Typiske effekter - stålrør - enkelt 4.1

Typiske effekter - stålrør - enkelt						
v/100 Pa/m (10 mm VS/m) og medie temp. på 80°C						
Medierør		Hastighed	Masseflow	Effekt v/Δt=30°C	Effekt v/Δt=40°C	Effekt v/Δt=50°C
DN	d udv. mm	(m/s)	(m^3/h)	(kW)	(kW)	(kW)
20	26,9	0,35	0,47	15,8	21,1	26,4
25	33,7	0,41	0,86	29,3	39,1	48,8
32	42,4	0,50	1,97	67,0	89,3	112,0
40	48,3	0,56	2,92	99,2	132,0	165,0
50	60,3	0,65	5,45	185,0	247,0	309,0
65	76,1	0,77	10,70	364,0	485,0	606,0
80	88,9	0,85	16,34	555,0	740,0	925,0
100	114,3	0,97	27,73	1106,0	1475,0	1843,0
125	139,7	1,15	57,00	1937,0	2583,0	3229,0
150	168,3	1,29	94,07	3197,0	4263,0	5329,0

Der henvises til afsnit 1 vedr. dimensionering.

isoplus Fjernvarmeteknik A/S · Tel.: +45 64 41 61 09 · E-mail: iso@isoplus.dk · www.isoplus.dk

Varmetab - stålrør - enkelt 4.2

Forudsætninger - varmetab

Ved sammenligning af varmetab er det vigtigt at kende forudsætningerne, som varmetabet er beregnet udfra.

Der er en række faktorer, som ikke har med det præisolerede rørs egenskaber at gøre, men som har stor betydning for varmetabet.

Følgende forudsætninger skal være ens, før man reelt kan sammenligne varmetabet:

- Dimensioner medie- og kapperør
- Medierørs temperaturer
- Jordens lambdaværdi
- Jordens temperatur
- Overfladeresistans
- Lægningsdybde
- Afstand mellem rør

Da det reelt er isoleringens lambdaværdi, man sammenligner, er det naturligvis også vigtigt, at man her anvender den korrekte lambdaværdi. De angivne lambdaværdier nedenfor er gennemsnitsværdier.

På de følgende sider er der angivet tabeller med de præisolerede rørs varmetab. Beregningerne af varmetabet er baseret på følgende forudsætninger.

Alt efter krav til skummets mekaniske egenskaber kan rør produceres med varierende lambdaværdier, ned til 0,0225 W/m◦C.

$Lambda_{jord}$	1,2000	W/m°C
Lambda kontinuerlig produktion	0,024	W/m°C
Lambda diskontinuerlig produktion	0,026	W/m°C
R_o	0,0685	m^2 °C/W
Lægningsdybde H	800	mm
t_{frem}	80,0	°C
t_{retur}	40,0	°C
t_{jord}	8,0	°C
Afstand mellem rør C	150	mm

Varmeledningsevne - jord / sand
For fugtig jord kan anvendes værdier fra 1,5-2,0 W/m°C
For tørt sand ca. 1,0 W/m°C.

Overfladeresistans
I henhold til EUHP's District Heating Handbook, kan denne sædvanligvis sættes til 0,0685 m^2 °C/W.

Lægningsdybde
Angives i mm fra overkant kapperør til jordoverfladen ved ubefæstet eller underside belægning ved befæstede områder.

Varmetab - stålrør - enkelt 4.2.1

Varmetab - stålrør - enkelt - serie 1 (beregnet for rørpar)						
Stålrør			Kapperør		Varmetab	U-værdi
DN	d udv. mm	Godst. mm	D udv. mm	Godst. mm	W/m Φ_{total}	Φ_{total}
20	26,9	2,6	90	3,0	13,0	0,125
25*	33,7	3,2	90	3,0	14,7	0,141
32*	42,4	3,2	110	3,0	15,0	0,144
40*	48,3	3,2	110	3,0	17,1	0,164
50*	60,3	3,2	125	3,0	18,9	0,182
65*	76,1	3,2	140	3,0	22,2	0,213
80*	88,9	3,2	160	3,0	22,8	0,219
100*	114,3	3,6	200	3,2	24,4	0,234
125*	139,7	3,6	225	3,4	28,0	0,269
150*	168,3	4,0	250	3,6	32,7	0,314
200*	219,1	4,5	315	4,1	35,5	0,341
250	273,0	5,0	400	4,8	36,7	0,353
300	323,9	5,6	450	5,2	41,6	0,400
350	355,6	5,6	500	5,6	40,6	0,391
400	406,4	6,3	560	6,0	42,8	0,412
450	457,2	6,3	630	6,6	43,1	0,414
500	508,0	6,3	710	7,0	41,7	0,401
600	610,0	7,1	800	7,9	50,4	0,485

Varmetab er beregnet pr. kanalmeter.
U-værdi er angivet pr. rørmeter.
*Kontiproduceret

Diffusionsspærre

isoplus kan producere rør, med kapperør i kapperørsdimensionerne ≤ ø355 mm, som energibesparende kontiproducerede rør med indlagt diffusionsspærre i mellem kapperør og polyuretanskum, startende fra stålrørsdimension ø33,7 mm.

For rør med kapperør i dimensioner >ø355 mm fungerer kapperøret på grund af sin tykkelse som diffusionsspærre. Diffusionsspærren sikrer isoplus præisolerede rør mod ældning, og varmetabet er dermed konstant i hele rørets tekniske levetid.

Serie 1 rør leveres normalt som traditionelt producerede rør uden indlagt diffusionsspærre. Dimensioner med kapperør ≤ ø355 mm kan dog leveres kontiproduceret som specialleverance, derfor er varmtabene for disse dimensioner angivet for energibesparende kontiproducerede rør.

isoplus Fjernvarmeteknik A/S · Tel.: +45 64 41 61 09 · E-mail: iso@isoplus.dk · www.isoplus.dk

Varmetab - stålrør - enkelt 4.2.2

Varmetab - stålrør - enkelt - serie 2 (beregnet for rørpar)						
Stålrør			Kapperør		Varmetab	U-værdi
DN	d udv. mm	Godst. mm	D udv. mm	Godst. mm	W/m Φtotal	Φtotal
20	26,9	2,6	110	3,0	11,24	0,108
25*	33,7	3,2	110	3,0	12,28	0,118
32*	42,4	3,2	125	3,0	13,27	0,128
40*	48,3	3,2	125	3,0	14,91	0,143
50*	60,3	3,2	140	3,0	16,67	0,160
65*	76,1	3,2	160	3,0	18,56	0,179
80*	88,9	3,2	180	3,0	19,38	0,186
100*	114,3	3,6	225	3,4	20,59	0,198
125*	139,7	3,6	250	3,6	23,53	0,226
150*	168,3	4,0	280	3,9	26,65	0,256
200*	219,1	4,5	355	4,5	28,06	0,270
250	273,0	5,0	450	5,2	29,31	0,282
300	323,9	5,6	500	5,6	33,22	0,319
350	355,6	5,6	560	6,0	32,05	0,308
400	406,4	6,3	630	6,6	33,18	0,319
450	457,2	6,3	710	7,0	33,13	0,319
500	508,0	6,3	800	7,2	32,67	0,314
600	610,0	7,1	900	8,7	37,49	0,360

Varmetab er beregnet pr. kanalmeter.
U-værdi er angivet pr. rørmeter.
*Kontiproduceret

Diffusionsspærre

isoplus kan producere rør, med kapperør i kapperørsdimensionerne ≤ ø355 mm, som energibesparende kontiproducerede rør med indlagt diffusionsspærre i mellem kapperør og polyuretanskum, startende fra stålrørsdimension ø33,7 mm.

For rør med kapperør i dimensioner >ø355 mm fungerer kapperøret på grund af sin tykkelse som diffusionsspærre. Diffusionsspærren sikrer isoplus præisolerede rør mod ældning, og varmetabet er dermed konstant i hele rørets tekniske levetid.

Varmetab - stålrør - enkelt 4.2.3

Varmetab - stålrør - enkelt - serie 3 (beregnet for rørpar)						
Stålrør			Kapperør		Varmetab	U-værdi
DN	d udv. mm	Godst. mm	D udv. mm	Godst. mm	W/m Φtotal	Φtotal
20	26,9	2,6	125	3,0	10,32	0,099
25*	33,7	3,2	125	3,0	11,11	0,107
32*	42,4	3,2	140	3,0	12,13	0,117
40*	48,3	3,2	140	3,0	13,49	0,130
50*	60,3	3,2	160	3,0	14,55	0,140
65*	76,1	3,2	180	3,0	16,26	0,156
80*	88,9	3,2	200	3,2	17,53	0,169
100*	114,3	3,6	250	3,6	18,08	0,174
125*	139,7	3,6	280	3,9	20,24	0,195
150*	168,3	4,0	315	4,1	22,23	0,214
200	219,1	4,5	400	4,8	24,90	0,239
250	273,0	5,0	500	5,6	24,90	0,239
300	323,9	5,6	560	6,0	27,25	0,262
350	355,6	5,6	630	6,6	26,31	0,253
400	406,4	6,3	710	7,0	26,95	0,259
450	457,2	6,3	800	7,2	27,17	0,261
500	508,0	6,3	900	7,9	26,71	0,257
600	610,0	7,1	1000	9,4	30,49	0,293

Varmetab er beregnet pr. kanalmeter.
U-værdi er angivet pr. rørmeter.
*Kontiproduceret

Diffusionsspærre

isoplus kan producere rør, med kapperør i kapperørsdimensionerne ≤ ø355 mm, som energibesparende kontiproducerede rør med indlagt diffusionsspærre i mellem kapperør og polyuretanskum, startende fra stålrørsdimension ø33,7 mm.

For rør med kapperør i dimensioner >ø355 mm fungerer kapperøret på grund af sin tykkelse som diffusionsspærre. Diffusionsspærren sikrer isoplus præisolerede rør mod ældning, og varmetabet er dermed konstant i hele rørets tekniske levetid.

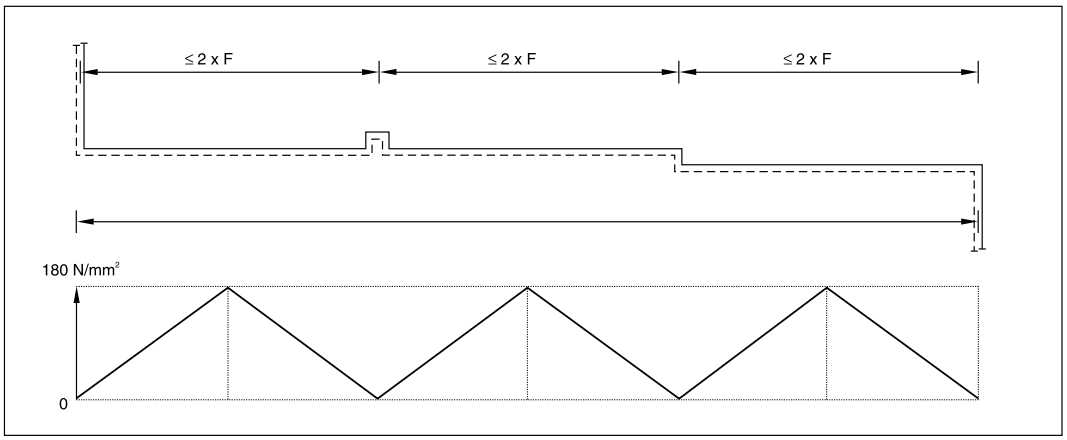
isoplus Fjernvarmeteknik A/S · Tel.: +45 64 41 61 09 · E-mail: iso@isoplus.dk · www.isoplus.dk

Lægningsmetode 1 - ekspansionsbøjninger 4.3

Udnyttelsen af "naturlige" ekspansionsmuligheder i forbindelse med rørføringen er en enkel og relativ ukompliceret metode til begrænsning af de aksiale spændinger.

Grundlæggende fordrer denne nedlægningsmetode, at afstanden mellem to ekspansionsmuligheder - f.eks. en L-, Z- eller U-bøjning - aldrig overstiger 2 x F for en aktuel rørtype og dimension (for F se tabel side 4.5).

Dette forhold kan illustreres som følger:



Hvis en given rørstrækning under udnyttelse af de naturlige retningsændringer overstiger 2 x F , vil det være nødvendigt at tilføje en yderligere ekspansionszone og/eller tilføje en engangskompensator på strækningen.

Lægningsmetode 2 - varmeforspænding 4.3.1

Varmeforspænding kan anvendes i de tilfælde, hvor det enten ikke er muligt at udnytte naturlige ekspansionsmuligheder og/eller i tilfælde hvor de højere spændinger og de dermed forbundne begrænsninger i et koldforlagt system, hvor F (se side 4.5) overskrides, ikke kan accepteres.

