha) \cdot (T_f - T_r) \right) \cdot \frac{A_s}{F} \quad (\text{formel fra side 3.2.1.2})$$

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

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 på side 5.3.0.2, som gælder for systemer med en temperaturforskel mellem fremløbs- og returløbstemperaturen på maksimum 40°C.

Kontrol af afgre-  
ningen

- Kontrol af aksial bevægelse i hovedrøret:

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

$\Delta L_T$  er beregnet til 26 mm - OK.

- Kontrol af afgreningens længde:

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

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



## 5.3.1.3 TwinPipes Afgreninger

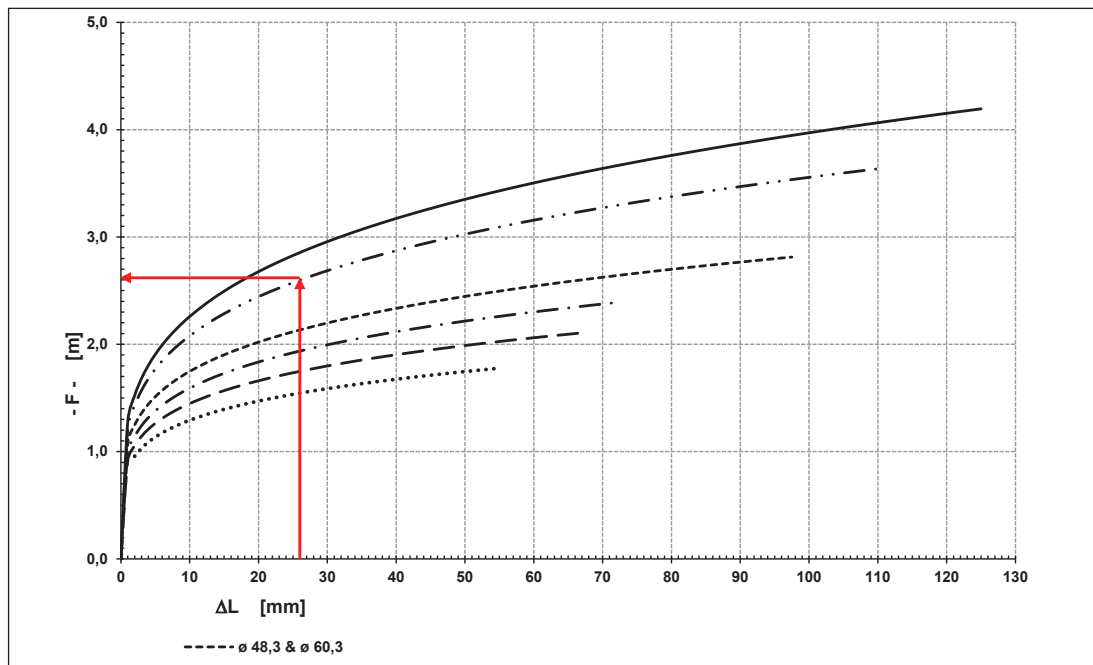
### Præisolerede afgreninger - Eksempel

#### F-længde

Længden af skumpuden bestemmes ud fra diagrammet på side 4.4.1.2.

Der aflæses på kurven for afgreningens dimension:

$\Delta L = 26 \text{ mm}$  for en  $\phi 60,3$  giver  $F = 2,6 \text{ m}$



#### Skumpuder

Skumpudernes minimum tykkelse bestemmes for  $\Delta L_T$  (se evt. afsnit 4.4.1):

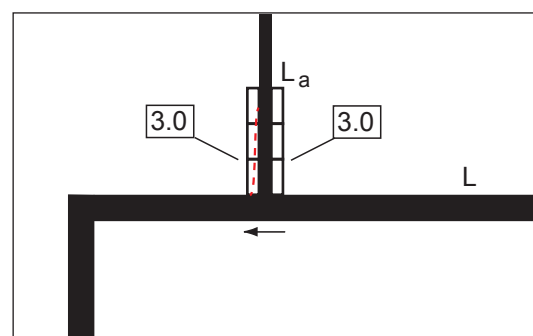
$$t = \frac{\Delta L_T}{0,70} = \frac{26}{0,70} = 37 \text{ mm}$$

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.



## 5.3.2.1 TwinPipes Afgreninger Muffeafgreninger - Eksempel

### 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 5.3.1 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. afsnit 5.4

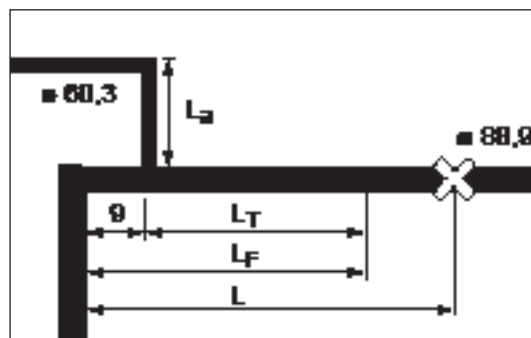
### Spændingsniveau ved afgreningen

Afgreningen er placeret i den delvist friktionshæmmede sektion ( $L_x < L_f$ ), så spændingsniveauet ved afgreningen bestemmes af formelen fra side 1.8.1.2:

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

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

Muffeafgreningen skal ikke forstærkes, da spændingsniveauet ved afgreningen er  $< 150$  MPa.



## Forstærkning af muffeafgreninger

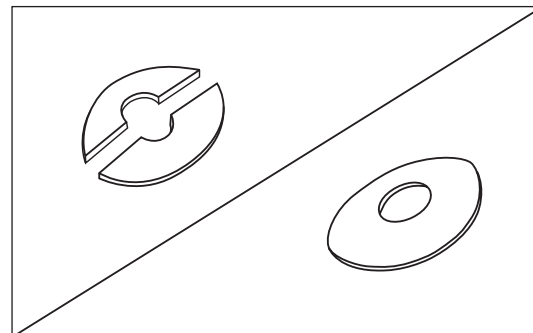
### Anvendelse

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 Produktkatalog afsnit 2.4.2.

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  $\sigma_{aksial} > 150$  MPa.

Kombinationer markeret med  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 afsnit 14.2 for information om påsvejsning af forstærkningsplader samt afsnit 14.4 for montage af afgreningsmuffer.



# 6.0.0.1 TwinPipes Reduktioner Overblik

---

**Introduktion** Dette afsnit beskriver projekteringsreglerne for etablering af reduktioner under hensyntagen til rørstrækningens aktuelle, aksiale spændingsniveau.

---

**Indhold** Retningslinjer for anvendelse 6.1

---

# 6.1.1.1 TwinPipes Reduktioner

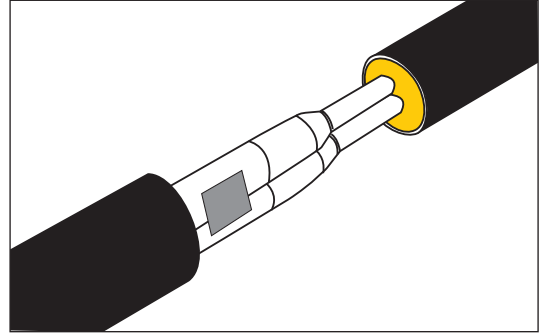
## Retningslinjer for anvendelse

### Fikseringslasker

Der skal anvendes fikseringslasker ved alle reduktioner.

Alle præisolerede bøjninger 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 afsnit 14.2.0.

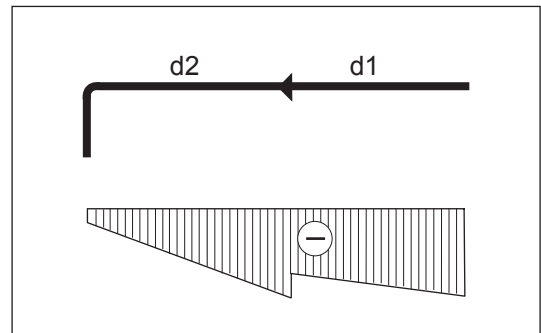
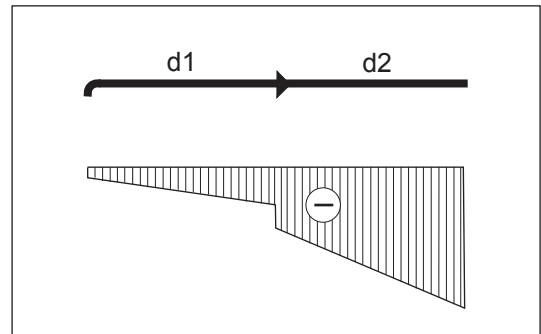


### Spændingsdiagram

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

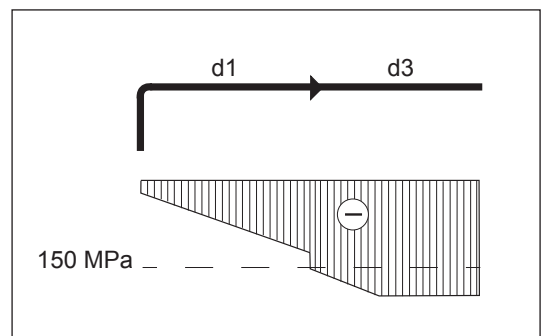
$$\sigma_2 = \sigma_1 \cdot \frac{A_1}{A_2}$$

