



Frostsikring og temperaturvedligeholdelse af rør

Applikationsmanual



Indhold

| | |
|----------------------------|----|
| 1. Applikationsbeskrivelse | 4 |
| 2. Systembeskrivelse | 5 |
| 3. Produkter | 7 |
| 4. Systemspecifikation | 11 |
| 5. Installation | 20 |
| 6. Cases | 28 |

Lad DEVI klare opgaven

DEVI – en forkortelse for Dansk El-Varme Industri – blev grundlagt i København i 1942. Den 1. januar 2003 blev DEVI en del af Danfoss-koncernen – Danmarks største industrikoncern.

Danfoss er en af verdens førende virksomheder inden for varme, køling og airconditioning. Danfoss-koncernen har over 23.000 ansatte og har aktiviteter i over 100 lande.

DEVI er Europas førende varemærke inden for elektriske varmekabelsystemer og elektriske rørvarmesystemer, og virksomheden har over 70 års erfaring på området. Varmekablerne produceres i Frankrig og Polen, og hovedkontoret er placeret i Danmark.

Frostsikring af rør

Denne beregningsguide præsenterer DEVI's anbefalinger vedrørende beregning og installation af frostsikring til rør. Den giver vejledning i layout for varmekabler, elektriske data og systemkonfigurationer.

Nedenstående anbefalinger fra DEVI sikrer energieffektive, pålidelige og vedligeholdelsesfrie løsninger til konstant watt-varmekabler (serie-resistiv) med 20 års garanti og selvbegrænsende varmekabler med 5 års garanti.

Vores **kvalitetsstyringssystem** og overholdelse af **certificeringer**

✓ ISO 9001

✓ TS 16949

✓ ISO 14001

✓ PED

sammen med fuld overensstemmelse med EU-direktiver og produktgodkendelser



1. Applikationsbeskrivelse

Om vinteren kan problemer med frysning af ferskvand, spildevand, kølevand, vandtilførsel og sprinklersystemer undgås ved indvendig eller udvendig opvarmning af røret.

Rør, der er installeret udenfor eller indenfor på uopvarmede steder kan, selvom de er isoleret, blive udsat for lave temperaturer, der resulterer i isdannelse inde i rørene.

Når vand bliver til is, udvides det, og i lukkede rør bliver isen stærk nok til, at den får røret til at bryde. Det resulterer i skader, vandlækager og dyre reparationer.

DEVI's varmesystemer udgør en løsning, der kan justeres, er til at betale og nem at installere, i form af et termostatreguleret varmekabel.

Denne løsning giver rørejeren et sikkert, vedligeholdelsesfrit og bæredygtigt system, der sikrer korrekt funktion i mange år.

DEVI's rørsikringssystemer kan bruges til applikationer både inde og ude, i individuelle rør og rørledninger samt til nedgravede rørledninger og rørledninger over jorden.

Fordele

- **Undgå uforudsete reparationsomkostninger:** Frostsikring af rør eliminerer dyre reparationer og udskiftninger efter en lang, kold vinter.
- Sikrer **konstant vandgennemstrømning** i rør, selv under de koldeste og mest uforudsigelige forhold.
- **Alle installationsområder:** Kan bruges på og i rør, inde, ude og nedgravet.
- **Godkendt til brug i drikkevandsforsynings-systemer** i henhold til GDV-certificering.
- **Lavere installationsomkostninger** i klippefyldte områder og andre underlag grundet lavere nedgravningsdybde.
- Mulighed for **eftermontering af isolerede rør.**

2. Systembeskrivelse

DEVI-varmesystemet udgør en alsidig løsning til frostsikring af vandrør (herunder drikkevandsrør).

Til brug på røret:

DEVIflex™ konstant watt kabler eller selvbegrænsende kabler (SLC) såsom DEVIpipeguard™ og DEVIpipeheat™.