Ved varmeforspænding nedlægges og forvarmes rørene inden de tildækkes og ligger derefter i praksis uden spændinger ved "forvarmningstemperaturen".

Nedlægningen kan foretages stort set uden indskrænkninger og anvendelse af traditionel ekspansionskompensation via f.eks. bøjninger, kompensatorer el.lign.

Ved begyndelsen og enden af en sektion skal der som hovedregel være en ekspansionszone (L-, Z eller U-bøjning) eller i den ene ende en fastspænding.

Kanalen kan inden forspændingen fyldes/komprimeres med sand til et niveau op til højst midten af kapperøret.

Ved forvarmningen tillades rørene at udvide sig frit (på nær friktionen som resulterer fra rørenes egenvægt) og ligger efter tildækning/komprimering spændingsfrit på den friktionsfikserede strækning. Dette forhold gør, at man ved efterfølgende behov for at foretage parallelle opgravninger, kan gøre dette uden at tage specielle forholdsregler, når driftstemperaturen sænkes til et niveau svarende til forvarmningstemperaturen.

Forvarmningstemperaturen vælges typisk til at ligge mellem nedlægningstemperaturen og den maksimale driftstemperatur, således at de aksiale spændinger i såvel frem- som returløb reduceres mest muligt.

Mulige metoder til varmeforspænding

Fjernvarmevand

Denne metode kan umiddelbart anvendes, når ledningsafsnittet, som skal forvarmes, ligger i tilknytning til et eksisterende net i drift, og hvor der ikke inden idriftstagning er behov for at tømme systemet.

Damp

Da varmeforspænding typisk udføres ved temperaturer mellem 60°C og 75°C, er man ved anvendelse af damp til forvarmning nødt til at sænke trykket i rørsystemet fra det atmosfæriske tryk på ca. 1 bar til et undertryk på ca. 0,4 bar, hvor vand bliver til damp ved en temperatur på 75°C.

Damp ved denne temperatur transporterer en varmeeffekt på 756 W/kg og dermed betydelig mere end vand (ca. 15 gange).

Fordelen ved anvendelse af damp er således i særdeleshed det relativt lavere behov for vand i forbindelse med forvarmningen.

Lægningsmetode 2 - varmeforspænding 4.3.2

Elektricitet

Specielt ved forvarmning af længere rørstrækninger, hvor man ikke har mulighed for at få fjernvarmevand fra en eksisterende varmeforsyning, har el-forvarmning sine fordele.

El-forvarmning kræver, at der er tale om identiske dimensioner og karakteristika på de anvendte stålrør over hele den strækning, som forvarmes.

Kombinationen af flere dimensioner, f.eks. en strækning med en eller flere reduktioner, kan ikke el-forvarmes, da de mindre dimensioner ville blive overophedet. I disse tilfælde kræves at man opdeler strækningen i separate sektioner med samme dimension og senere forbinder disse via en engangskompensator og en nødvendige reduktion.

El-forvarmningen kræver adgang til en el-tilslutning med 380V og/eller en generator, som er i stand til at levere den for forvarmningen nødvendige effekt.

Lægningsmetode 3 - forspændingselement 4.3.3

Forspændingselementerne kan anvendes i de tilfælde, hvor det enten ikke er muligt at udnytte naturlige ekspansionsmuligheder og/eller i tilfælde, hvor de højere spændinger og dermed forbundne begrænsninger i et koldforlagt system ikke kan accepteres.

Til forskel for varmeforspænding i åben grav kan rørene ved anvendelse af forspændingselementer nedlægges, og på nær montagehullerne tildækkes, og overfladen reetableres inden systemet forspændes.

Selve forspændingen sker typisk ved anvendelse af fjernvarmevand fra det eksisterende net eller ved hjælp af et mobilt kedelanlæg.

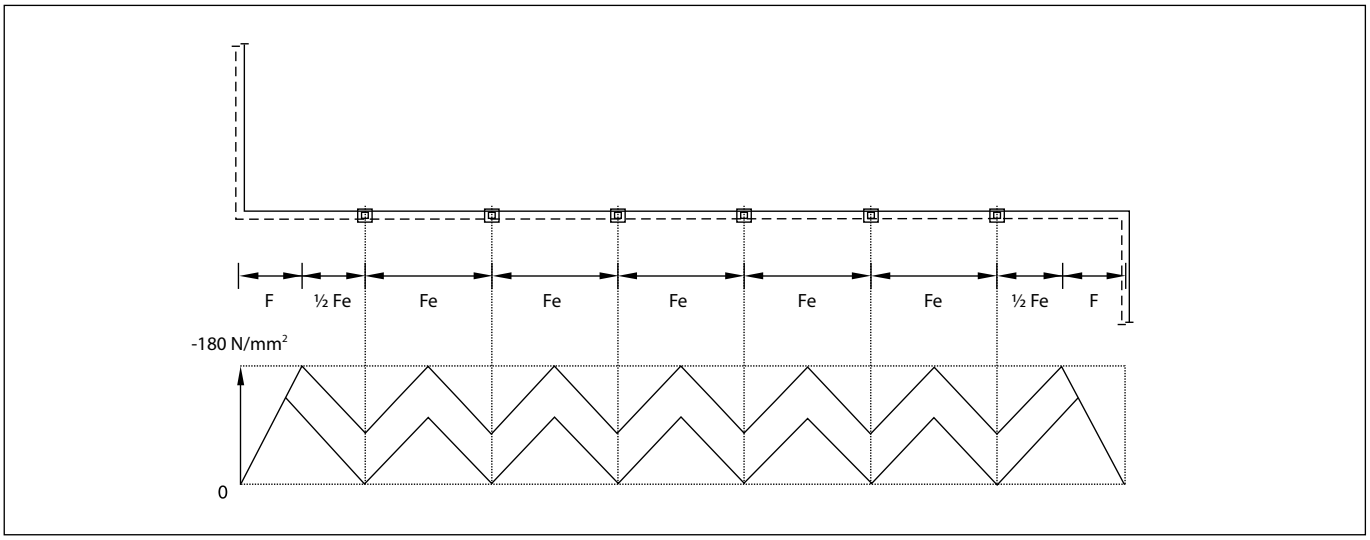
Et forspændingselement er en komponent, som svejses ind i rørsystemet og her fungerer som en "ekspansions-mulighed" i forbindelse med forspændingen.

Forspændingselementet er konstrueret således, at den tillader en styret ekspansion mellem to frie rørender. Når den ønskede ekspansion er opnået, støder de frie rørender i forspændingselementet sammen, hvorefter man "låser" den i denne position med en svejsning.

På denne måde ligger systemet som det varmeforspændte system, spændingsfrit ved forspændingstemperaturen og fremtidige temperatursvingninger vil blive optaget som hhv. tryk- og trækspændinger på de friktionsfikserede strækninger.

Ved begyndelsen og enden af den forspændte rørsektion skal der, som ved de andre systemer, som hovedregel være en ekspansionszone (L-, Z eller U-bøjning).

Anvendelsen af forspændingselementerne tillader relativt høje nedlægningshastigheder, da kanalen kan tildækkes løbende. Parallelle opgravninger kan foretages uden specielle forholdsregler på samme måde som et varme-forspændt system.



isoplus Fjernvarmeteknik A/S · Tel.: +45 64 41 61 09 · E-mail: iso@isoplus.dk · www.isoplus.dk

Lægningsmetode 3 - forspændingselement 4.3.4

Projekteringsdata

- Maksimalt tilladte driftstemperatur 120°C.
- Forspændingstemperaturen skal være minimum 90% af maks. driftstemperatur.
- Driftstrykket i anlægget må ikke være højere end 16 bar.
  I visse tilfælde kan 25 bar også tillades.
- Den maksimalt tilladelige aksialspænding i en friktionsfikseret strækning er 180 N/mm^2.
- Der skal over hele den forspændte strækning være en ensartet overdækning på rørene.
- Tildækning og komprimering af rørgraven skal være ensartet over hele rørstrækningen.

I tabellen på side 4.5 og 4.5.7 finder man for en lægningsdybde på 0,8 meter og med en maks. tilladt aksialspænding på 180 N/mm^2 målene for F og Fe.

Lægningsmetode 4 - koldforlægning 4.3.5

Ved koldforlægning kan nedlægning foretages stort set uden indskrænkninger og anvendelse af traditionel ekspansionskompensation via f.eks. bøjninger, kompensatorer eller lign.

Manualen begrænser sig til at omfatte koldforlægning af rør i dimensioner op til DN 300 – ved større dimensioner bør du tage kontakt med isoplus for at få gennemgået og optimeret dit projekt.

Ved koldforlægning tillader man, at de aksiale spændinger overskrider flydespændingen, således at der ved den første opvarmning reelt sker en lille deformation i stålrøret med en efterfølgende spændingsaflastning til følge.

Det lige rør forbliver derefter ved fremtidige lastveksler i det såkaldte elastiske område.

På grund af de højere spændinger og dermed de kræfter som påvirker medierøret, får man ved den første opvarmning en væsentligt større ekspansion af røret ved de frie ender. Dette forhold gør, at man i forbindelse med koldforlægning altid skal benytte enten ekspansionszoner, dvs. bredere og sandfyldte kanaler omkring bøjninger og afgreninger og/eller skumpuder (se side 4.5.17, 4.5.18 og 4.5.20).

Koldforlægning er karakteriseret ved følgende grundlæggende forhold:

- En førstegangs ekspansion der typisk vil være 2 gange større end ved en termisk forspænding.
- Ekspansionszoner/skumpuder skal anvendes ved bøjninger/afgreninger.
- Højere trykspændinger i isoleringsmaterialet ved alle retningsændringer.
- Store aksiale påvirkninger af præisolerede ventiler.
- Afgreninger skal forstærkes p.g.a. de højere påvirkninger.
- Anboringer på et koldforlagt system i drift er ikke ubetinget muligt.
- Opgravninger parallelt med koldforlagte ledninger er som hovedregel ikke muligt, med mindre driftstemperaturen sænkes og/eller røret sikres mod vandret udbøjning via afstivninger el.lign.
- Fastspændinger kan i praksis og på grund af de høje kræfter ikke anvendes.
- Smigskæringer er ikke muligt ved $\Delta T \geq 120$ K.
- Smigskæringer ved $\Delta T \geq 100$ K kun muligt i op til maks. 3° smig.
- Ved reduktioner kan højst tillades et spring.

Der skelnes for en del af disse regler mellem, om placeringen er på friktionsfikserede eller friktionshæmmede strækninger.

isoplus Fjernvarmeteknik A/S · Tel.: +45 64 41 61 09 · E-mail: iso@isoplus.dk · www.isoplus.dk

Lægningsregler for anvendelse af isosteelpress 4.3.6

Projektering

isosteelpress kan anvendes på stålrør enkelt og ved lægningsmetoder 1, 2 og 4. isosteelpress må kun anvendes på projekter, hvor Δt ikke overstiger 70°C (forskellen mellem installationstemperatur og maks. driftstemperatur.

Maks. installationstemperatur med isosteelpress er 50°C.
Lægningsdybde maks. 1,0 m.

Der må kun anvendes præisolerede fittings. Reduktioner er undtaget.
Retningsændringer (bøjninger) 80-100°. Ved andre vinkler på retningsændring, kontakt isoplus' tekniske afdeling.
Benlængder på bøjninger iht. tabel side 5.4 og side 5.5. Anvendelse af elastiske buer er ikke tilladt.