Dimensioner:  
 $d_1 > d_2$



### Spændingsniveau < 150 MPa

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



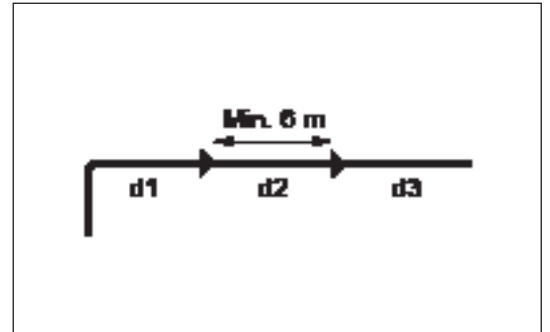
## 6.1.1.2 TwinPipes Reduktioner

### Retningslinjer for anvendelse

---

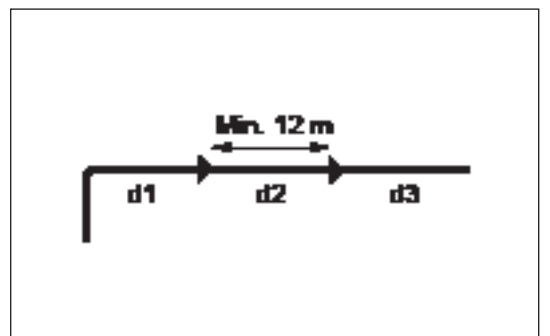
#### Spændingsniveau < 150 MPa, fortsat

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. afsnit 5.4, Afgreninger.

---

## 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  $T_{\text{min}} = 10^\circ\text{C}$

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

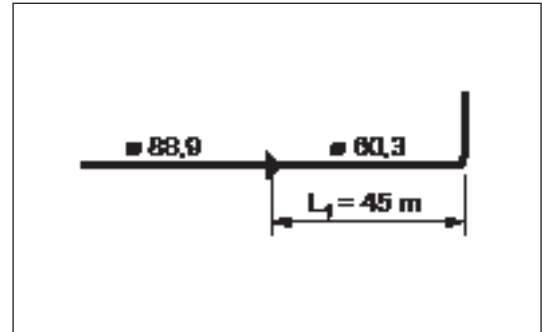
$L_1 = 45$  m

Fra side 3.2.2.1:

$\varnothing 60,3$ :

$F = 2,55$  kN/m

$A_s = 1046$  mm<sup>2</sup> (= medierørens samlede tværsnitsareal)



### Bestemmelse af spændingsniveau

Spændingsniveauet ved reduktionen bestemmes:

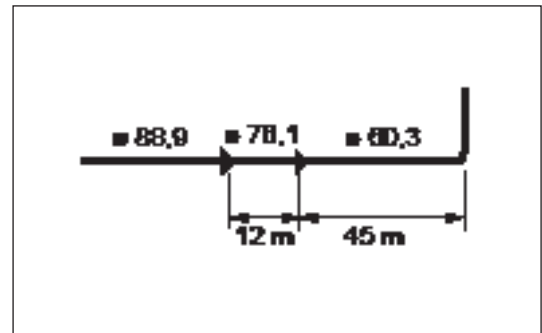
$$\sigma_x = \frac{1}{2} \cdot (E \cdot \alpha) \cdot (T_f - T_r) + L_x \cdot \frac{F}{A}$$

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

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.





# 7.0.0.1 TwinPipes Afspærringshaner Oversigt

---

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

---

<b>Indhold</b>	Generelt	7.1
	Udluftning/aftapning	7.2

---



# 7.1.0.1 TwinPipes Afspærringshaner Generelt

## Anvendelse

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

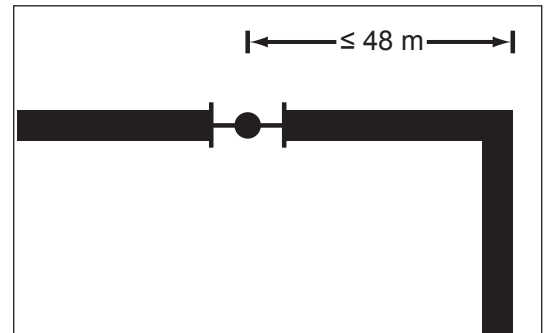
- den passende vandmængde
- omkostninger, hvis det er nødvendigt at tømme systemet
- forsyningssikkerhed
- let reparation af systemet

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

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

Præisolerede afspærringshaner leveres med indsvøjste fikseringslasker.

TwinPipe-afspærringshaner skal placeres udenfor bøjningers ekspansionszoner (F-længden), se afsnit 4.4 Retningsændringer.



## Hanearrangem- ter

Afspærringshanen er en vedligeholdelsesfri kugleventil i et hulsvejst 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.

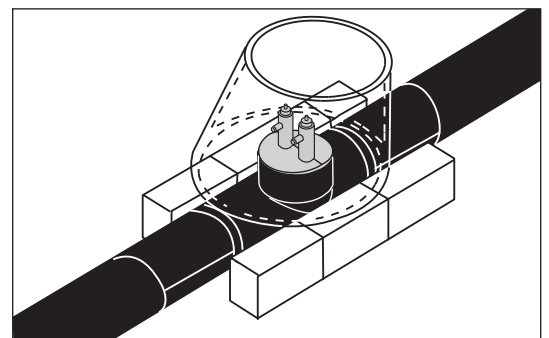
Spindler og serviceventiler på returløbet er ca. 20 mm højere end spindler og serviceventiler på fremløbet.

## Montageanvis- ninger

Hanerne skal monteres, så spindlens frie bevægelse sikres, når røret udvider sig i jorden.

Den enkleste måde at etablere adgang til hanerne er ved at anbringe en brøndkegle på to rækker af fundamentblokke.

Brøndkeglen må ikke støtte på det præ-isolerede rør.

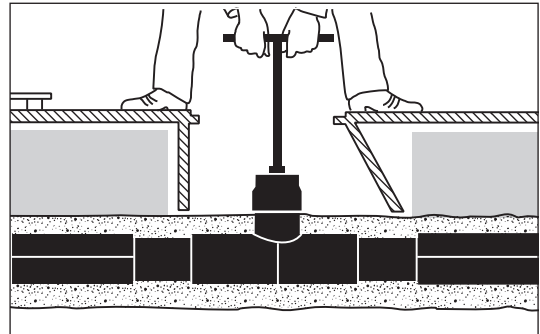


## 7.1.0.2 TwinPipes Afspærringshaner Generelt

### Montageanvisninger, fortsat

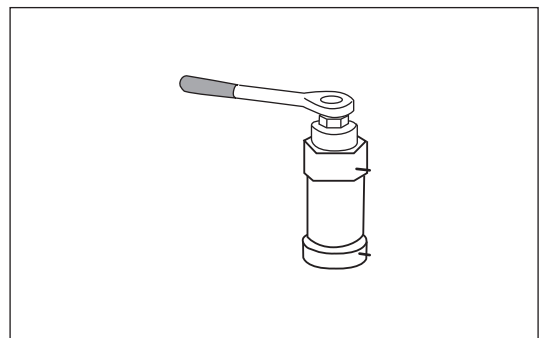
Herved sikres medierørets mulige bevægelse, og spindeltop og spindlen holdes fri for sand.

Der må aldrig stå permanent vand over spindeltoppen.



### Gear

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

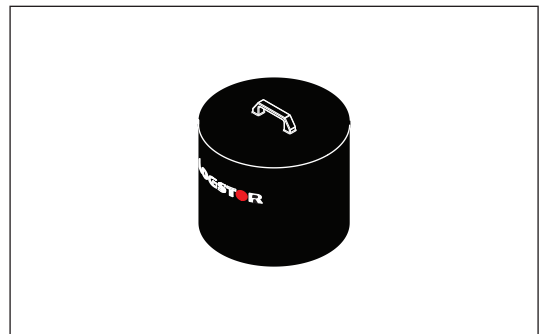


### Klokke

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.



## 7.2.0.1 TwinPipes Afspærringshaner Udluftning eller aftapning

### Anvendelse

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

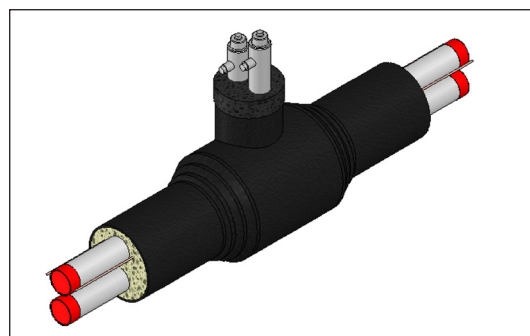
Præisolerede udluftnings- og aftapningsløsninger kan anvendes til alle rørsystemer med følgende statiske betingelser: Max.  $\Delta T = 130^{\circ}\text{C}$  og max. PN = 25.

Bemærk: Der er ikke indsvejst 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 afsnit 14.2.0.