Til brug i røret:

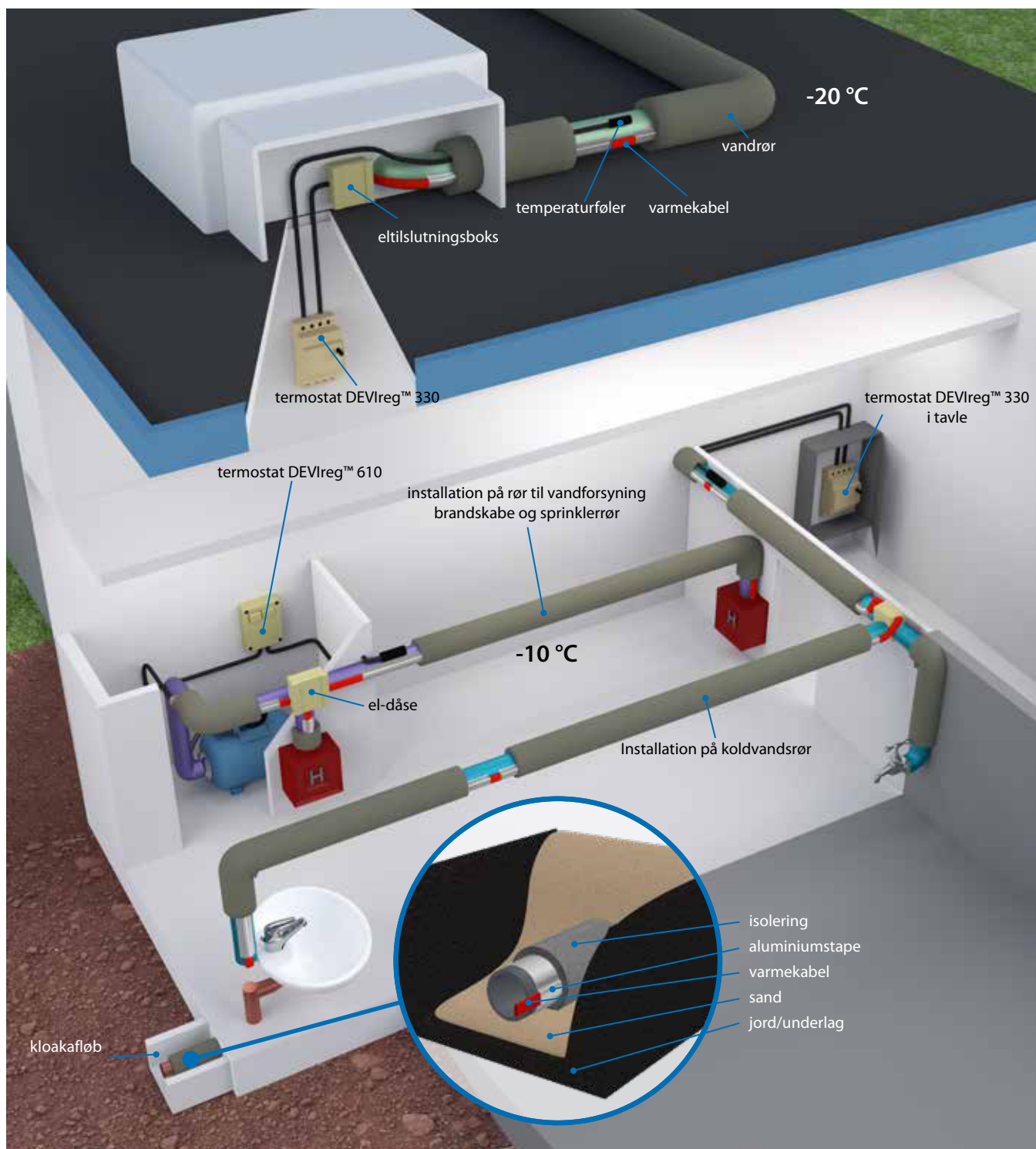
DEVIaqua™ konstant watt kabler.