Håndtering

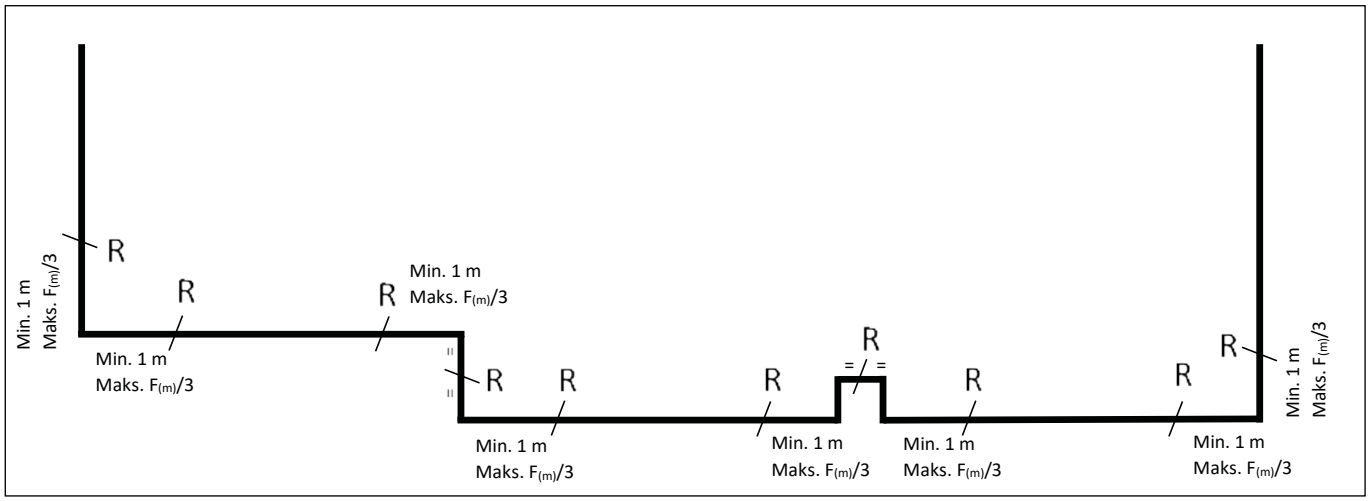
Der må ikke løftes på rør, der er samlet - dvs. rørene skal samles i kanalen.

Reduktioner

Reduktioner skal placeres aflastet. Se nedenstående skitse.

Placering af reduktioner

Lyre: Midt i lyren
Z-slag: Midt i Z-slaget
Bøjning: Min. 1 m og maks. F(m)/3 (for den mindste dimension)



Projekteringsgrundlag 4.4

Projekteringsgrundlag

Projekterings- og lægningsreglerne beskriver, hvordan de ekspansionsmæssige forhold løses samtidig med, at der sikres en optimal udnyttelse af rørsystemet.

Projekteringshjælp

isoplus' teknikere står altid til rådighed ved de spørgsmål, der opstår i forbindelse med projektets ekspansions-system, og vi gennemgår således gerne de aktuelle projekttegninger.

Systemforudsætninger

Baggrunden for projekterings- og lægningsreglerne er et fastskummet rørsystem, hvor medierør, isolering og kappe virker som en sammenhængende sandwichkonstruktion.

Ved stålrørets bevægelse, som følge af varierende temperaturer, vil hele sandwichkonstruktionen følge stålrørets bevægelse, således at den egentlige bevægelse sker mellem kapperør og det omkringliggende fyldmateriale.

Lægningsmetoder

Under afsnittet findes en beskrivelse af fire forskellige lægningsmetoder samt lægningsregler for isosteelpress:

Metode 1 - Ekspansionsbøjninger

Metode 2 - Varmeforspænding

Metode 3 - Forspændingselementer

Metode 4 - Koldforlægning

Lægningsregler for isosteelpress

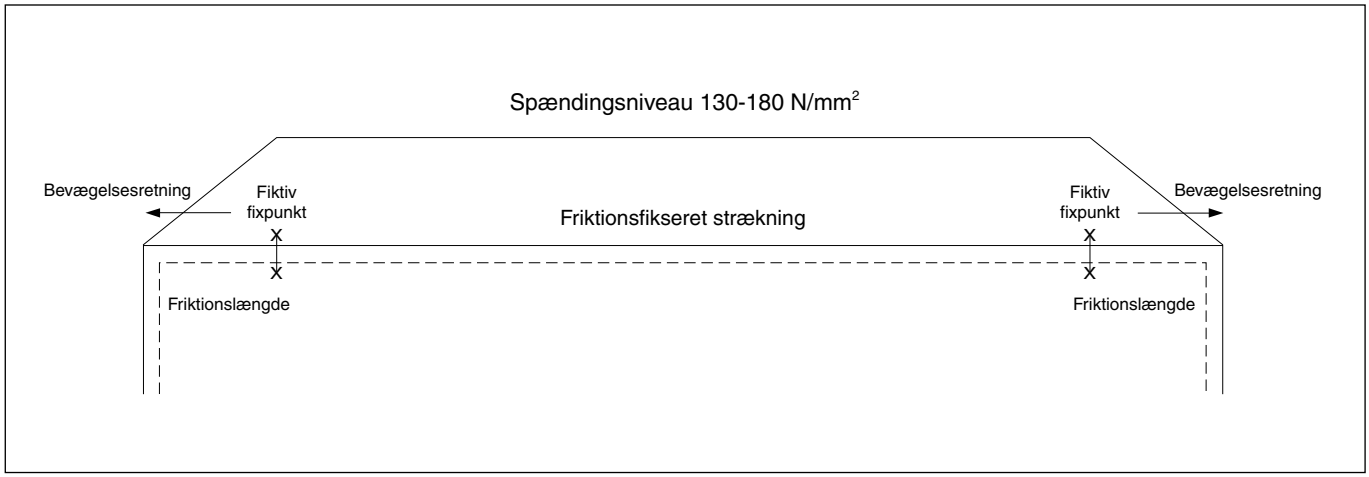
Ved projektering opereres der med fiktive forankringer, friktionshæmmede og friktionsfikserede strækninger.

Den friktionshæmmede længde, også kaldet friktionslængden, er den længde, der for en given dimension er fra en ekspansion i form af en bøjning til en fiktiv forankring, ved en spænding på 130-180 N/mm^2.

Ved koldforlægning vil spændingsniveauet teoretisk overstige 300 N/mm^2.

isoplus Fjernvarmeteknik A/S · Tel.: +45 64 41 61 09 · E-mail: iso@isoplus.dk · www.isoplus.dk

Projekteringsgrundlag 4.4.1



Beregninger forudsætter, at rørsystemet er etableret i sand i henhold til afsnit 3 med en jorddækning på maks. 0,8 m og med driftsforudsætninger på maks. 16 bar og Δt maks. 120°C.

Friktionslængde 4.5

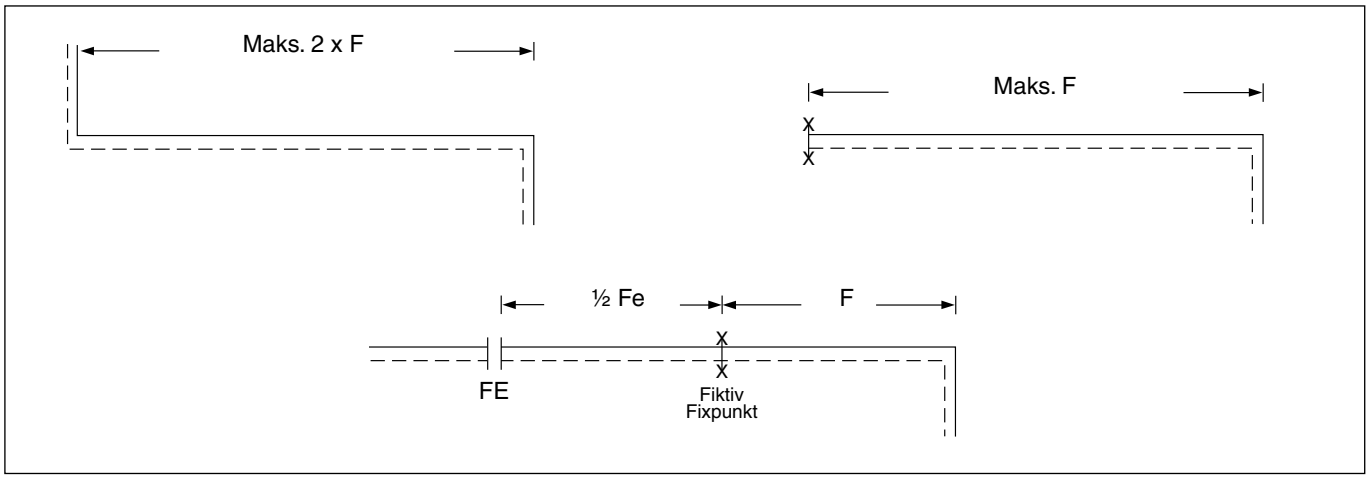
Friktionslængden er afstanden fra en fysisk eller en fiktiv forankring til en ekspansion i form af en bøjning, hvor der kan optages tilstrækkelig bevægelse, uden at det tilladelige spændingsniveau overskrides.

Friktionslængden anvedes dels til beregning af den maksimale afstand mellem to bøjninger, hvor den maksimale afstand uden anvendelse af ekspansionselementer er 2 x F, dels til beregning af hvornår der skal indbygges ekspansionselement på en given strækning.

På nedenstående illustrationer er vist eksempler på anvendelsen af friktionslængder (F).

De opgivne friktionslængder er gennemsnitsværdier med de forudsætninger, der er nævnt under afsnittet projekteringsgrundlag.

De angivne F er forudsat, at vinkler på ekspansionsbøjninger er mellem 80°- 100°.



Serie 1		Serie 2		Serie 3	
Dim	F (m)	Dim	F (m)	Dim	F (m)
26,9/90	23	26,9/110	19	26,9/125	17
33,7/90	36	33,7/110	29	33,7/125	26
42,4/110	37	42,4/125	33	42,4/140	29
48,3/110	43	48,3/125	38	48,3/140	34
60,3/125	48	60,3/140	42	60,3/160	37
76,1/140	54	76,1/160	47	76,1/180	42
88,9/160	55	88,9/180	49	88,9/200	44
114,3/200	63	114,3/225	56	114,3/250	50
139,7/225	68	139,7/250	61	139,7/280	55
168,3/250	81	168,3/280	73	168,3/315	64
219,1/315	89	219,1/355	82	219,1/400	73
273,0/400	94	273,0/450	86	273,0/500	79
323,9/450	105	323,9/500	97	323,9/560	88
355,6/500	103	355,6/560	94	355,6/630	86
406,4/560	112	406,4/630	103	406,4/710	93
457,2/630	111	457,2/710	101	457,2/800	92
508,0/710	108	508,0/800	99	508,0/900	90

Ekspansionsbøjning 4.5.1

Ved dimensionering af ekspansionsbøjninger skelnes mellem bøjninger på 80°- 100° og bøjninger < 80°.

Den bevægelse en bøjning udsættes for, er dels afhængig af lægningsmetode og dels forskellen mellem anlæggets minimums- og maksimumtemperatur (Δt).

Derfor er der i det følgende angivet den nødvendige benlængde for henholdsvis Δt 80°C og Δt 120° iht. den anvendte lægningsmetode.

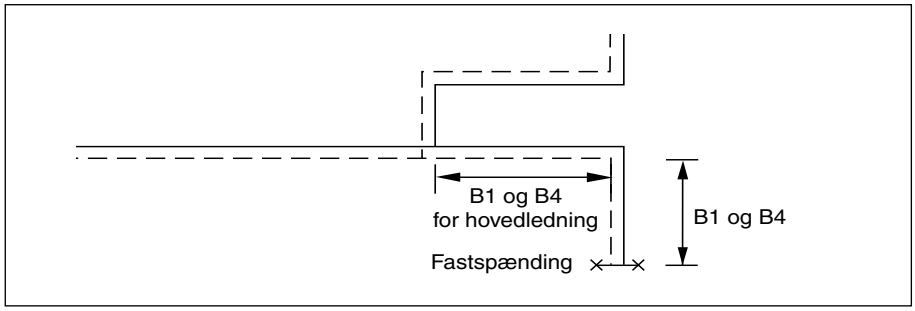
L – Bøjninger 80° - 100°

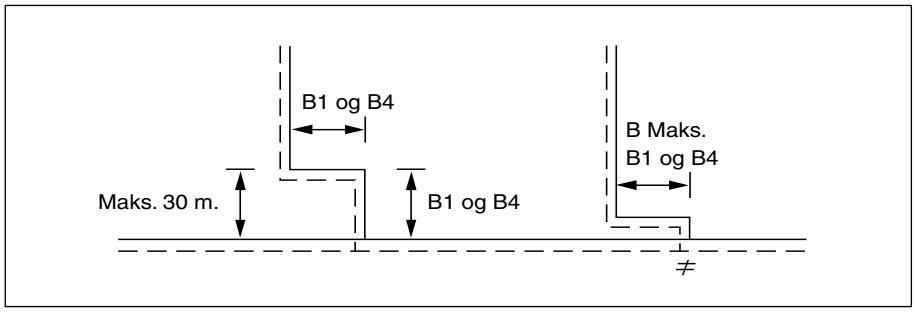
L-bøjninger er ekspansionsbøjninger som, i modsætning til Z-bøjninger, reelt kun belastes fra én side.