### Udluftnings-/aftapningsarrangementer

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

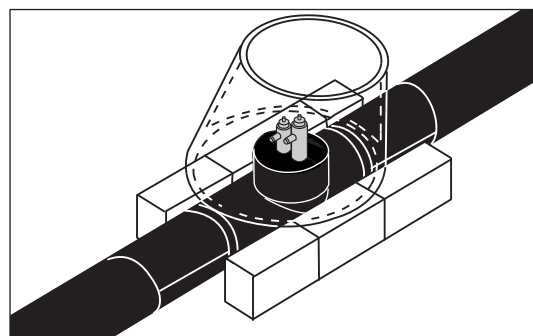


### Placering

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

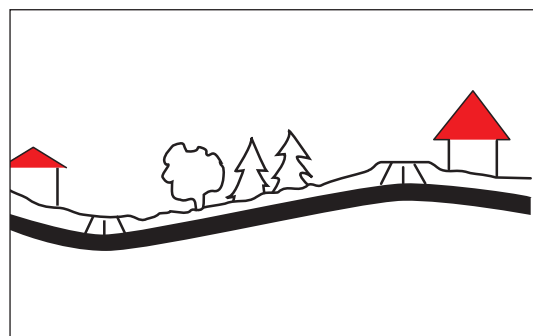
Det anbefales dog at placere dem udenfor F-længden ved bøjninger.

Udluftning/aftapning skal monteres på en måde, som sikrer fri bevægelighed, når røret bevæger sig i jorden, se side 7.1.0.1.



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 rørledningens højeste punkter, føres her med under normalt flow

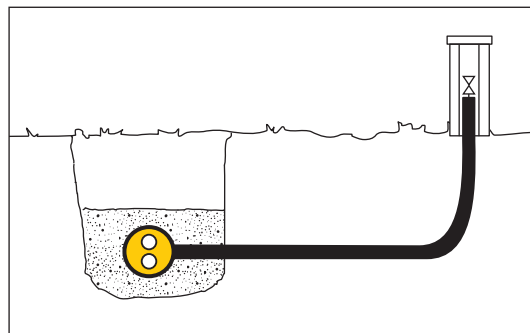
## 7.2.0.2 TwinPipes Afspærringshaner Udluftning eller aftapning

---

### 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.



# 9.0.0.1 TwinPipes 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.

---

<b>Indhold</b>	Generelt	9.1
	Husindføring	9.2
	Tætningsring	9.3
	Endekappe	9.4
	Slutmuffe	9.5

---

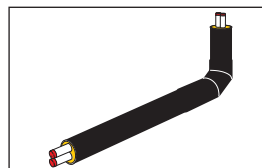
# 9.1.0.1 TwinPipes Afslutninger Generelt

## Oversigt over afslutnings- løsninger

**Afslutning:**  
Husindføring

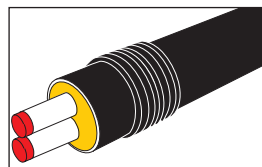
**Anvendes til:**  
Indføring gennem  
fundament og gulv i  
én arbejdsgang

**Illustration:**



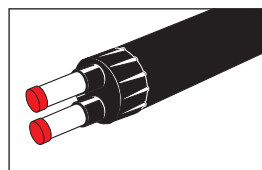
Tætningsring

Tætning mellem  
rør og omstøbning  
ved horizontal mur-  
gennemføring



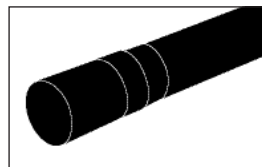
Endekappe

Beskyttelse af isole-  
ringen mod vand-  
indtrængning



Slutmuffe

Beskyttelse af  
rørenden ved afslut-  
ning i jord





## 9.2.0.1 TwinPipes Afslutninger Husindføring

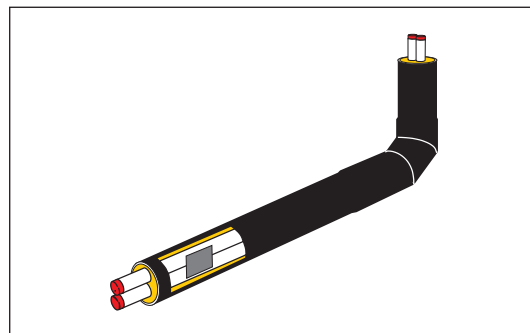
### Anvendelse

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

Præfabrikerede husindføringer letter monteringen 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.



## 9.3.0.1 TwinPipes Afslutninger Tætningsring

### Anvendelse

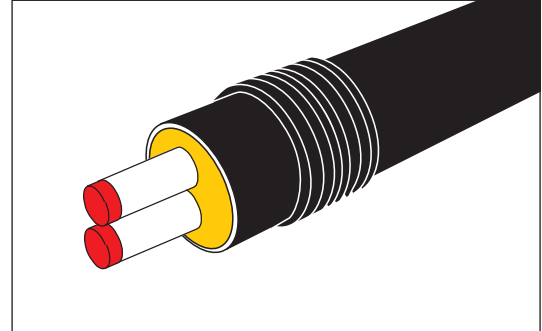
Hvor rør føres gennem murværk - ved brønde, fundamenter osv. - monteres tætningsringe for at forhindre vandindtrængning.

Udsættes en tætningsring for grundvands-tryk, 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.

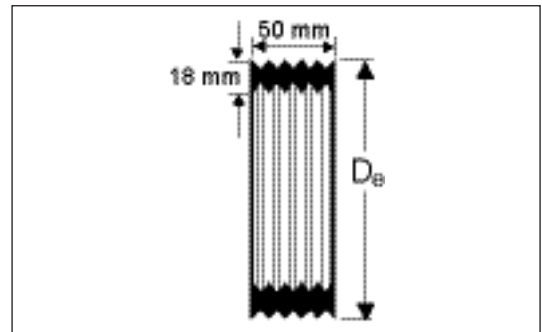


### Beskrivelse

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

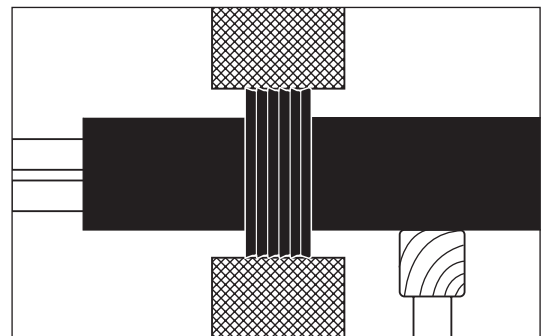
Bemærk! Den indvendige diameter er mindre end kappens nominelle diameter, så ringen klemmer på yderkappen.

For  $D_e$  se Produktkataloget side 2.7.3.1.



### Sokkelgennem-boring

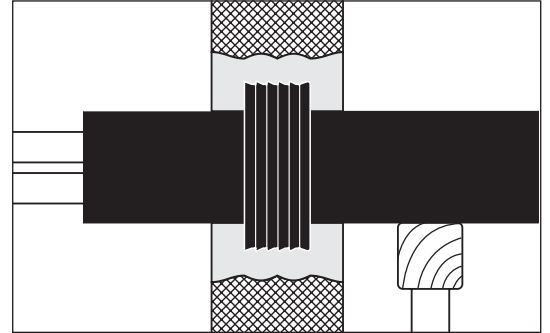
Ved sokkelgennemboring skal hullets diameter være 1-3% mindre end  $D_e$ .



## 9.3.0.2 TwinPipes Afslutninger Tætningsring

### Indstøbning

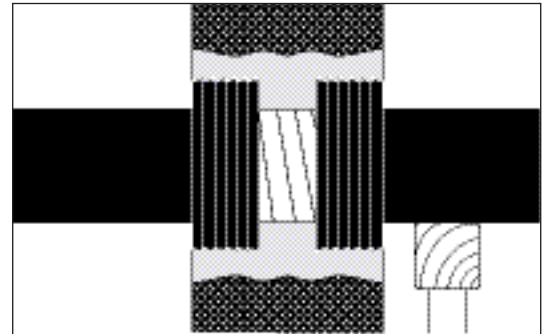
Når man indstøber et rør med tætningsringe i en udsparring, bør røret understøttes, så der kan udstøbes hele vejen rundt om tætningsringen.



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.



## 9.4.0.1 TwinPipes Afslutninger Endekappe

### Anvendelse

Endekapper anvendes ved afslutning i brønde, tilslutning til betonkanaler, i kældre osv.

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

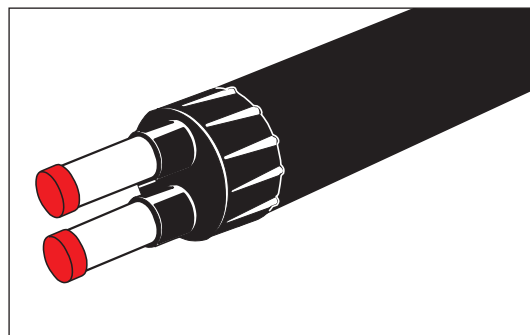
Endekapper må ikke anvendes i jord.