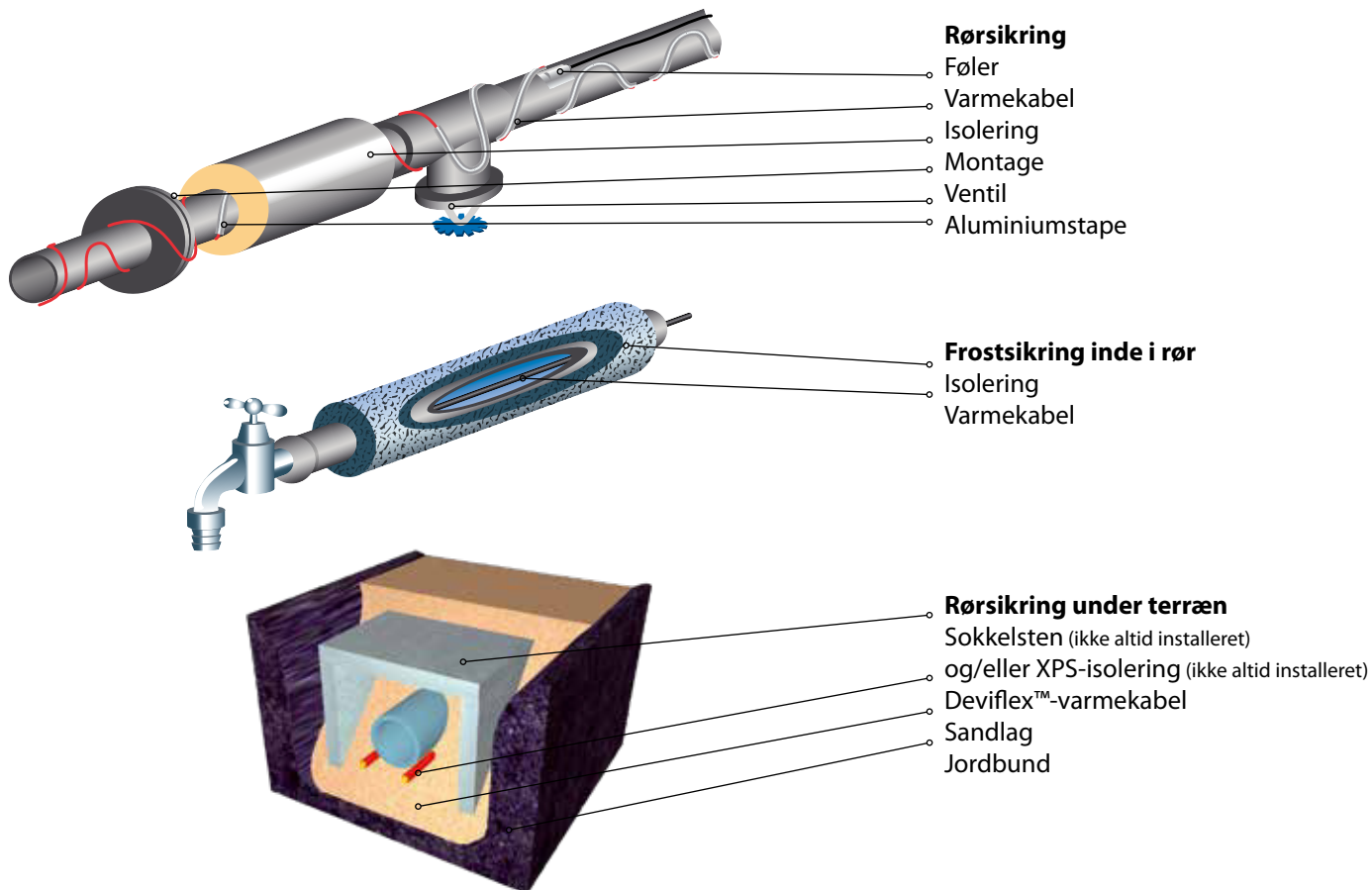
Systemet styres ved hjælp af elektroniske termostater af typen DEVIreg™ 330 eller 610. Det er nødvendigt til konstant watt-kabler og **anbefales stærkt** til selvbegrænsende varmekabler (SLC) for at forhindre energiforbrug i standbyperioder.

For at sikre en energieffektiv løsning er det vigtigt at

bruge aluminiumstape ved kabelinstallation, varmeisolering af rør og elektroniske termostater til styringen.

Elektroniske DEVIreg™-termostater har en føler, der er placeret direkte på det rør, der skal beskyttes under isoleringen. Føleren sikrer optimal drift med minimalt energiforbrug.





Varmekabler kan anvendes sammen med enten metal- eller plasticrør (f.eks. PVC, PE, PP osv.). Plasticrør kan have begrænsninger med hensyn til den effekt, et installeret varmekabel leverer.