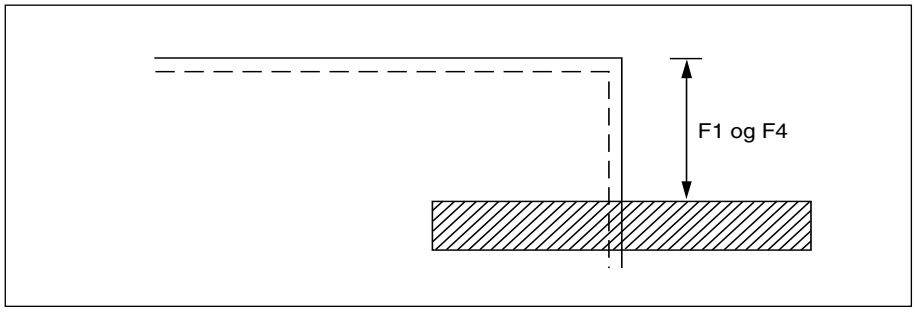
De angivne mål er minimumsmål for bøjninger anvendt iht. lægningsregel 1, 2 og 3 (B1 og F1) og bøjninger anvendt iht. lægningsregel 4 (B4 og F4)

Minimumsmålet F1 og F4 skal sikre, at der ved murgennemføringer ikke opstår for store sidekræfter.

Lægningsregel 4 skal anvendes, hvis der er mere en 2 x friktionslængden mellem 2 ekspansionsbøjninger eller mere end 1 x friktionslængden mellem en ekspansionsbøjning og en støbt forankring.







Maks. benlængder	
Medierør Afgrening	Parallel afgreninger
d udv. mm	B Maks. m
26,9	3,1
33,7	3,2
42,4	3,2
48,3	3,2
60,3	3,2
76,1	3,2
88,9	3,4
114,3	3,8
139,7	4,4
168,3	5,0
219,1	5,6
273,0	6,4
323,9	7,0
355,6	7,8
406,4	8,5
457,2	9,4
508,0	10,0
610,0	11,3

Ved lægningsmetode 1, 2 og 3 anvendes B1 og F1.
Ved lægningsmetode 4 anvendes B4 og F4.

Ekspansionsbøjning 4.5.2

	Lægningsmetode 1, 2 og 3 Δt 120°C		Lægningsmetode 4 Δt 120°C	
Stålrør	B1	F1	B4	F4
d udv. mm	m	m	m	m
26,9	1,0	1,0	1,1	1,1
33,7	1,2	1,2	1,4	1,4
42,4	1,3	1,4	1,5	1,7
48,3	1,5	1,7	1,8	2,0
60,3	1,8	2,0	2,1	2,3
76,1	2,1	2,8	2,4	3,3
88,9	2,3	3,3	2,6	3,7
114,3	2,6	4,2	3,1	4,7
139,7	3,1	5,0	3,5	5,7
168,3	3,5	5,9	4,1	6,9
219,1	4,0	6,9	4,6	7,9
273,0	4,6	7,9	5,4	9,1
323,9	5,1	9,4	5,9	10,7
355,6	5,7	9,4	5,9	10,7
406,4	6,2	11,4	7,2	12,9
457,2	6,8	12,3	7,9	14,3
508,0	7,3	12,9	8,4	14,9
558,8	7,6	13,3	8,8	15,8
610,0	8,4	14,9	9,7	17,3

	Lægningsmetode 1, 2 og 3 Δt 80°C		Lægningsmetode 4 Δt 80°C	
Stålrør	B1	F1	B4	F4
d udv. mm	m	m	m	m
26,9	0,7	0,8	0,7	0,9
33,7	0,8	1,0	1,0	1,2
42,4	0,9	1,2	1,0	1,3
48,3	1,0	1,3	1,2	1,6
60,3	1,2	1,6	1,4	1,9
76,1	1,4	2,2	1,6	2,7
88,9	1,5	2,7	1,8	3,1
114,3	1,8	3,4	2,1	3,9
139,7	2,1	4,0	2,3	4,7
168,3	2,3	4,8	2,7	5,7
219,1	2,6	5,7	3,1	6,5
273,0	3,1	6,5	3,6	7,5
323,9	3,4	7,6	4,0	8,7
355,6	3,8	8,1	4,4	9,3
406,4	4,1	9,3	4,8	10,5
457,2	4,5	10,1	5,3	11,7
508,0	4,8	10,5	5,6	12,1
558,8	5,1	10,9	5,9	12,9
610,0	5,6	12,1	6,5	14,1

isoplus Fjernvarmeteknik A/S · Tel.: +45 64 41 61 09 · E-mail: iso@isoplus.dk · www.isoplus.dk

Ekspansionsbøjning 4.5.3

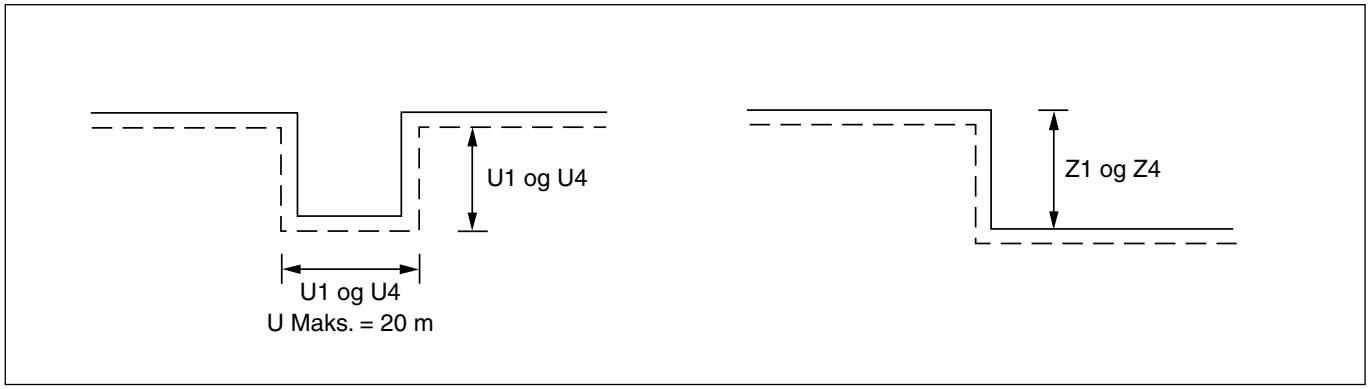
Z og U – Bøjninger 80° - 90°

Z-bøjninger kan på grund af konstruktionens store fleksibilitet optage større bevægelser end L-bøjninger.

U-bøjninger belastes kun fra en side, minimumsbenlængden kan derfor reduceres i forhold til Z- bøjningerne.

De angivne mål er minimumsmål for bøjninger anvendt iht. lægningsregel 1, 2 og 3 (Z1, U1) og bøjninger anvendt iht. lægningsregel 4 (Z4, U4).

Lægningsregel 4 skal anvendes, hvis der er mere en 2 x friktionslængden mellem 2 ekspansionsbøjninger eller mere end 1 x friktionslængden mellem en ekspansionsbøjning og en støbt forankring.



Ved lægningsmetode 1, 2 og 3 anvendes U1 og Z1.
Ved lægningsmetode 4 anvendes U4 og Z4.

Ekspansionsbøjning 4.5.4

	Lægningsmetode 1, 2 og 3 Δt 120°C		Lægningsmetode 4 Δt 120°C	
Stålrør	Z1	U1	Z4	U4
d udv. mm	m	m	m	m
26,9	1,2	0,8	1,4	0,9
33,7	1,5	1,0	1,8	1,1
42,4	1,7	1,1	1,9	1,2
48,3	1,9	1,2	2,2	1,4
60,3	2,2	1,4	2,6	1,7
76,1	2,6	1,7	3,0	1,9
88,9	2,9	1,8	3,3	2,1
114,3	3,3	2,1	3,9	2,5
139,7	3,9	2,5	4,4	2,8
168,3	4,4	2,8	5,1	3,3
219,1	5,0	3,2	5,8	3,7
273,0	5,8	3,7	6,7	4,3
323,9	6,3	4,0	7,4	4,8
355,6	7,2	4,6	8,3	5,3
406,4	7,7	4,9	8,9	5,7
457,2	8,5	5,5	9,9	6,3
508,0	9,1	5,8	10,5	6,7
558,8	9,5	6,1	11,0	7,0
610,0	10,5	6,7	12,1	7,7

	Lægningsmetode 1, 2 og 3 Δt 80°C		Lægningsmetode 4 Δt 80°C	
Stålrør	Z1	U1	Z4	U4
d udv. mm	m	m	m	m
26,9	0,9	0,6	1,0	0,7
33,7	1,1	0,7	1,4	0,9
42,4	1,3	0,8	1,5	0,9
48,3	1,5	0,9	1,7	1,1
60,3	1,7	1,1	2,0	1,3
76,1	2,0	1,3	2,3	1,5
88,9	2,2	1,4	2,5	1,6
114,3	2,5	1,6	2,9	1,9
139,7	2,9	1,9	3,3	2,1
168,3	3,3	2,0	3,9	2,5
219,1	3,8	2,4	4,4	2,8
273,0	4,4	2,8	5,1	3,3
323,9	4,8	3,1	5,6	3,6
355,6	5,4	3,5	6,3	4,0
406,4	5,8	3,7	6,8	4,3
457,2	6,5	4,1	7,5	4,8
508,0	6,9	4,4	7,9	5,1
558,8	7,2	4,6	8,3	5,3
610,0	7,9	5,1	9,2	5,9

isoplus Fjernvarmeteknik A/S · Tel.: +45 64 41 61 09 · E-mail: iso@isoplus.dk · www.isoplus.dk

Ekspansionsbøjning 4.5.5

Bøjninger < 80°

Lægningsreglerne for ekspansionsbøjninger er gældende for bøjninger mellem 80° - 100°.

Ved retningsændringer < en 80°, findes maks. L af nedenstående tabel.

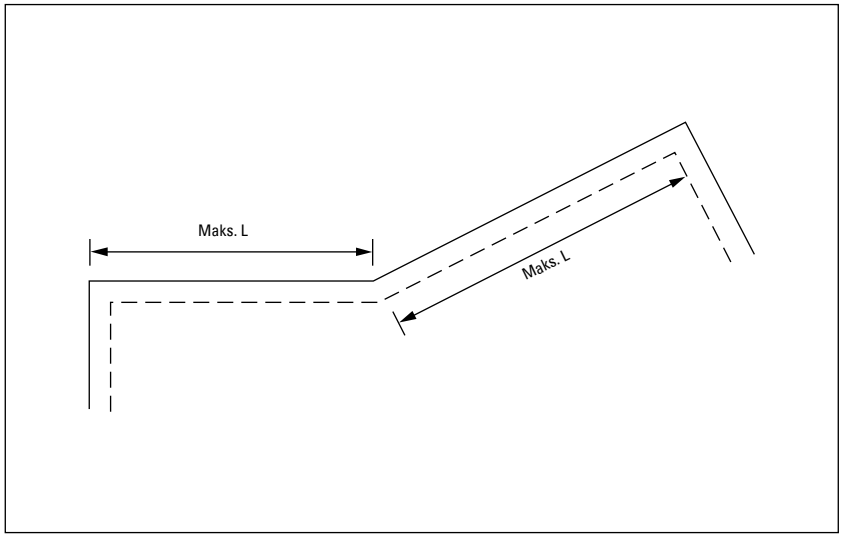
Hvis de øvrige forhold på byggepladsen tillader det, vil anvendelsen af buerør ofte være den bedste løsning.

Buerør

Se side 4.5.11.

Specielle bøjninger

L-mål = maks. afstand fra en speciel bøjning mellem 10° og 80° til en ekspansionsbøjning.



α	Maks. L i % af F
≤5°	1 x F
15°	40%
25°	30%
35°	30%
45°	35%
55°	50%
65°	65%
75°	85%
≥80°	2 x F

F mål findes af tabel side 4.5.

Forspændingselement 4.5.6

Ved anvendelse af forspændingselementer – nedlægningsmetode 3, optages de aksiale spændinger i systemet i princippet ved hjælp af en termisk forspænding.

Forspændingselementet er en engangskompensator som forindstilles inden montage. Efter idriftsættelse af systemet fastlåses kompensatoren og fremtidige temperatursvingninger optages i stålrøret som tilladelige aksialspændinger.

Når systemet er sat i drift og forspændingselementet er fastlåst, vil der kun være bevægelse på friktionshæmmede strækninger, de øvrige strækninger er fikseret af jordfriktionen og har et spændingsniveau på maks. +/- 180 N/mm^2.