### 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 afsnit 6.10.1.



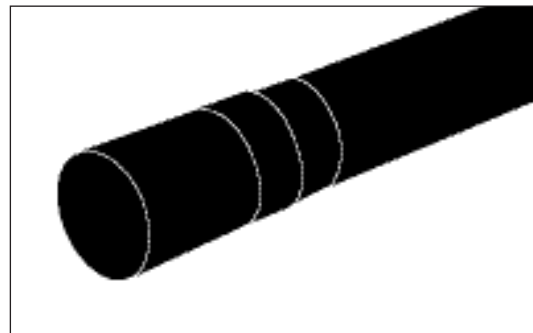
## 9.5.0.1 TwinPipes Afslutninger Slutmuffe

---

**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.





## Introduktion

Dette afsnit beskriver, hvordan laterale ekspansionsbevægelser i rørsystemet kan optages. Den laterale ekspansionsoptagelse i rørsystemer kan ske efter 2 principper:

1. Optagelse af ekspansion i skumpuder.

Herved sikres det, at PUR-trykspændingen ikke overstiger den i EN13941 fastsatte grænseværdi på  $\sigma_{PUR} = 0,15$  MPa.

Skumpuder virker ved delvis optagelse/fordeling af ekspansionsbevægelserne. Da skumpuder har lavere trykstyrke end PUR-isoleringen, reduceres deformationen af PUR-isoleringen.

Skumpuder kan monteres efter behov langs den bevægelige del af bøjningerne/afgreningerne (se afsnit 4.0 Retningsændringer og afsnit 5.0 Afgreninger).

2. Optagelse af ekspansion i sandpuder.

Her vil det ofte forekomme, at PUR-trykspændingen overstiger den i EN13941 fastsatte grænseværdi på  $\sigma_{PUR} = 0,15$  MPa.

Ved anvendelse af sandpuder regnes der normalt med en  $\sigma_{PUR} \leq 0,25$  MPa. Ved denne belastning vil krybningen af PUR-skummet over en 30-årig periode være  $< 10\%$ .

$\sigma_{PUR}$  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 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

10.1

---

# 10.1.0.1 TwinPipes Ekspansionsoptagelse Skumpuder

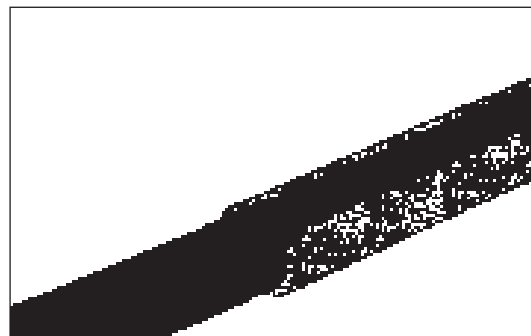
## Anvendelse

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

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

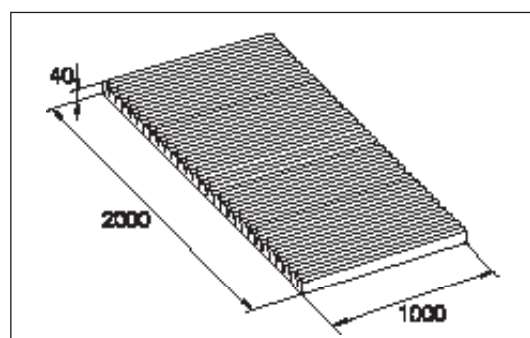
Det anbefales ikke at anvende mere end 3 lag skumpuder (120 mm) ved en max. temperatur på 130°C og normal varierende drift. Derved sikres det, at kapperørets kontinuerlige overfladetemperatur ikke overstiger 50°C, hvilket er angivet som øvre grænse i EN13941.

Behøves flere lag skumpuder end 3, kontakt da LOGSTOR for support.



## Skumpudens flademål

Skumpuderne leveres i én størrelse, som tilpasses aktuell 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!**

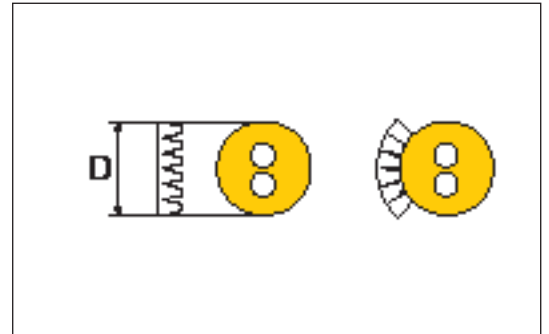
Projekteringsreglerne, som anvises i denne manual, forudsætter anvendelse af LOGSTOR skumpuder.



## 10.1.0.2 TwinPipes Ekspansionsoptagelse Skumpuder

### Aktuelt mål på skumpuder

Kapperørsdiameteren bestemmer højden på skumpuden.



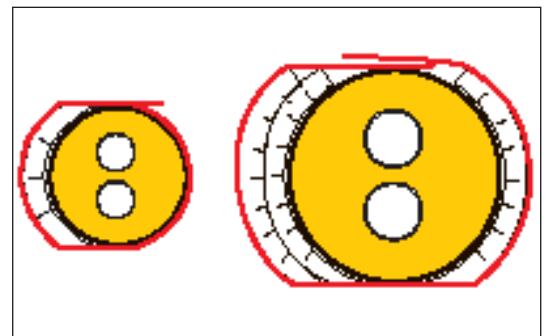
### Montage af skumpuder

Skumpuderne monteres på en eller begge sider af kapperøret i henhold til systemtegningen.

Ved mindre dimensioner kan filamenttape anvendes til fastholdelse.

Ved større dimensioner og flere lag anbefales indpakning i geotekstil eller lignende.

Herved forhindres det også, at sand presses ned mellem skumpude og kapperør ved tilfyldning af rørgraven.



### Angivelse af antal skumpuder

For bestemmelse af det nødvendige antal skumpuder, se hhv. afsnit 4.0 Retningsændringer og afsnit 5.0 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.

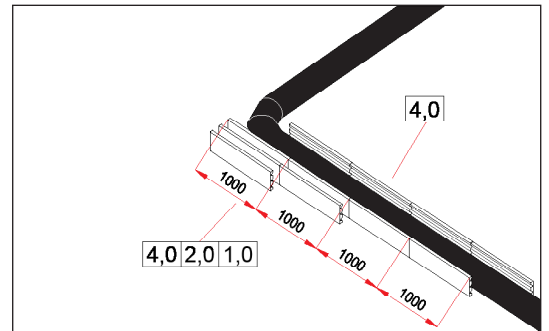
2. lag:

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.





## Introduktion

TwinFlex(tra)-rørsystemer 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 rør er specielt velegnet til:

- Stikledninger uden samlinger
- Passage af beplantning og andre forhindringer
- Kuperet terræn
- Underborings- og gennempresningsmetoder

Dette afsnit indeholder generelle projekteringsregler for anvendelse af TwinFlex(tra)-rørsystemer.

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

---

## Indhold

Generelt	11.1
Rørgrav	11.2
Tilslutning til hovedledning	11.3
Afslutninger	11.4

---

# 11.1.0.1 TwinPipes TwinFlex(tra) Generelt

## Introduktion

TwinFlex(tra)-rør leveres med 4 typer medierør til fjernvarme/-køling og brugsvand (DW).

Kombination af kappe, anvendelse og medierørstype fremgår af nedenstående oversigt.

Hvilken type, der skal anvendes afhænger af flere faktorer:

- Anvendelse: Brugsvand/opvarmning/køling
- Driftsforhold: Tryk og temperatur
- Samlingsmetode: Preskoblinger / lodning / svejsning / kompressionskoblinger (DW)
- Tradition

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

## Anvendelses- områder

Rørtype	Materialer			Anvendelsesområder				Tryk bar	Kontinuerlig driftstemperatur °C	Max. temperatur (kortvarigt) °C	Ovenvægning
	Medierør	Isolering	Kapperør	Fjernvarme	Fjernkøling	Brugsvand					
						Kold	Varm				
Twin-FlexPipes:											
PexFlex TwinPipe	PEXa	PUR	LDPE	x	x			6	85	95	
AluFlex TwinPipe	Alu/PEX	PUR	LDPE	x	x	x	x	10	95	105	
CuFlex TwinPipe	Kobber	PUR	LDPE	x	x	x	x	16*	120	130*	x
Twin-FlextraPipes:											
PexFlextra TwinPipe	PEXa	PUR	HDPE	x	x			6	85	95	
AluFlextra TwinPipe	Alu/PEX	PUR	HDPE	x	x	x	x	10	90	95	
SaniFlextra, dobbeltrør:											
SaniFlextra	PEXa	PUR	HDPE			x	x	10	85	95	

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

# 11.2.0.1 TwinPipes TwinFlex(tra) Rørgrav

## Nedlægningsmetoder

TwinFlex(tra)-rør 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.

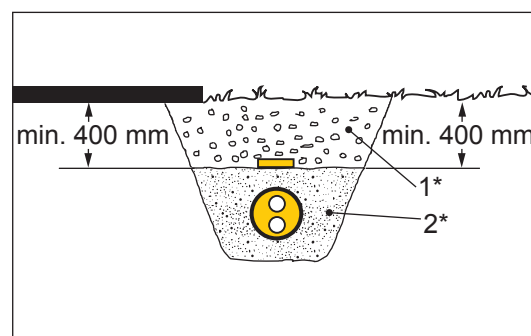
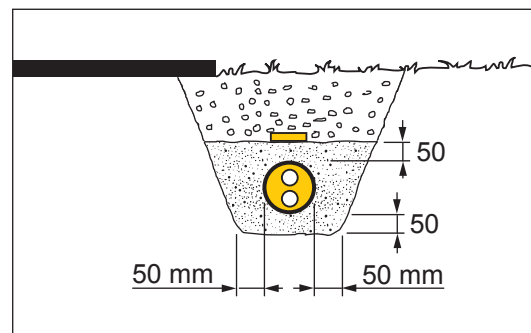
Ved nedlægning i kanaler skal rørene overalt være omgivet af 50 mm tilfyldningsmateriale med egenskaber som beskrevet nedenfor.