Læs mere i beregningsafsnittet i denne applikationsmanual. Temperaturgrænser for plasticrør fås ved henvendelse til leverandøren.

Installationer er opdelt i to generelle applikationskategorier:

- Inde i bygninger
- Uden for bygninger

Kategorien for udendørs applikationer kan desuden opdeles i:

- ophængt
- nedgravet installation, som vist på ovenstående billeder.

Installation inde i bygninger

Vandforsyningsrør, der er installeret inde i bygninger, hvor temperaturen kan falde til under 0 °C, eksempelvis uopvarmede parkeringsområder.

I sådanne anlæg anbefales det stærkt at installere elektriske varmekabler for at sikre opretholdelse af vandflowet og forhindre isdannelse og deraf følgende brud på røret, og i mange tilfælde er det også et lovkrav.

Ved behov for yderligere oplysninger; undersøg det lokale bygningsreglement.

Udendørs installation over jorden

Der er specielt behov for frostsikring af rør, der er installeret uden for bygninger.

Den primære beskyttelse sikres med isolering, men for at beskytte rørene under ekstreme vejrforhold eller i forhold til økonomisk holdbarhed er det en fordel at installere et elektrisk varmesystem (kabler og termostat).

Eksempler på sådanne installationer kan findes: på taget af storcentre, kontorbygninger, hoteller eller forsyningsbygninger såsom vandstationer.

Udendørs nedgravet installation

Vandrør, der er isoleret og beskyttet med elektriske varmesystemer, behøver ikke blive gravet så langt ned i jorden.

I områder, hvor terrænet består af solid klippe, er det den mest økonomisk holdbare løsning.

Placeringen af elektriske varmekabler skal markeres tydeligt og i henhold til de lokale elregulativer. Markeringen skal som minimum omfatte et gult eller rødt advarselmærkat, der angiver forsyningsspændingsniveau. Hvis kablet derudover ikke er beskyttet af en betonblok eller lignende, skal der placeres tyk plasttape over og en anelse oven over kablet i hele dets længde. Det gøres for at minimere risikoen for mekanisk beskadigelse i forbindelse med potentielle udgravningsaktiviteter i fremtiden.

3. Produkter

Varmekabler

Nedenstående varmekabler kan anvendes til beskyttelse af vandrørsvarmesystemer:

Varmekabler til installation på røret:

- Serie-resistive (konstant watt) DEVIflex™ 6T, DEVIflex™ 10T
- selvbegrænsende varmekabler (SLC): DEVIpipeline™ 10, DEVIpipeline™ 25, DEVIpipeline™ 33, DEVIpipeline™ 10

Selvbegrænsende varmekabler (SLC) er udstyret med et temperaturfølsomt halvledermateriale mellem to parallelle kobberledere. Når lederne tilsluttes netstrøm, flyder strømmen gennem det temperaturfølsomme element, hvilket starter opvarmningen.

Efterhånden som elementet opvarmes, stiger modstandsværdien, hvilket får strømmen til at falde, hvorefter varmen reduceres. Det forklarer den selvbegrænsende outputeffekt.

Denne uafhængige effektregulering finder sted på hele kablet, baseret på den faktiske omgivelsestemperatur. Når omgivelsestemperaturen stiger, reduceres kablets varmeeffekt.

Denne selvbegrænsende funktion gør det muligt at undgå overophedning af kablet, også selvom to kabler krydser eller rører hinanden.

Selvstændig strømforsyning til selvbegrænsende varmekabler (SLC) betyder, at de kan afkortes eller forlænges hvor som helst. Det forenkler planlægning og installation af kablet.