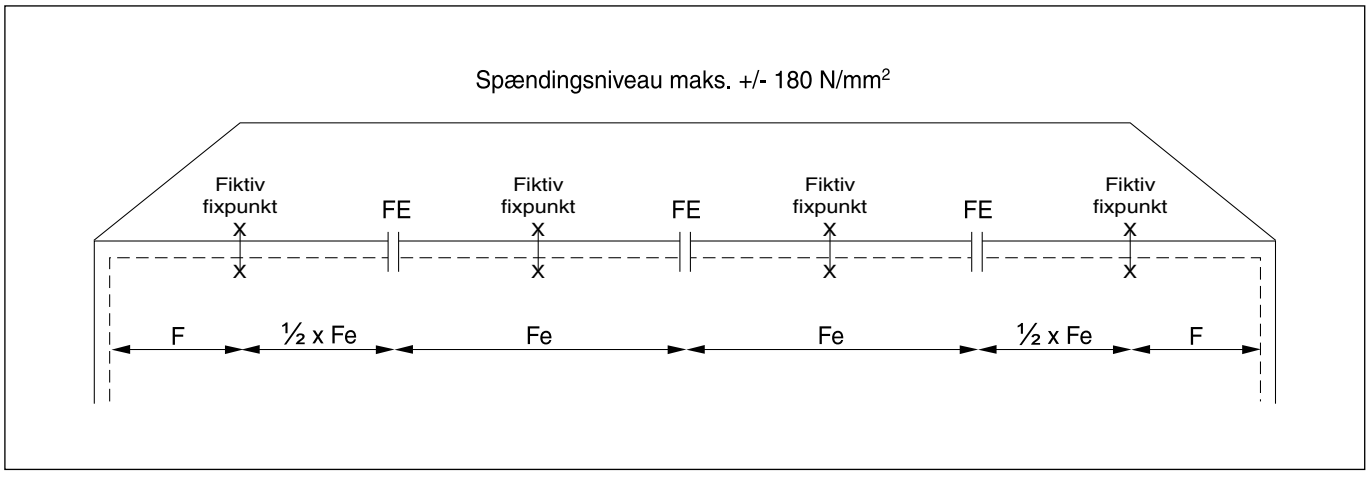
Projektering med forspændingselementer

Forspændingselementer placeres altid mellem to fixpunkter.

Fixpunktet kan være fysisk eller fiktiv (friktionslængden F fra en bøjning), dette er uden betydning for den videre projektering.

Afstanden fra et fixpunkt til et forspændingselement må maks. være ½ x Fe, mens afstanden mellem to forspændingselementer maks. må være Fe.

F og Fe mål er baseret på en jorddækning på 0,8 m. Se tabel side 4.5.7.



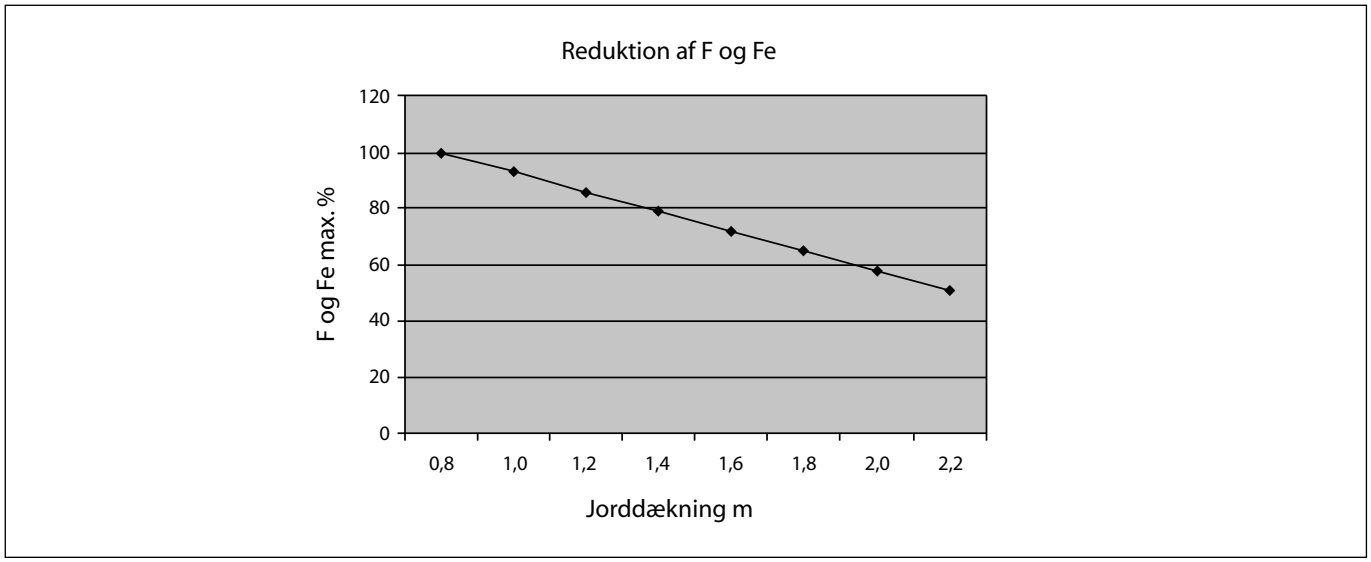
isoplus Fjernvarmeteknik A/S · Tel.: +45 64 41 61 09 · E-mail: iso@isoplus.dk · www.isoplus.dk

Forspændingselement 4.5.7

	Serie 1		Serie 2		Serie 3	
Stålrør	Fe	F	Fe	F	Fe	F
d udv. mm	m	m	m	m	m	m
33,7	71	36	58	29	51	26
42,4	75	37	66	33	58	29
48,3	86	43	75	38	67	34
60,3	95	48	85	42	74	37
76,1	108	54	94	47	83	42
88,9	110	55	98	49	88	44
114,3	126	63	112	56	101	50
139,7	137	68	123	61	109	55
168,3	162	81	145	73	129	64
219,1	179	89	163	82	145	73
273,0	188	94	171	86	157	79
323,9	210	105	193	97	177	88
355,6	206	103	189	94	172	86
406,4	225	112	205	103	186	93
457,2	222	111	202	101	184	92
508,0	217	108	197	99	179	90

Reduktion af F og Fe

De angivne F og Fe mål er baseret på en jorddækning på 0,8 m.
Nedlægges en ledning med jorddækning >0,8 m reduceres målene i henhold til skema.



Forspændingselement 4.5.8

Forindstilling af forspændingselement

Inden forspændingselementet indsvejses mellem de to rørender indstilles elementet til forspændingsmålet F_m.

Til beregning af F_m anvendes følgende faktorer:

T_d = Systemets driftstemperatur C° (Ved idriftsættelse af systemet kan det være nødvendigt, at opnå en temperatur svarende til ca. 90% af maks. driftstemeratur, for at opnå den nødvendige ekspansion.)

T_i = Systemets installationstemperatur

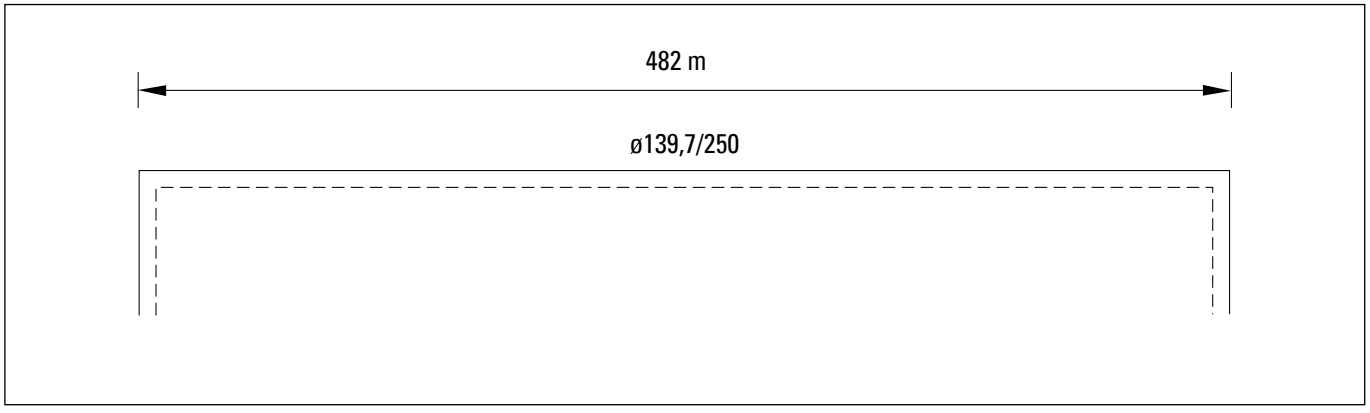
Fe = Det aktuelle Fe angivet udfra den faktiske afstand mellem de projekterede forspændingselementer

Ovennævnte faktorer indsættes i formlen: F_m mm = $(T_d - T_i)$ x Fe x 0,005

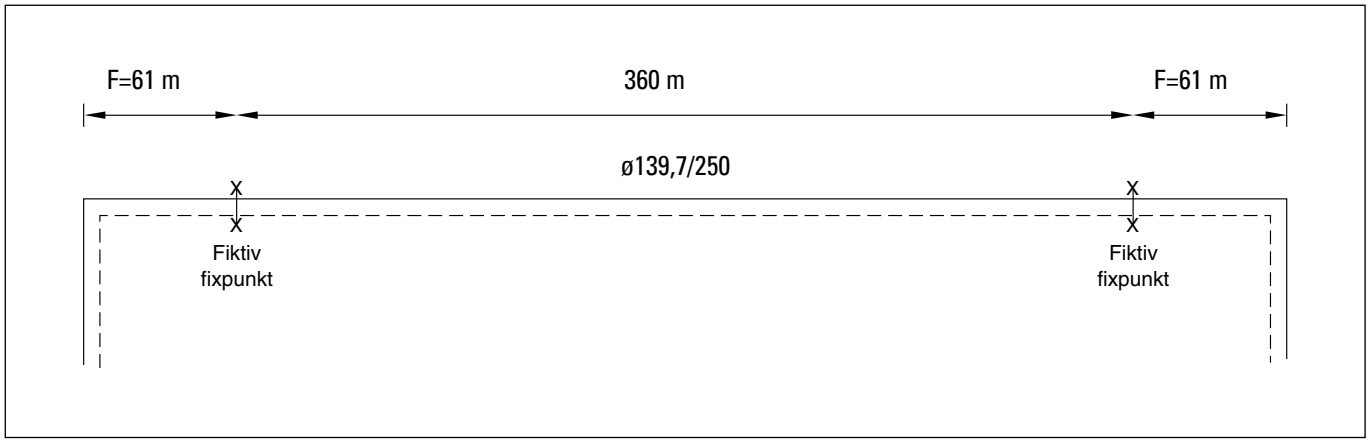
Faktoren 0,005 er en konstant hvori bl.a. jordfriktion, stålrørets udvidelseskoefficient og tilladelige aksialspændinger indgår.

Projekteringseksempel

Dimension	=	ø139,7/250 (Serie 2)
Længde	=	482 m
Jorddækning	=	0,8 m
Driftstemperatur	=	90°C
Installationstemperatur	=	10°C
F	=	61 m (se tabel side 4.5.7)
Fe	=	123 m (se tabel side 4.5.7)



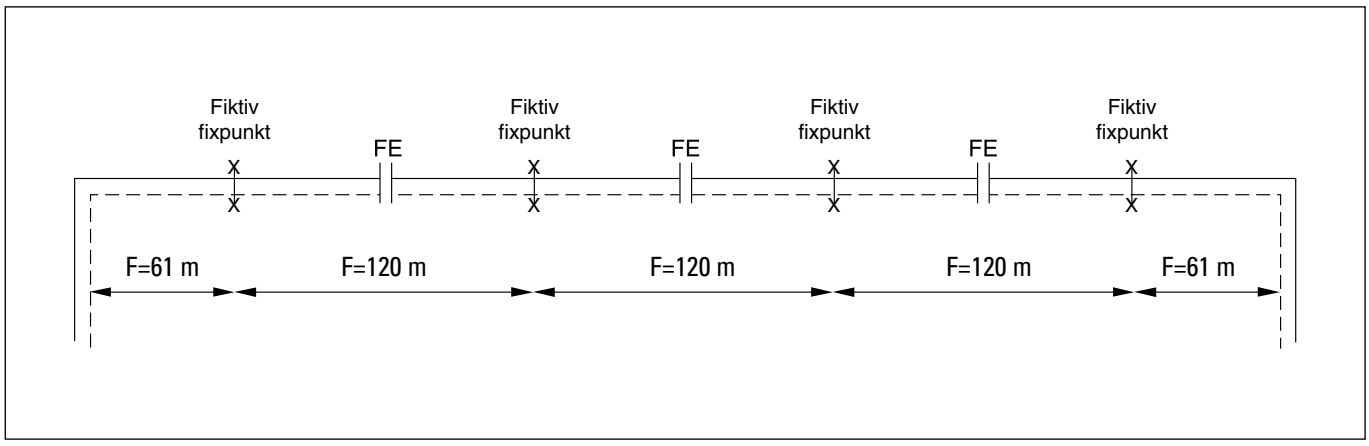
Forspændingselement 4.5.9



For at finde antallet af forspændingselementer deles den resterende strækning med Fe fra tabel side 4.5.7.