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  $R = 10 \times$  kappediameteren anvendes for temperaturer ned til 5°C.

For større fleksibilitet ved højere omgivelsestemperaturer: Se bukkeradius i Håndtering & Montage.

## Friktionsmateriale

Følgende materialspecifikationer gælder for friktionsmaterialet under normale forhold:

Max. kornstørrelse:  $\leq 32$  mm

Max. 10 vægtprocent:  $\leq 0,075$  mm eller

Max. 3 vægtprocent:  $\leq 0,020$  mm

Uensformighedstal:  
 $\frac{d_{60}}{d_{10}} = >1.8$

Renhed: Materialet må ikke indholde skadelige mængder af planterester, muld, ler eller siltklumper (max. 2%).

Kornform: Store skarpkantede korn, som kan skade rør og samlinger, bør undgås.

Omhyggelig og jævn komprimering er påkrævet.

# 11.3.0.1 TwinPipes TwinFlex(tra)

## Tilslutning til hovedledning

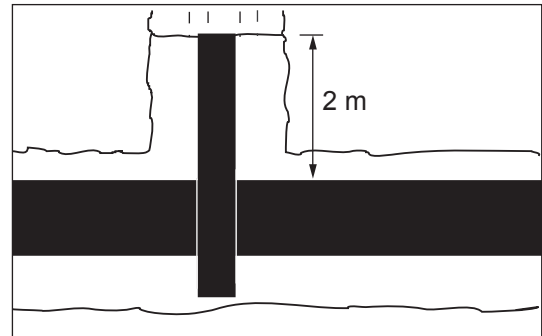
### Vinkelret tilslutning

En fejlfri montage af et TwinFlex(tra)-rør til en hovedledning opnås bedst, når det fleksible rørs ender er fuldstændigt udrettet, inden montagen påbegyndes.

Denne udretning kan lettest foretages, inden den ønskede længde afskæres fra rørrullen.

Ved vinkelret tilslutning til en hovedledning skal min. 2 m af stikledningskanalen være utildækket af hensyn til den senere montage af preskoblinger/svejsning samt muffe.

Bevægelser i hovedledningen og lange stikledninger kan kræve specielle tiltag; se Projektering afsnit 5 "Afgreninger" samt de anførte begrænsninger under de respektive afsnit om TwinFlex(tra)-rør.



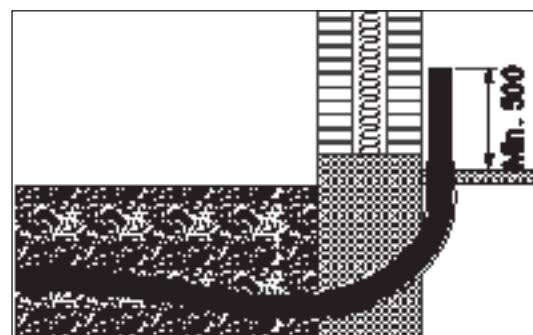
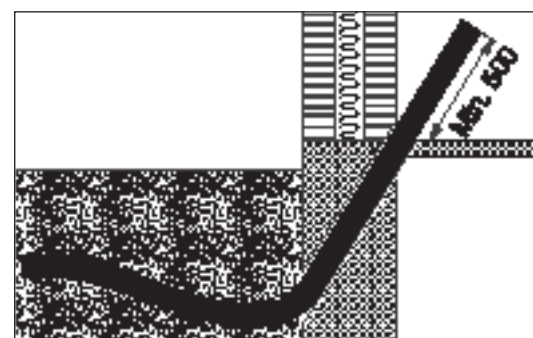
# 11.4.0.1 TwinPipes TwinFlex(tra) Afslutninger

## Afslutning i hus

Ved hustilslutning, hvor der er indstøbt gennemføringsrør eller foretaget lige/skrå sokkelgennemboring, sikres det, at TwinFlex(tra)-røret føres gennem soklen i samme arbejdsgang som nedlægning og tildækning.



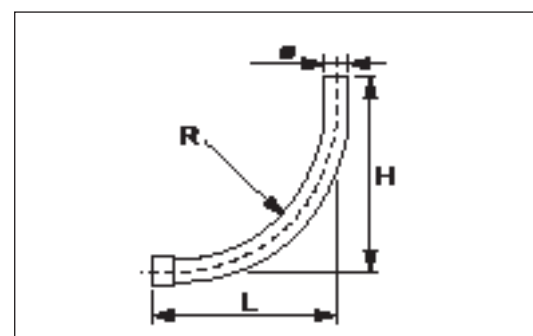
TwinFlex(tra)-røret afsluttes min. 500 mm fra den indvendige sokkel/gulvet for at sikre, at der er tilstrækkelig længde til at bearbejde rørenden.



## Gennemføringsrør

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

TwinFlex(tra) udv. ø mm	R ø mm	H mm	L mm	ø mm
90	800	900	1050	125
110	900	1000	1250	140
125	1000	1100	1350	160



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

## 11.4.0.2 TwinPipes TwinFlex(tra) Afslutninger

### Gennemføringsrør, fortsat

Det anbefales at anvende trækstrømpe og trækkeværktøj til at trække TwinFlex(tra)-røret gennem et gennemføringsrør.

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



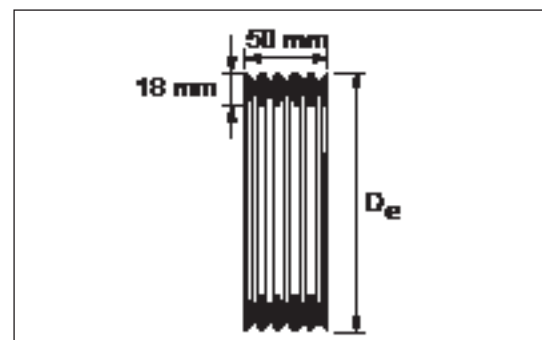
### Sokkelgennem- boring

Ved sokkelgennem boring skal hullets diameter være 4 mm mindre end labyrinttætningens diameter:

$$D_h = D_e - 4 \text{ mm}$$

For  $D_e$  se Produktkataloget side 2.7.3.1.

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





# 13.0.0.1 TwinPipes PexFlex(tra) TwinPipes DH Oversigt

---

## Introduktion

PexFlex TwinPipes og PexFlextra TwinPipes DH (i dette afsnit under ét benævnt PexFlex(tra) TwinPipes) er komplette fleksible rørsystemer.

PexFlex TwinPipes DH er med glat kappe.

PexFlextra TwinPipes DH er med korrugeret kappe.

Begge systemer kan kombineres under hensyn til de specielle forhold beskrevet i dette afsnit.

Det store dimensionsområde gør, at PexFlex(tra) TwinPipes DH kan anvendes både til stikledninger og mindre fordelingsledninger.

---

## Indhold

Projekteringsregler	13.1
Eksempler på montagekombinationer	13.2

---

# 13.1.0.1 TwinPipes PexFlex(tra) TwinPipes DH Projekteringsregler

## Generelt

PexFlex(tra) TwinPipes DH er kendetegnet ved:

- En kontinuerlig driftstemperatur på 85°C
- En kortvarig temperatur på op til 95°C
- Et driftstryk på max. 6 bar for systemerne
- Samling af medierør i jord med preskoblinger (type MP eller type JP)
- En høj fleksibilitet, når røret bukkes i den ønskede kurve

## Bukkeradius

Fleksibiliteten af PexFlex(tra) TwinPipe afhænger af rørets temperatur.

Ved temperaturer ned til 5°C kan PexFlex(tra) TwinPipes DH bukkes på stedet til en minimum bukkeradius R på 10 x kappediameteren.

For større fleksibilitet ved højere kappetemperatur: Se bukkeradius i Håndtering & Montage.

Ved temperaturer under 5°C skal kapperøret opvarmes til håndvarm med en gasbrænder, inden røret rulles ud eller bukkes.

Ved udlægning kan det blive nødvendigt at sikre rørens position f.eks. ved en delvis tilfyldning.

## Afgrening - stål til PexFlex(tra)

I visse tilfælde er det nødvendigt at forstærke et hovedrør af stål, når der afgrenes med en rørstuds eller en stål/Pex overgangskobling, som svejses 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:
$T \leq 75 \text{ C}^\circ$	Hovedrør 1 dimension større end overgangsstudsens dimension
$T \leq 80 \text{ C}^\circ$	Hovedrør 1 eller 2 dimensioner større end overgangsstudsens dimension
$T \leq 85 \text{ C}^\circ$	Hovedrør 1, 2, 3 eller 4 dimensioner større end overgangsstudsens dimension
$T > 85 \text{ C}^\circ$	Alle dimensioner hovedrør

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

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

## Ekspansion

Begge systemer er fleksible rørsystemer, som ikke kræver specielle tiltag ved lægning i jord.

De er selvkomenserende, og på grund af PEX-medierørets egenskaber er det ikke nødvendigt at tage hensyn til ekspansionen i jordlagte systemer.