Da selvbegrænsende varmekabler (SLC) hele tiden afgiver produceret og afgiver varme, uanset omgivende temperatur, så bør

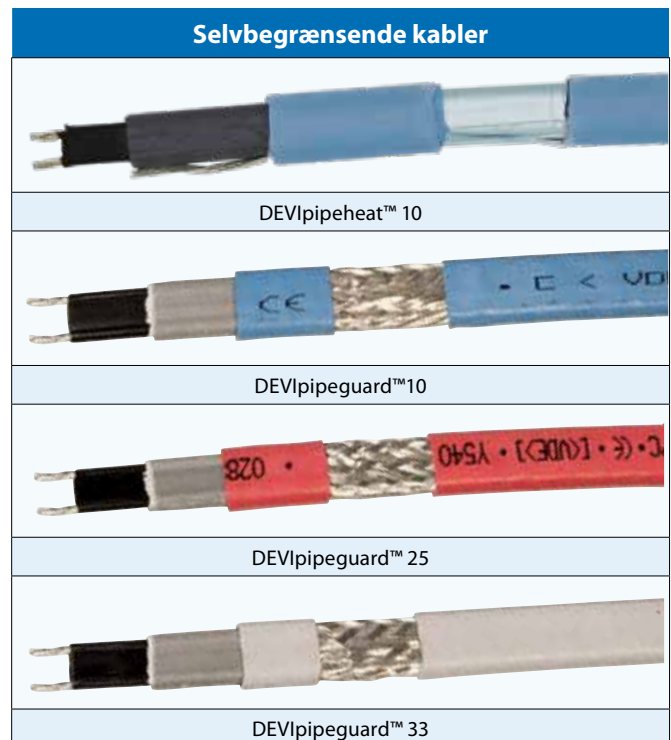
varmekablet altid styres/kontrolleres af en Devireg™-termostat, for at undgå unødigt energiforbrug.

Varmekabler til installation i røret:

- DEVlaqua™ 9T

DEVlaqua™ 9T er GDV-godkendt til anvendelse i kontakt med drikkevand.

Varmekablet er relativt stift, hvilket gør det nemmere at installere. Polyetylenbelægningen forhindrer output og smagsændringer i drikkevandet.



Termostater

Til styring af et rørvarmesystem anbefales det at anvende en DEVIreg™ 330-termostat (-10 – +10 °C) med DIN-skinnebeslag og en rør- eller vægmonteret DEVIreg™ 610-termostat (-10 – +50 °C)(IP44).

Alle termostater er udstyret med kabeltemperaturfølere i sæt – NTC 15 kohm ved 25 °C, længde 2,5-3,0 m.



Tilslutningssæt selvbegrænsende varmekabler til boks inkl. endeaflutning (#109026)

Fastgørelse og tilslutning

Det anbefales at bruge klæbende aluminiumstape til fastgørelse af kablet på metal- eller plasticrør.

Der findes et stort udvalg af tilslutningssæt, krymperør og systemsæt til tilslutning og sammenkobling af selvbegrænsende varmekabler (SLC) til strømforsyningen og til hinanden. Se også næste side.



Tilslutningssæt selvbegrænsende varmekabler til koldkabel inkl. endeaflutning(#109007)

Der findes en bred vifte af tilslutningstilbehør (både faste og typer, der er baseret på krymperør) til selvbegrænsende varmekabler (SLC).

Se DEVI-produktprogrammet for at få flere oplysninger, eller kontakt din lokale DEVI-forhandler.



Klæbende aluminiumstape med advarsler (#19805076)



DEVIreg™ 330 (-10 – +10 °C)



DEVIreg™ 610

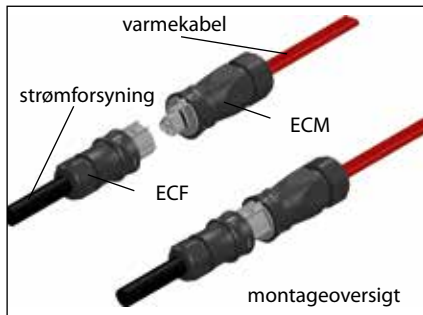


Tilslutningsboks (#19400167)

DEVI EasyConnect til selvbegrænsende varmekabler type DEVLpipeguard (T) og DEVliceguard (T)

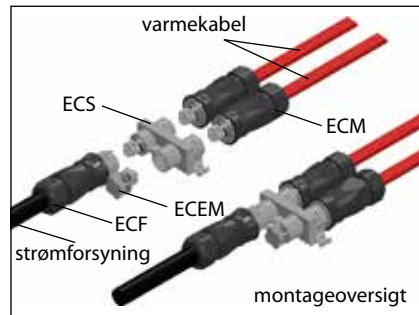
EC-1 (98300870).