Antal forspændingselementer $\frac{360}{123} = 2{,}93$

Antallet rundes op til 3 stk. således at det reele Fe $\frac{360}{3} = 120$ m

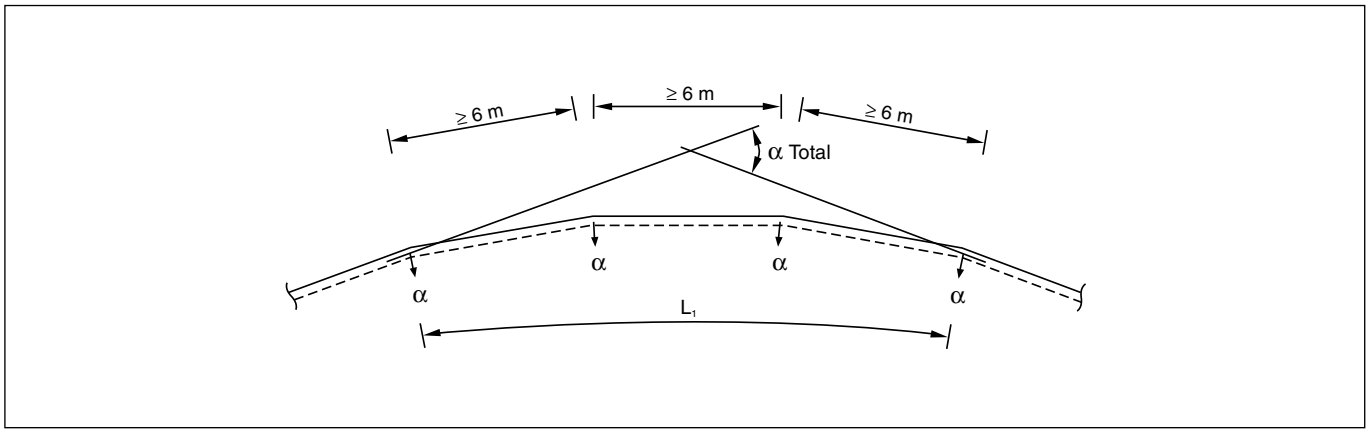


Forspændingsmålet F_m = (90 - 10) x 120 x 0,005 = 48 mm

Et forspændingselement indsættes altid mellem to lige længder rør uden smigskæringer.

Smigskæring lægningsmetode 1, 2 og 3 4.5.10

Smigskæring må efter lægningsmetode 1, 2 og 3 udføres med en retningsændring på maks. 5° (2,5 + 2,5) pr. samling, med en min. afstand på 6 meter mellem hver smigskæring.



Vigtigt:

Den maksimalt tilladelige smigskæring kan begrænses af den anvendte muffetype.

isoplus Fjernvarmeteknik A/S · Tel.: +45 64 41 61 09 · E-mail: iso@isoplus.dk · www.isoplus.dk

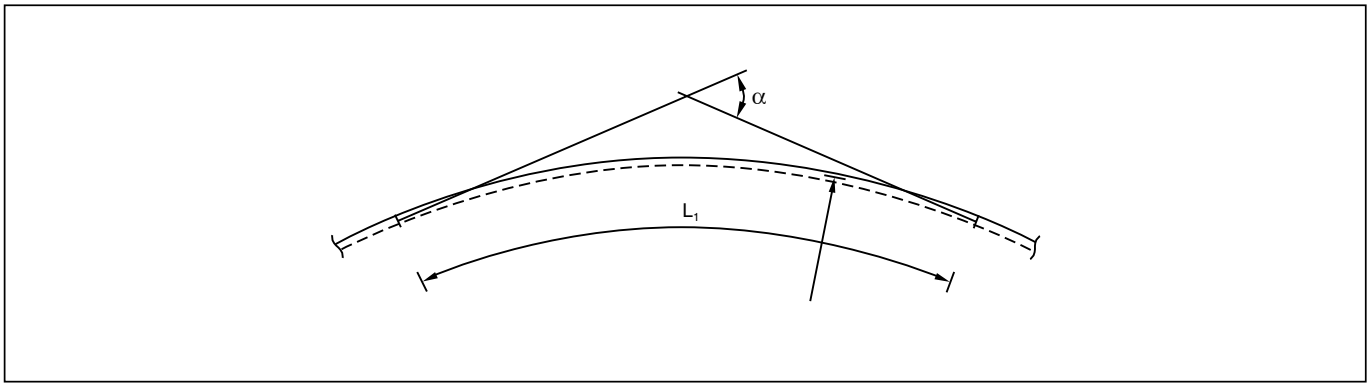
Elastiske buer 4.5.11

Begrebet "elastiske buer" dækker over bukningen af en given rørstrækning, uden at denne udsættes for en belastning, der giver flydninger i materialer og dermed blivende deformationer.

Ud fra en rørstatisk betragtning kan elastiske buer betragtes som et lige rør.

I praksis udføres elastiske buer ved at en rørstreng sammensvejses/muffes over den udgravede kanal, hvorefter den færdige rørstreng sænkes ned i kanalen og trækkes på plads.

På baggrund af forskellige bøjningsmomenter er den mindst tilladelige elastiske bukkeradius (dvs. største bukkevinkel) afhængig af den aktuelle dimension.



Tilladelig bukkeradius (min) og bukkevinkel (maks) i forhold til dimensionen.

Stålrør	Min. elastisk bukkeradius	Maks. elastisk bukkevinkel	Rørlængde
d udv. mm	m	pr. lgd. i grader	m
26,9	13	26,0°	6
33,7	17	20,0°	6
42,4	21	32,0°	12
48,3	24	28,0°	12
60,3	30	23,0°	12
76,1	38	18,0°	12
88,9	44	15,0°	12
114,3	57	11,0°	12
139,7	70	9,0°	12
168,3	84	7,0°	12
219,1	110	6,2°	12
273,0	137	5,0°	12
323,9	162	4,2°	12
355,6	178	3,9°	12
406,4	203	3,4°	12
457,2	229	3,0°	12
508,0	254	2,7°	12

Ved behov for større retningsændringer end angivet i tabellen anvendes præfabrikerede buerør, se katalogafsnit 5.2.

Buerør 4.5.12

Begrebet "buerør" dækker over rør, som enten leveres bukkede fra isoplus eller rør som ved hjælp af et bukkeværktøj bukkes til den ønskede vinkel direkte på stedet.

Ud fra en rørstatisk betragtning kan buerør på samme måde som de elastiske buer betragtes som lige rør og egner sig derfor til anvendelse i forbindelse med alle lægningsmetoder.

Ved anvendelse af buerør kan antallet af nødvendige præisolerede bøjninger reduceres og omkostningerne til såvel materialer, gravearbejde og senere reetablering reduceres.

isoplus Fjernvarmeteknik A/S · Tel.: +45 64 41 61 09 · E-mail: iso@isoplus.dk · www.isoplus.dk

Buerør 4.5.13

Den maksimale bukkevinkel for de forskellige dimensioner er, afhængigt af rørlængde og dimension angivet nedenfor:

Buerør - enkelt						
Stålrør			Projekteringsradius	Maks. tilladelig vinkel α°	Maks. tilladelig vinkel α°	Maks. tilladelig vinkel α°
DN	d udv. mm		r, m	6 m rørlængde	12 m rørlængde	16 m rørlængde
20	26,9	Montagebuer	8,4	41°	-	-
25	33,7		12,8	27°	-	-
32	42,4		13,4	26°	52°	-
40	48,3		15,4	22°	44°	-
50	60,3		17,2	20°	40°	-
65	76,1		19,6	18°	36°	-
80	88,9		20,2	17°	34°	-
100	114,3	Præbuer	22,9 (12m) 20,8 (16m)	-	30°	44°
125	139,7		22,9 (12m) 20,8 (16m)	-	30°	44°
150	168,3		25,5 (12m) 22,9 (16m)	-	27°	40°
200	219,1		28,6 (12m) 26,2 (16m)	-	24°	35°
250	273		32,7 (12m) 29,6 (16m)	-	21°	31°
300	323,9		36,2 (12m) 32,7 (16m)	-	19°	28°
350	355,6		68,8 (12m) 65,5 (16m)	-	10°	14°
400	406,4		76,4 (12m) 70,5 (16m)	-	9° (S1)	13° (S1)
400	406,4		105,8 (12m) 87,3 (16m)	-	6,5° (S2+S3)	10,5° (S2+S3)
450	457,2		137,5 (12m) 114,6 (16m)	-	5°	8°
500	508		171,9 (12m) 152,8 (16m)	-	4° (S1+S2)	6° (S1+S2)
550	558,8		171,9 (12m) 152,8 (16m)	-	4° (S1)	6° (S1)

Når et buerør bestilles, skal følgende angives:

- Bukkevinkel (eller tilhørende bukkeradius)
- Ved rør med alarm skal endvidere angives om røret er højre-, venstre-, op- eller neddrejet

Hvis ikke den ønskede bukkevinkel kan opnås med ét rør, kan man kombinere to eller flere rør og således opnå den ønskede vinkel.

Eksempel 1:

Dimension ø114

Den maksimalt opnåelige bukkevinkel for ø114 findes af foregående tabel til 33°.

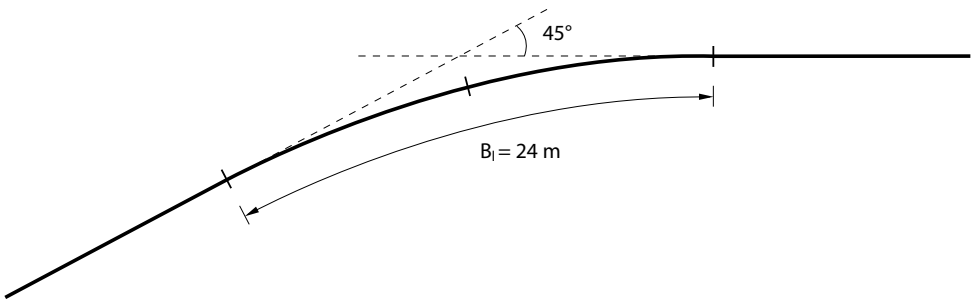
Med ønsket om at opnå en samlet vinkeldrejning på 45° er man nødt til at anvende flere buerør – dette kan f.eks. gøres på én af følgende måder:

A: 2 stk. 12 m á 22,5°

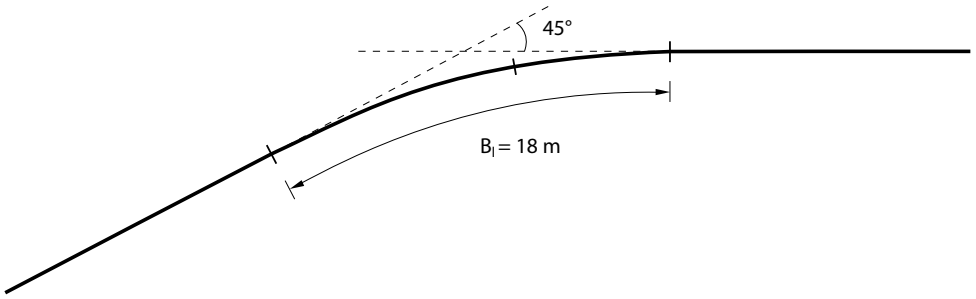
B: 1 stk. 12 m á 33° + 1 stk. 6 meter á 12°

Normalt anvendes løsning A, da anvendelse af længst mulige længder også betyder, at antallet af nødvendige samlinger reduceres.

Eksempel A:



Eksempel B:



isoplus Fjernvarmeteknik A/S · Tel.: +45 64 41 61 09 · E-mail: iso@isoplus.dk · www.isoplus.dk

Buerør 4.5.15

Ved beregningen af det nødvendige antal buerør og det for afsætningen af kanalen nødvendige mål benyttes følgende formelsæt:

Nødvendigt antal buerør (n):

$$n = \frac{\alpha_{akt}}{\alpha_{maks}}$$

Hvor α_{akt} er den ønskede (samlede) vinkeldrejning og α_{maks} er den maksimalt tilladte vinkel på det / de anvendte rør.