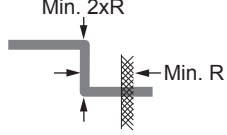
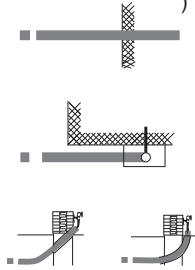


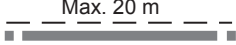
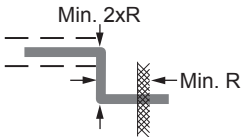

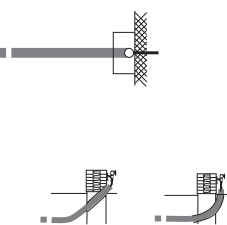
Ved tilslutning af PexFlex(tra) TwinPipe til præisoleret stålrør skal det sikres, at der ikke overføres for store bevægelser fra stålrøret til PexFlex(tra) TwinPipe-systemet.

Det sikres ved, at overgangen fra stålrør til PexFlex(tra) 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 PexFlex(tra) TwinPipe fra en stålhovedledning skal det sikres, at bevægelser i hovedledningen ikke overføres til stikledningen. For nærmere detaljer, se illustration næste side.

# 13.2.0.1 TwinPipes PexFlex(tra) TwinPipes DH Eksempler på montagekombinationer

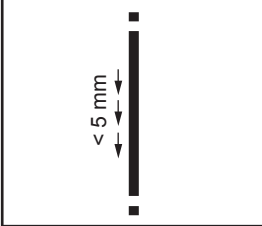


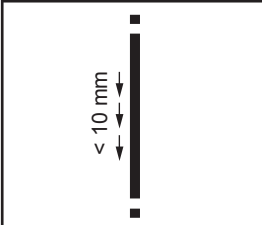


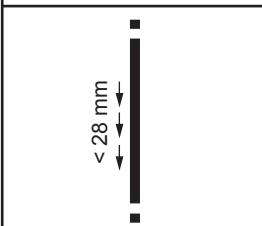


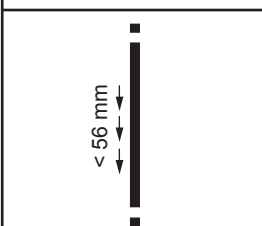
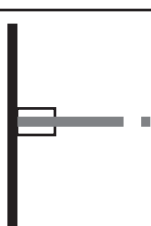

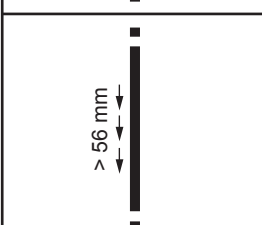


Stiklednings-  
længder og ind-  
føring i bygninger

Afgreningspunkt	Stikledning	Indføring i bygning
		<p>Bevægelse ikke tilladt</p>  <p>Bevægelse tilladt</p> 
	 	  

\*) Bevægelser er ikke tilladt, hvis der anvendes beslag umiddelbart inden for væggen.

**PexFlex(tra) TwinPipes DH**  
**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.

# 14.0.0.1 TwinPipes AluFlex(tra) TwinPipes Oversigt

---

**Introduktion** AluFlex TwinPipes og AluFlextra TwinPipes (i dette afsnit under ét benævnt AluFlextra TwinPipes) er komplette fleksible rørsystemer. AluFlex TwinPipe er med glat kappe. AluFlextra TwinPipe er med korrugeret kappe.

Begge systemer kan kombineres under hensyn til de specielle forhold beskrevet i dette afsnit. FlexPipe kan anvendes både til stikledninger og mindre fordelingsledninger.

---

<b>Indhold</b>	Projekteringsregler	14.1
	Eksempler på montagekombinationer	14.2

---

# 14.1.0.1 TwinPipes AluFlex(tra) TwinPipes Projekteringsregler

## Generelt

AluFlextra TwinPipes er kendetegnet ved:

- En kontinuerlig driftstemperatur for:  
AluFlex TwinPipe: 95°C  
AluFlextra TwinPipe : 90°C
- En kortvarig temperatur for:  
AluFlex TwinPipe: 105°C  
AluFlextra TwinPipe: 95°C
- Et driftstryk på max. 10 bar for systemerne
- Samling af medierør med preskoblinger (type MP)
- En høj fleksibilitet, når røret bukket i den ønskede kurve

## Bukkeradius

Fleksibiliteten af AluFlex(tra) TwinPipe afhænger af rørets temperatur.

Ved temperaturer ned til 5°C kan AluFlex(tra) TwinPipes DH bukket på stedet til en minimum bukkeradius R på 10 x kappediameteren.

For større fleksibilitet ved højere kappetemperatur: Se bukkeradius i Håndtering & Montage.

Ved temperaturer under 5°C skal kapperøret opvarmes til håndvarm med en gasbrænder, inden røret rulles ud eller bukket.

Ved udlægning kan det blive nødvendigt at sikre rørens position f.eks. ved en delvis tilfyldning.

## Afgrening - stål til AluFlex(tra)

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 AluFlex(tra). Kriterierne gives ud fra en kombination af systemets max. temperatur samt dimension.

Max. temperatur	Forstærkningsplade er nødvendig, når:
$T \leq 75 \text{ }^{\circ}\text{C}$	Hovedrør 1 dimension større end overgangsstudsens dimension
$T \leq 80 \text{ }^{\circ}\text{C}$	Hovedrør 1 eller 2 dimensioner større end overgangsstudsens dimension
$T \leq 85 \text{ }^{\circ}\text{C}$	Hovedrør 1, 2, 3 eller 4 dimensioner større end overgangsstudsens dimension
$T > 85 \text{ }^{\circ}\text{C}$	Alle dimensioner hovedrør

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

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

## Eksempler på montagekombinationer

## Ekspansion




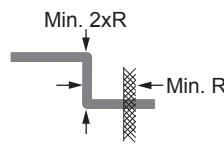
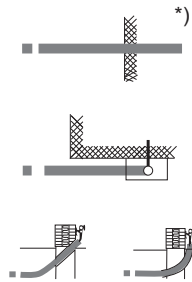

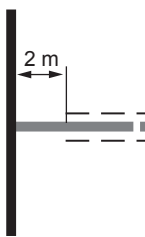

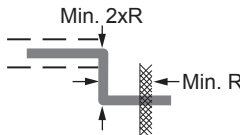

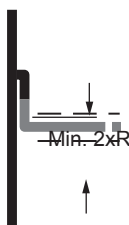
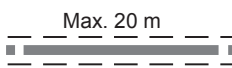


Begge systemer er fleksible rørsystemer, som ikke kræver specielle tiltag ved lægning i jord. De er selvkompeniserende, og på grund af medierørets egenskaber er det ikke nødvendigt at tage hensyn til ekspansionen i jordlagte systemer.

Ved tilslutning af AluFlextra TwinPipe til et præisoleret stålrør skal det sikres, at der ikke overføres for store bevægelser fra stålrøret til AluFlextra TwinPipe-systemet.

Det sikres ved, at overgangen fra stålrøret til AluFlextra TwinPipe sker ved en afgrening eller efter en bøjning. Når overgangen sker i direkte forlængelse af en stikledning, må stikledningens 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.















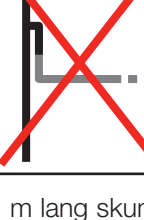
## Stikledningslængder og indføring i bygninger

Afgreningspunkt	Stikledning	Indføring i bygning
 		<p>Bevægelse ikke tilladt</p>  <p>Bevægelse tilladt</p> 
 		 
		 

\*) Bevægelser er ikke tilladt, hvis der anvendes beslag umiddelbart inden for væggen.

Eksempler på montagekombinationer

Hovedledningen

Hovedledning med stålmedierør	Stikledning	
		
		
		 *)
		 **)
		 ***)

\*) Afgreningen monteres med en 40 mm tyk og 1 m lang skumpude.

\*\*) Afgreningen monteres med en 80 mm tyk og 1 m lang skumpude.

\*\*\*) Ved bevægelser i hovedledning > 56 mm må afgrening med FlexPipe ikke udføres.



# 15.0.0.1 TwinPipes CuFlex TwinPipes Oversigt

---

**Introduktion** CuFlex TwinPipe er et komplet fleksibelt rørsystem til fordelingsledninger og mindre stikledninger.

---

<b>Indhold</b>	Projekteringsregler	15.1
	Eksempler på montagekombinationer	15.2

---

## Generelt

CuFlex TwinPipe er kendetegnet ved:

- En kontinuerlig driftstemperatur på op til 120°C
  - En kortvarig temperatur på op til 130°C
  - Et driftstryk på max. 16 bar
  - Samling af medierør med preskoblinger eller loddemuffer
  - En høj fleksibilitet, når røret bukes i den ønskede kurve
- 

## Bukkeradius

Fleksibiliteten af CuFlex TwinPipe afhænger af rørets temperatur.

Ved temperaturer ned til 5°C kan CuFlex TwinPipes DH bukes på stedet til en minimum bukeradius R på 10 x kappediameteren.

For større fleksibilitet ved højere kappetemperatur: Se bukeradius i Håndtering & Montage.

Ved temperaturer under 5°C skal kapperøret opvarmes til håndvarm med en gasbrænder, inden røret rulles ud eller bukes.

Ved udlægning kan det blive nødvendigt at sikre rørens position f.eks. ved en delvis tilfyldning.