Tilslutningsæt til strømforsyning



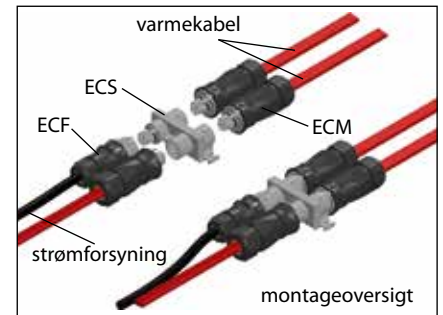
EC-2 (98300875).

Tilslutningsæt til strømforsyning til to kabler



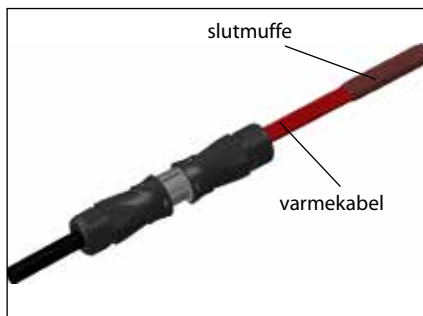
EC-3 (98300876).

Tilslutningsæt til strømforsyning til tre kabler



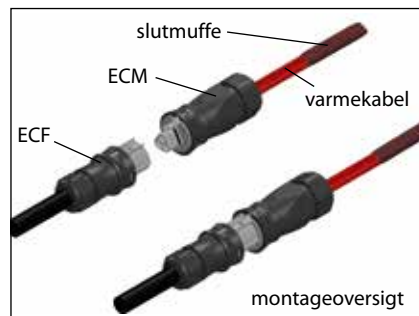
EC-ETK (98300872).

Slutmuffesæt



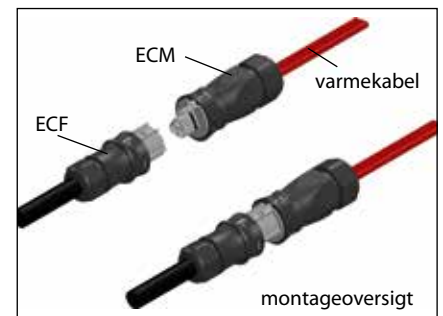
EC-1 + ETK (98300873).

Tilslutningsæt til strømforsyning samt slutmuffe



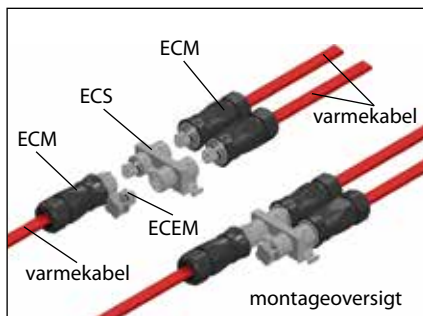
EC-T1 (98300871).