Bukkeradius (r):

$$r = \frac{B_l}{\pi \times \alpha_{akt}} \times 180 \text{ (m)}$$

B_l = den samlede buelængde

Tangentmål (T):

$$T = \frac{57{,}3 \times B_l}{\alpha_{akt}} \times \tan \frac{\alpha_{akt}}{2} \text{ (m)}$$

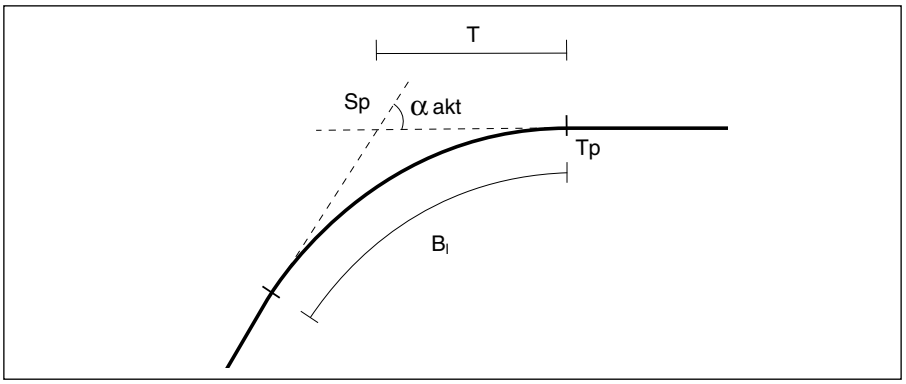
Forskydningsmål (Fs):

$$Fs = \frac{D + C \times \alpha_{akt}}{90}$$

D = Kappediameter i mm

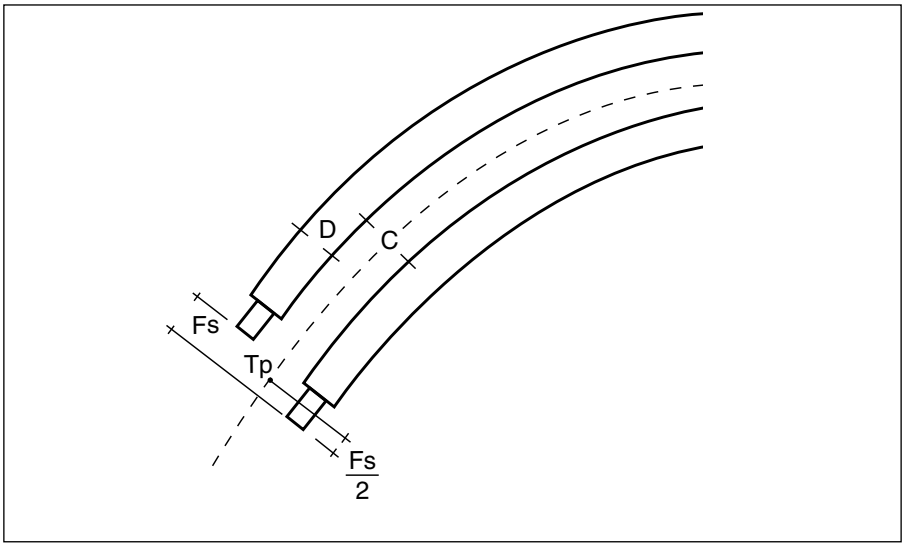
C = Afstand mellem rør i mm

Eksempel 2: Ved afsætning af buerørets tracé afsættes de lige rørstrækningers skæringspunkt (Sp). Ud fra Sp afsættes tangentpunkt (Tp).



Skæringspunkt og tangentpunkt er altid i forhold til tracéns centerlinie.

Ved nedlægning af buerør vil der være en forskydning af de 2 buerørs startpunkt i forhold til tangentpunktet (Tp).



Forskydningsmålet beregnes som:

$$Fs = \frac{D + C \times \alpha_{akt}}{90}$$

isoplus Fjernvarmeteknik A/S · Tel.: +45 64 41 61 09 · E-mail: iso@isoplus.dk · www.isoplus.dk

Ekspansionszoner 4.5.17

Ekspansionszoner af sand

For at hindre at det isolerende skum deformerer på grund af de laterale ekspansionsbevægelser ved afgreninger og bøjninger, er det nødvendigt at etablere ekspansionszoner af sand omkring bøjninger og de afgreninger, som er placeret på friktionslængden.

Krav til komprimering og materialer

Da det passive jordtryk ikke må overstige polyeuretanskummets langtidsstyrke, er det vigtigt at komprimeringen af ekspansionszonerne ikke overstiger følgende værdier:

P_{maks}: - Standardproctor maks. 98% ved uensformighed < 4

- Standardproctor maks. 94% ved uensformighed < 8

$$\text{Uensformighed} = \frac{\text{Kornstørrelse ved 60\% gennemfald}}{\text{Kornstørrelse ved 10\% gennemfald}}$$

- Materialet skal være sand, fri for ler og sten med skarpe kanter.

Ved nedlægningsmetode 1, 3, og 4 udvides kanalen omkring bøjninger og afgreninger som angivet i tabellen på side 4.5.18.

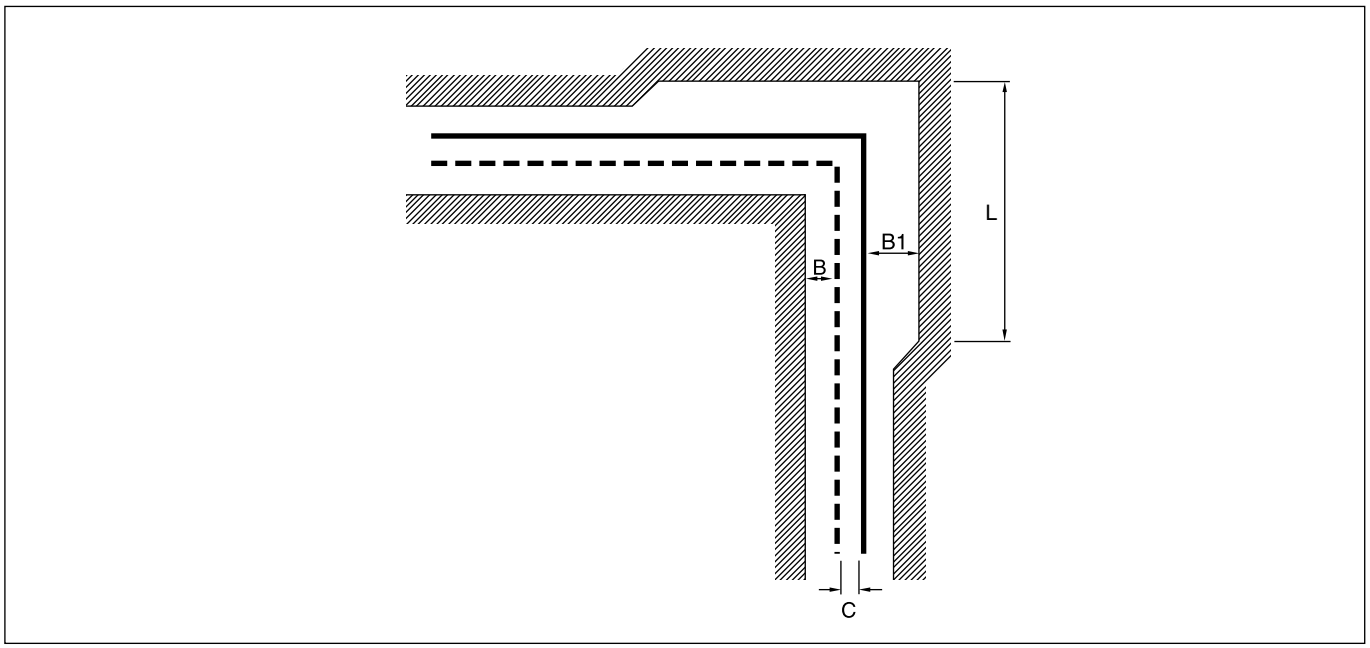
Ved afgreninger skal målet C afsættes til den side, som afgreningn vil bevæge sig imod.

Ved nedlægningsmetode 2 udvides kanalen omkring bøjninger og afgreninger som angivet i tabellen på side 4.5.19.

Ved anvendelse af sandpuder ved driftstemperaturer over 80° kan det ikke forventes at spændinger i isoleringsskum overholder kravene i EN13941.

Ekspansionszoner 4.5.18

Udformning af ekspansionszoner, nedlægningsmetode 1, 3 og 4

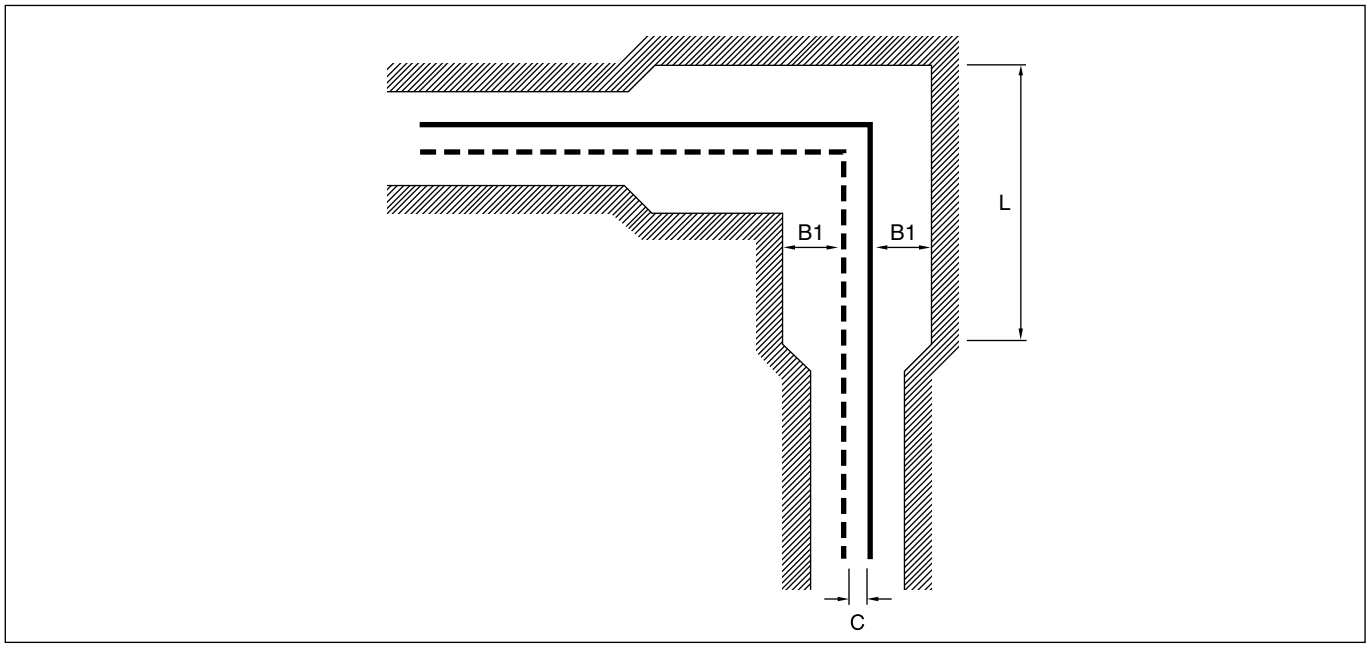


Stålrør	Tykkelse af sandlag i ekspansionszoner			Længde ekspansionszoner
d udv. mm	Kapperør til kanalvæg B mm	Kapperør til kanalvæg B1 mm	Mellem kapperør C mm	L m
26,9	100	140	150	0,8
33,7	100	140	150	0,8
42,4	100	140	150	1,0
48,3	100	190	150	1,0
60,3	140	190	150	1,1
76,1	140	190	150	1,2
88,9	140	240	150	1,4
114,3	140	285	250	1,7
139,7	190	330	250	1,9
168,3	190	330	250	2,1
219,1	240	430	250	2,6
273,0	285	525	285	2,9
323,9	330	570	335	3,3
355,6	380	620	335	3,4
406,4	380	665	380	4,1
457,2	430	760	430	4,5
508,0	475	810	475	4,8
558,8	570	905	475	4,9
610,0	620	1000	570	5,7

Ekspansionszoner 4.5.19

Udformning af ekspansionszoner, nedlægningsmetode 2

Ved nedlægningsmetode 2 udvides kanalen omkring bøjninger og afgreninger som angivet i tabellen nedenfor.