---

## 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:
$T \leq 75 \text{ }^\circ\text{C}$	Hovedrør 1 dimension større end overgangsstudsens dimension
$T \leq 80 \text{ }^\circ\text{C}$	Hovedrør 1 eller 2 dimensioner større end overgangsstudsens dimension
$T \leq 85 \text{ }^\circ\text{C}$	Hovedrør 1, 2, 3 eller 4 dimensioner større end overgangsstudsens dimension
$T > 85 \text{ }^\circ\text{C}$	Alle dimensioner hovedrør

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

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

---

## 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 stålrør skal det sikres, at der ikke overføres for store bevægelser fra stålrøret til CuFlex TwinPipe-systemet.

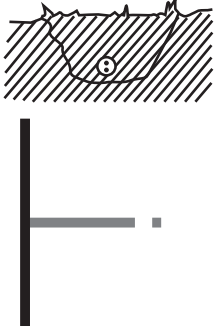

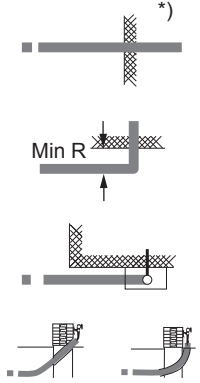
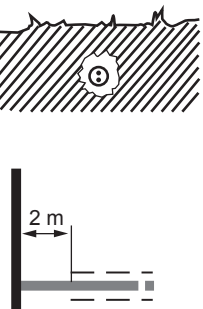
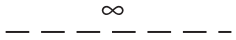
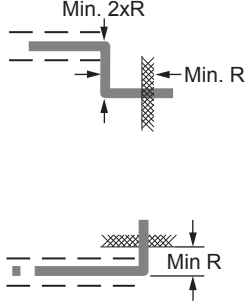
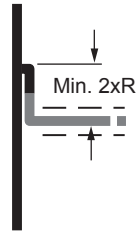
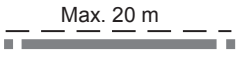
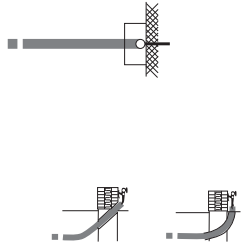
Det sikres ved, at overgangen fra stålrør til CuFlex TwinPipe sker ved en afgrening eller efter en bøjning. Når overgangen sker i direkte forlængelse af en stålledning, må stålledningens længde ikke overstige 2 m fra nærmeste ekspansionsbøjning.

Ved afgrening med CuFlex TwinPipe fra en stålhovedledning skal det sikres, at bevægelser i hovedledningen ikke overføres til stikledningen.

---

Eksempler på montagekombinationer

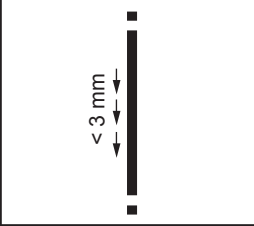
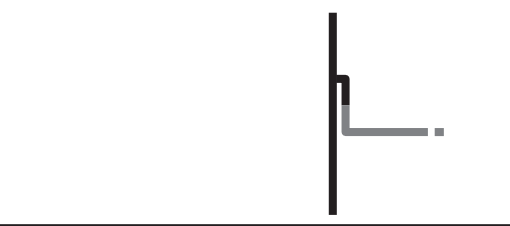
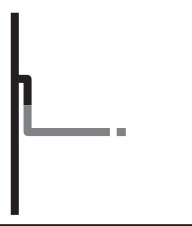
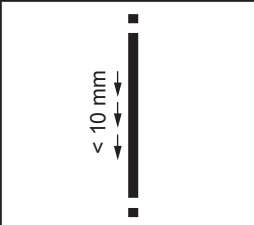
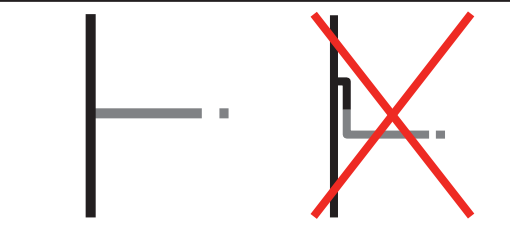

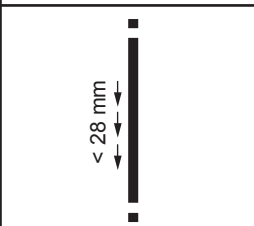
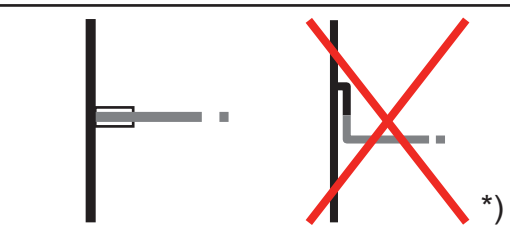

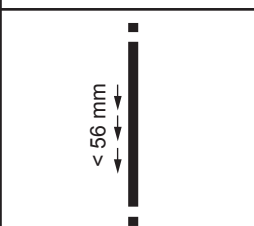
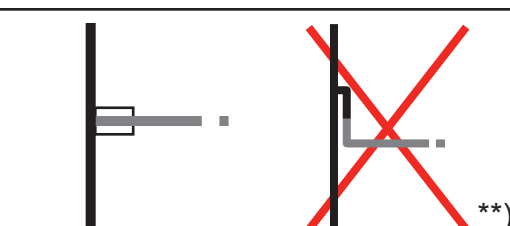
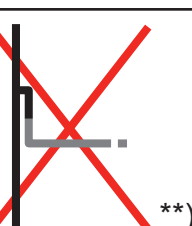
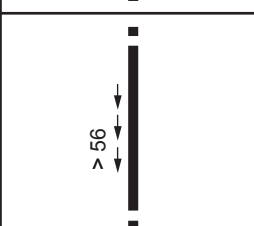
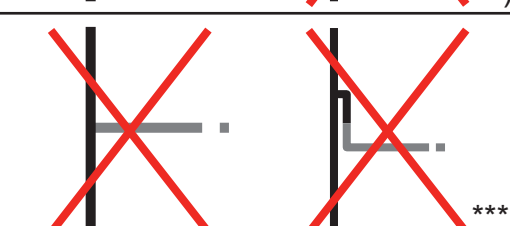
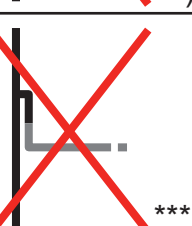
Stiklednings-  
længder og ind-  
føring i bygninger

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.

# 16.0.0.1 TwinPipes SaniFlextra TwinPipes Oversigt

---

<b>Introduktion</b>	SaniFlextra TwinPipe er et komplet fleksibelt rørsystem til fordelingsledninger og mindre stikledninger. Medierøret i SaniFlextra TwinPipe er PEXa, der er godkendt til brugsvand.
<b>Indhold</b>	Projekteringsregler 16.1 Eksempler på montagekombinationer 16.2

---

# 16.1.0.1 TwinPipes SaniFlextra TwinPipes Projekteringsregler

---

## Generelt

SaniFlextra TwinPipe er kendetegnet ved:

- En kontinuerlig driftstemperatur på op til 85°C
  - En kortvarig temperatur på op til 95°C
  - Et driftstryk på max. 10 bar
  - Samling af medierør med preskoblinger (type JP)
  - En høj fleksibilitet i PEX-medierøret, når røret bukes i den ønskede kurve.
- 

## Bukkeradius

Fleksibiliteten af SaniFlextra TwinPipe afhænger af rørets temperatur.

Ved temperaturer ned til 5°C kan SaniFlextra TwinPipes DH bukes på stedet til en minimum bukkeradius R på 10 x kappediameteren.

For større fleksibilitet ved højere kappetemperatur: Se bukkeradius i Håndtering & Montage.

Ved temperaturer under 5°C skal kapperøret opvarmes til håndvarm med en gasbrænder, inden røret rulles ud eller bukes.

Ved udlægning kan det blive nødvendigt at sikre rørens position f.eks. ved en delvis tilfyldning.

---

## Ekspansion

SaniFlextra TwinPipe er et fleksibelt rørsystem, som ikke kræver specielle tiltag ved lægning i jord.




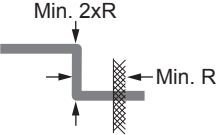
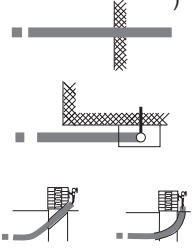
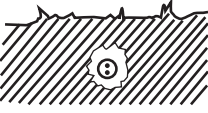
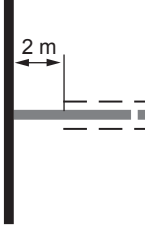

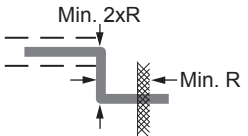

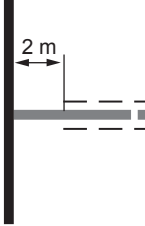
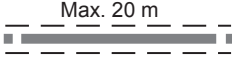


Da medierøret er af PEX, er SaniFlextra selvkompenserende, og det er ikke nødvendigt at tage hensyn til ekspansion i jorden.

Der anvendes ikke skumpuder ved afgreninger og bøjninger.