Tilslutningsæt til to varmekabler

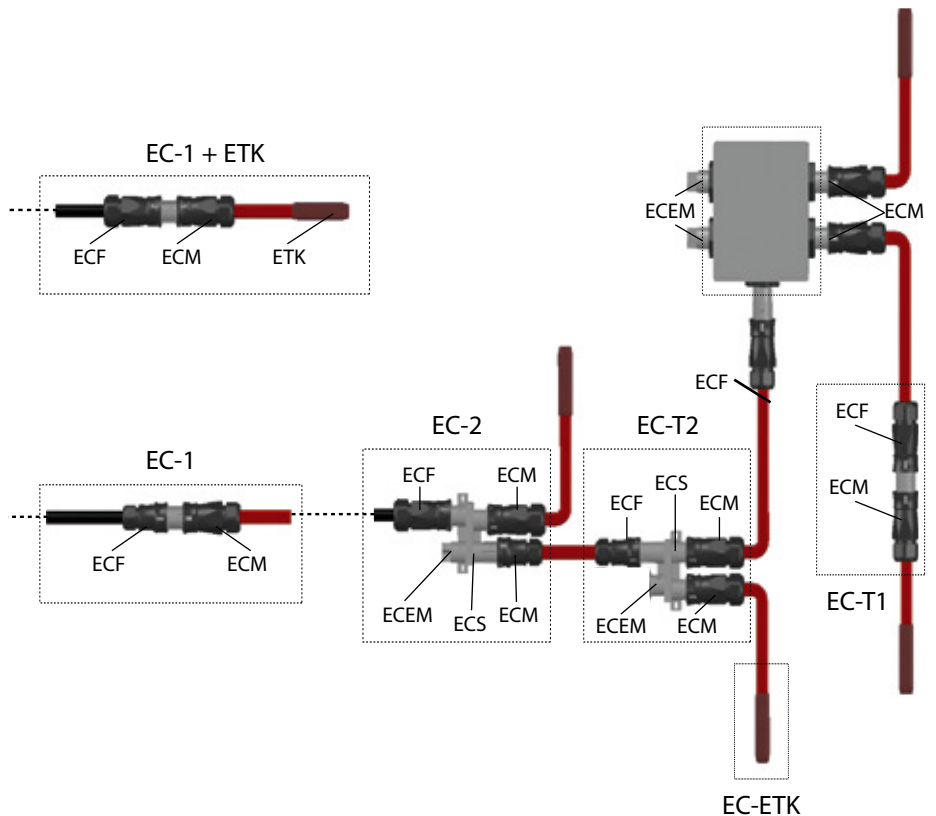


EC-T2 (98300874).

Sæt til varmekabelforgrening – et til to



Eksempel på anvendelse af DEVI EasyConnect



ECF – stikdåse (hun), ECM – stikdåse (han),
ECEM – stikpropdæksel (han), ECS – fordelerblok.

EC-JB4 (98300877).

Forgreningsdåse til tilslutning af fire varmekabler – et til fire



Produktoversigt for frostsikring af rør

| Produkt | Valgmuligheder | Beskrivelse |
|--|--|--|
| DEVIflex™ Serie-resistiv (konstant-watt) varmekabel | DEVIflex™ 6T, 230 V DEVIflex™ 10T, 230 V | Dobbeltleder, 100 % skærmet. 6W/m eller 10W/m (230 V); Ø 6,9 mm. DIN IEC 60800:2009 M2 |
| DEVlaqua™ Resistivt varmekabel | DEVlaqua™ 9T med 3/4+1" rørfitting | Dobbeltleder, trådned, 9 W/m (230 V); Ø 5,7 mm Godkendt til drikkevand. |
| DEVpipeguard™ Selvbegrænsende varmekabel | DEVpipeguard™ 10 (T), tromle eller cut-to-length DEVpipeguard™ 25(T), tromle eller cut-to-length DEVpipeguard™ 33(T), tromle eller cut-to-length | 10 W/m ved 10C 25 W/m ved 10C 33 W/m ved 10C 11,8 x 5,8 mm |
| DEVpipeheat™ Selvbegrænsende varmekabel på røret | DEVpipeheat™ 10 med stik, 2-25 m. | 10 W/m ved 10 °C, 100 % skærmet. 7,7 mm x 5,3 mm. |
| DEVreg™-termostat | DEVreg™ 330 (-10 – +10 °C) | 5 til 45 °C, 16 A, IP20, DIN-skinne |
| DEVreg™-termostat | DEVreg™ 610 | -10 til +50 °C, 10 A, IP44, væg/rør-instal- lation |
| Temperaturføler | 2,5 og 10 m, PVC | Kabelføler, Ø 8 mm, IP65, NTC 15 kohm ved 25 °C |
| Fastgørelse | Aluminiumstape | Klæbende aluminiumstape 38 mm x 50 m; 0,06 mm; maks. 75 °C |

For detaljer, se DEVI-kataloget.

Der findes forskellige specifikke monteringsæt.

4. Systemspecifikation

Effekt for varmekabler, der er installeret på røret, må ikke være mindre end det beregnede varmetab fra røroverfladen ganget med en sikkerhedsfaktor på 1,3.

Bemærk: For alle typer rør - både stål og plast - må den lineære effekt for serieresistive varmekabler (konstant-watt) ikke overstige 10 W/m. Denne begrænsning gælder ikke for selvbegrænsende kabler (SLC).