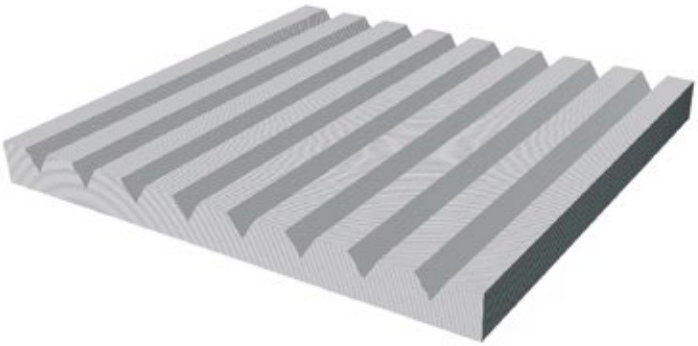
Stålrør	Tykkelse af sandlag i ekspansionszoner		Længde ekspansionszoner
d udv. mm	Kapperør til kanalvæg B1 mm	Mellem kapperør C mm	L m
26,9	100	150	0,8
33,7	100	150	0,8
42,4	100	150	1
48,3	100	150	1
60,3	140	150	1,1
76,1	140	150	1,2
88,9	190	150	1,4
114,3	190	250	1,7
139,7	240	250	1,9
168,3	240	250	2,1
219,1	285	250	2,6
273,0	380	250	2,9
323,9	430	250	3,3
355,6	475	300	3,4
406,4	475	300	4,1
457,2	525	300	4,5
508,0	570	300	4,8
558,8	665	335	4,9
610,0	760	380	5,7

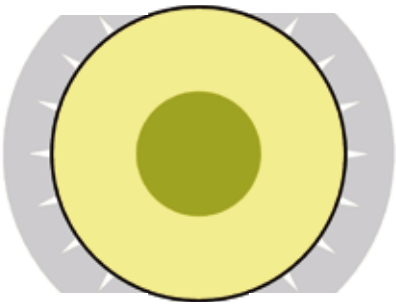
Skumpude 4.5.20

Skumpude til ekspansionsoptagelse anvendes kun i begrænset omfang, hvor kravene til sand og ekspansionszoner ikke overholdes.

Skumpuder er produceret iht. DS/EN 13941-1 og overholder krav til levetid, stivhed og mærkning.

Skumpuder leveres i str. 1000x2000x40 inddelt i ribber, der skæres af til den givne rørdimension.





isoplus Fjernvarmeteknik A/S · Tel.: +45 64 41 61 09 · E-mail: iso@isoplus.dk · www.isoplus.dk

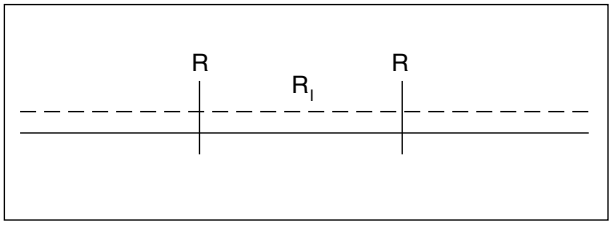
Reduktioner - lægningsmetode 1, 2 og 3 4.5.21

Reduktioner kan udføres med maks. 2 dimensionsspring uden særlige foranstaltninger.

Der kan dog tillades større dimensionsspring, hvor strækningen ligger stort set fri for spændinger.

Der bør dog altid tilstræbes, at det er den største dimension, der er bestemmende for hovedtracen's forløb (se ill.).

Hvis der er behov for mere end 2 dimensionsspring, skal følgende mindste „reduktionslængde" (R_l) mellem de 2 reduktioner overholdes.



Dimension	R_l
ø26,9 - ø60,3	6
ø76,1-ø168,3	12
ø219,1-ø406,4	18

R_l målene skal ses som afstanden mellem 2 reduktioner på den friktionsfikserede strækning, hvor aksialspændingen er størst.

Reduktionslængder placeret på friktionslængder kan derfor reduceres.

Hvor reduktionen er placeret umiddelbart ved en ekspansionsbøjning, kan R_l-målet reduceres til R_l x 0,5.

Koldforlægning - lægningsmetode 4 4.5.22

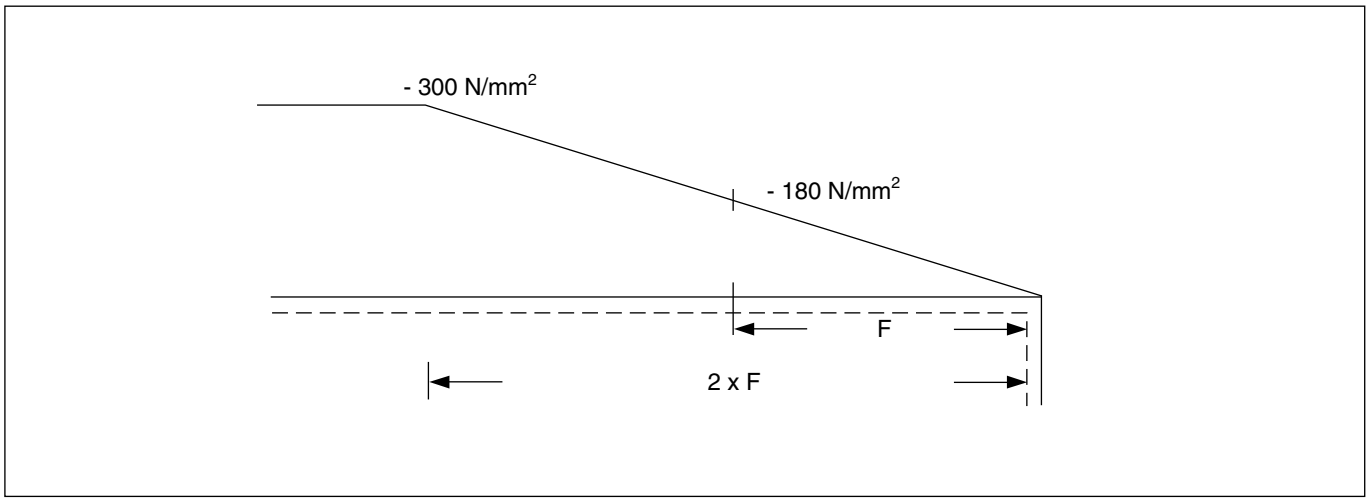
Ved koldforlægning af rørsystemet er der en række restriktioner i forhold til de generelle lægningsregler for nedlægning efter metode 1, 2 og 3.

Restriktionerne beskrevet i dette afsnit er under forudsætning af Δt 120°C.

Da langt de fleste anlæg har driftstemperaturer, som giver en Δt, som ligger i størrelsen 60-80°C, vil restriktionerne her være væsentlig lempeligere. Reelt forholder det sig ofte således, at temperaturparametrene gør, at koldforlægning kan etableres uden hensyntagen til restriktionerne under koldforlægning.

På side 1.6.3 findes der en principbeskrivelse med fordele og ulemper ved anvendelse af koldforlagte systemer.

Ved koldforlægning vil førstegangs friktionslængden være 2 x F (friktionslængde). Ved efterfølgende temperaturvariationer vil der kun ske bevægelse på F.

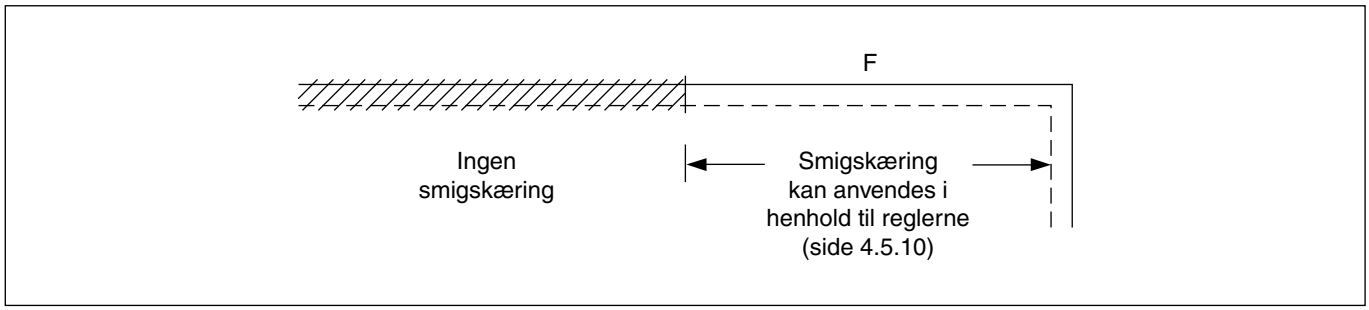


isoplus Fjernvarmeteknik A/S · Tel.: +45 64 41 61 09 · E-mail: iso@isoplus.dk · www.isoplus.dk

Koldforlægning - lægningsmetode 4 4.5.23

Smigskæringer

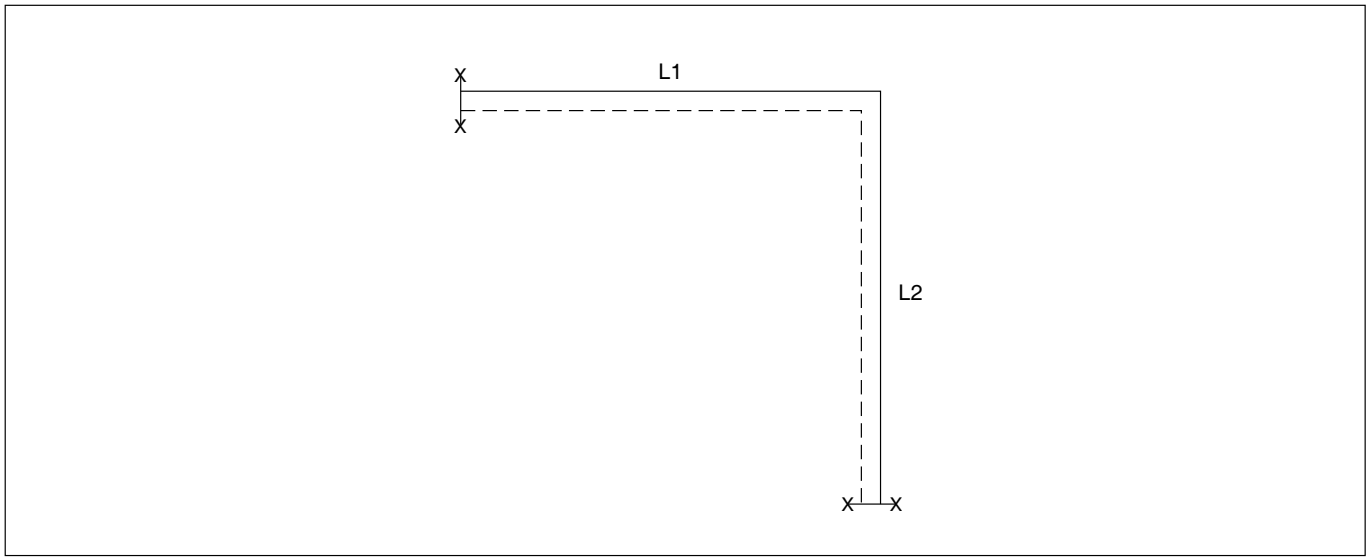
Der må ikke anvendes smigskæringer på de friktionsfikserede strækninger.



Bøjninger

Der må kun anvendes bøjninger mellem 80° - 100°.

Ved tosidigt fuldt belastede bøjninger skal der anvendes 5D-bøjninger.



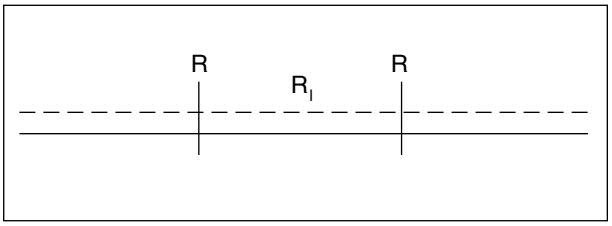
Hvor L1 + L2 er større end F x 1,5 anvendes 5D-bøjninger.
Øvrige bøjninger kan være 3D-bøjninger (standardbøjninger).

Koldforlægning - lægningsmetode 4 4.5.24

Reduktioner

På koldforlagte strækninger må der på den friktionsfikserede strækning, kun etableres reduktioner med et dimensionsspring.

Afstanden mellem de enkelte reduktioner „reduktionslængder“ R_l, ses af illustrationen.



Dimension	R_l
ø26,9 - ø60,3	12
ø76,1-ø168,3	22
ø219,1-ø406,4	48

Reduktionslængder på friktionslængden er i henhold til reglerne under lægningsmetode 1, 2 og 3.

Der må ved koldforlægning ikke placeres afgreninger inden for en afstand af R_l x 0,5 fra en reduktion.

isoplus Fjernvarmeteknik A/S · Tel.: +45 64 41 61 09 · E-mail: iso@isoplus.dk · www.isoplus.dk