---

# 16.2.0.1 TwinPipes SaniFlextra TwinPipes Eksempler på montagekombinationer

Stiklednings-  
længder og ind-  
føring i bygninger

Afgreningspunkt	Stikledning	Indføring i bygning
 	<p style="text-align: center;">∞</p> 	<p>Bevægelse ikke tilladt</p>  <p>Bevægelse tilladt *)</p> 
 	<p style="text-align: center;">∞</p> 	 
	<p style="text-align: center;">Max. 20 m</p> 	 

\*) Bevægelser er ikke tilladt, hvis der anvendes beslag umiddelbart inden for væggen.





#### Introduktion

Dette afsnit beskriver LOGSTORs knowhow om beregning af isoleringsværdier og varmetab fra præisolerede rørsystemer.

Her beskrives de muligheder, som on-line beregningsprogrammet "LOGSTOR Calculator" giver for at beregne:

- Varmetab i forhold til ældning af PUR-skummet
- Økonomi
- Emission (CO<sub>2</sub>-udledning)

Disse beregninger kan udføres som:

- Standard beregninger efter EN 13941
- Avancerede beregninger, som tager højde for temperaturens indflydelse på lambda ( $\lambda$ )-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.

---

#### Indhold

Generelt	18.1
Beregninger	18.2

---

## Varmetabs- beregning

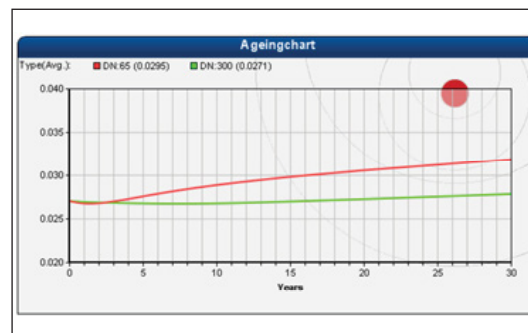
Til beregning af varmetabet fra forskellige rørsystemer har LOGSTOR udviklet online beregningsprogrammet "LOGSTOR Calculator".

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 kontinuert (konti) produceret rør med eller uden diffusionsspærre.

Under hensyntagen til disse parametre kan LOGSTOR Calculator vise ældningskurven, der gælder for et specifik rør.



LOGSTOR Calculator indeholder to beregningsmetoder:

- Standard efter EN 13941
- Avanceret



## Standard beregning efter EN 13941

Ved beregning af varmetabet efter EN 13941 anvendes formelgrundlaget og principperne i standarden.

I varmetabsberegningerne anvendes en varmeledningskoefficient,  $\lambda_{50}$ , for PUR-skummet. Dette er den standardiserede test- $\lambda$ -værdi ved en temperatur på 50°C i skummet.

Derudover beregnes ændringen i PUR-skummets  $\lambda$ -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 side 2.0.1.1

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

# 18.2.0.1 TwinPipes Varmetab Beregninger

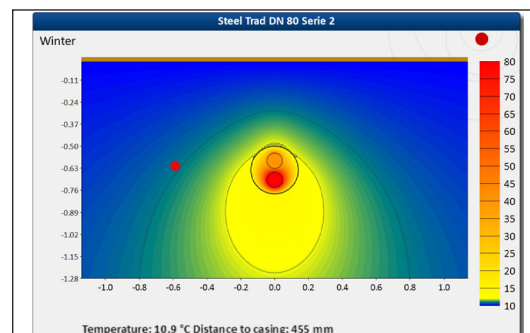
## Avanceret beregning

Ved den avancerede beregningsmetode tages der udover ældning af PUR-skummet på grund af diffusion også hensyn til temperaturens indflydelse på materialernes  $\lambda$ -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.

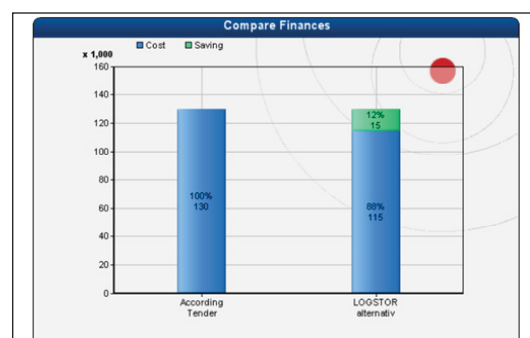
Resultatet er varmetabets nutidsværdi baseret på det ønskede tidsrum.

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.

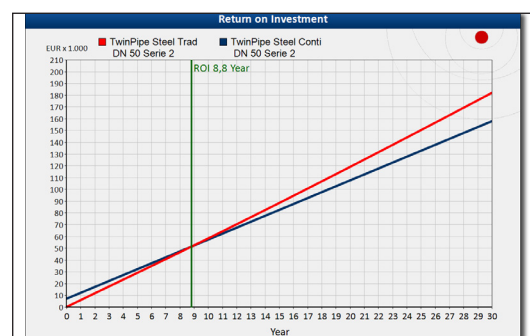
Resultatet af den økonomiske beregning er skræddersyet til at indgå direkte i vurderingen af de samlede livscyklusomkostninger.



## Investeringsafkast (ROI)

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

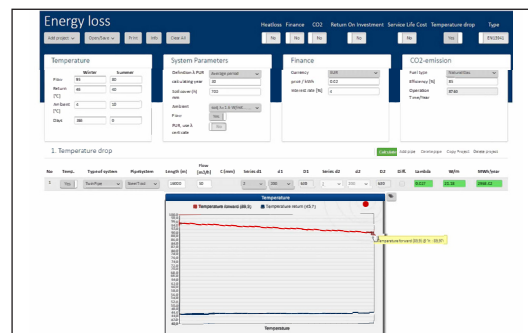
For at udføre beregningen skal energiprisen i kWh og forskellen i omkostninger på de 2 projekter, d.v.s omkostninger til materialer og montage, kendes. Er der forskel i de årlige driftsomkostninger, kan de også indtastes. Herefter beregnes den simple tilbagebetalingstid, d.v.s. hvor mange år, der er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



## Temperaturfald

For en given ledning med et givet flow - enten i m<sup>3</sup>/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  $\lambda$ -værdi.

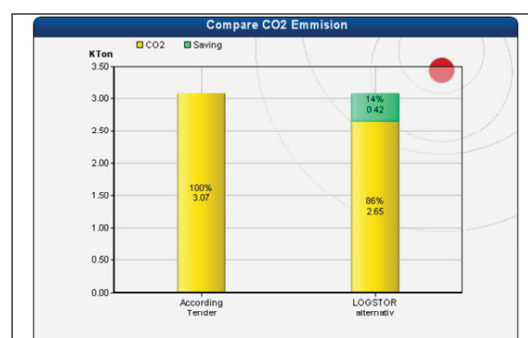


## Emission

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.



## Livscyklusomkostninger

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 indgår i vurderingsgrundlaget for valg af rørsystem og projektets rentabilitet.

## Henvisninger

Calculator-programmet findes ved at følge dette link: <http://calc.logstor.com>.

# 19.0.0.1 TwinPipes 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

19.1

---

### Basisparametre

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

- Mængden af energi rørlødsningen skal levere
- Den faktiske temperatursforskel
- Det tilladelige tryktab

Normalt er afkølingen fra fremløbs- til returrøret fastlagt på forhånd.

Kravene til afkøling og energiforsyning bestemmer vandflowet i kg/sek.

Den nødvendige energiforsyning til en husstand fastsættes under hensyn til rumopvarmning, opvarmning af brugsvand og om varmevekslere eller varmtvandsbeholdere er installeret eller ej.

En distributionslednings energiforsyning fastsættes ved at lægge de enkelte husstandes forbrug sammen og gange det med en samtidighedsfaktor.

Hertil lægges varmetabet til omgivelserne:

$$P = \Sigma (q \cdot S) + \phi$$

P = Samlet energiforsyning, W

q = Energiforsyning pr. husstand, W

S = Samtidigheidsfaktor i %

$\phi$  = Varmetab fra røret, W

---

### Samtidigheidsfaktorer

Følgende samtidigheidsfaktorer anvendes normalt til bestemmelse af et enfamiliehus' energibehov, men lokale erfaringer eller regler kan/skal også tages hensyn til:

Opvarmning:

$$s = 0.62 + \frac{0.38}{n}$$

Varmt brugsvand:

$$s_{\Delta} = \frac{1.0 \cdot n^{-0.5} \cdot (51 - n)}{50}$$

n = antal huse

Ved mere end 50 huse er faktoren  $s_{\Delta}$  for varmt brugsvand = 0

---

### 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 differensstrykket i rørlødsningen.

---

---

# Contact details

---

## Denmark

LOGSTOR Denmark Holding ApS  
Danmarksvej 11 | DK-9670 Løgstør

T: +45 99 66 10 00

E: [logstor@kingspan.com](mailto:logstor@kingspan.com)



For the product offering in other markets please contact your local sales representative or visit [www.logstor.com](http://www.logstor.com)

Care has been taken to ensure that the contents of this publication are accurate, but Kingspan Limited and its subsidiary companies do not accept responsibility for errors or for information that is found to be misleading. Suggestions for, or description of, the end use or application of products or methods of working are for information only and Kingspan Limited and its subsidiaries accept no liability in respect thereof.

To ensure you are viewing the most recent and accurate product information, please scan the QR code directly above.