På de næste sider er der angivet en trinvis vejledning til at foretage den rette udregning.

Frostsikring af rørsystemer [W/m]

Nedenstående tabel viser varmetabet på 1 meter rør for forskellige rørdimensioner, isoleringstykkelser og temperaturer.

For at finde varmetabet, følger du rørdiameterangivelsen (i [mm] eller

[tommer]) på tabellens øverste bjælke videre ned til rækken med isoleringstykkelse, og ved at bruge den relevante temperaturdifference finder du varmetabsværdien i krydspunktet.

I nedenstående tabel er λ for isoleringsmaterialet 0,04 W/m·K, og sikkerhedsfaktoren er 1,3.

Tabel med påkrævede minimumeffekter i [W/m], for lige rørføringer (uden flanger, ventiler eller T-stykker).

| Indvendig rørdiameter | tommer (NPS*) | ½ | ¾ | 1 | 1¼ | 1½ | 2 | 2½ | 3 | 3½ | 4 | 4½ | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 |
|-----------------------|----------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | mm (DN*) | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 65 | 80 | 90 | 100 | 115 | 125 | 150 | 200 | 250 | 300 |
| Udvendig rørdiameter | mm | 21 | 27 | 34 | 42 | 48 | 60 | 73 | 89 | 102 | 114 | 127 | 141 | 168 | 219 | 273 | 324 |
| Isoleringstykkelse | $\Delta T, ^\circ C$ | Varmetab for 1 meter rør, W/m ($\lambda = 0,04$, sikkerhedsfaktor = 1,3) | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 mm | 20 | 9,8 | 11,8 | 14,1 | 16,8 | 18,8 | 22,7 | 27,0 | 32 | 36 | 40 | 45 | 49 | 58 | 75 | 92 | 109 |
| | 25 | 12,2 | 14,7 | 17,6 | 21,0 | 23,4 | 28,4 | 34 | 40 | 46 | 51 | 56 | 62 | 73 | 93 | 115 | 136 |
| | 30 | 14,6 | 17,7 | 21,2 | 25,2 | 28,1 | 34 | 40 | 48 | 55 | 61 | 67 | 74 | 87 | 112 | 139 | 164 |
| | 40 | 19,5 | 23,6 | 28,2 | 34 | 38 | 45 | 54 | 64 | 73 | 81 | 89 | 98 | 116 | 149 | 185 | 218 |
| | 60 | 29,3 | 35 | 42 | 50 | 56 | 68 | 81 | 97 | 109 | 121 | 134 | 148 | 174 | 224 | 277 | 327 |
| | 80 | 39,0 | 47 | 56 | 67 | 75 | 91 | 108 | 129 | 146 | 162 | 179 | 197 | 232 | 299 | 370 | 436 |
| 20 mm | 100 | 48,8 | 59 | 71 | 84 | 94 | 114 | 135 | 161 | 182 | 202 | 223 | 246 | 290 | 374 | 462 | 545 |
| | 20 | 6,1 | 7,2 | 8,4 | 9,8 | 10,8 | 12,8 | 14,9 | 17,6 | 19,7 | 21,7 | 23,9 | 26,2 | 31 | 39 | 48 | 56 |
| | 25 | 7,7 | 9,0 | 10,5 | 12,2 | 13,5 | 16,0 | 18,7 | 22,0 | 24,7 | 27,1 | 30 | 33 | 38 | 49 | 60 | 70 |
| | 30 | 9,2 | 10,8 | 12,6 | 14,6 | 16,2 | 19,2 | 22,4 | 26,4 | 30 | 33 | 36 | 39 | 46 | 58 | 72 | 84 |
| | 40 | 12,2 | 14,4 | 16,8 | 19,5 | 21,6 | 25,6 | 30 | 35 | 39 | 43 | 48 | 52 | 61 | 78 | 96 | 112 |
| | 60 | 18,4 | 21,6 | 25,2 | 29,3 | 32 | 38 | 45 | 53 | 59 | 65 | 72 | 78 | 92 | 117 | 143 | 168 |
| 30 mm | 80 | 24,5 | 28,7 | 34 | 39 | 43 | 51 | 60 | 70 | 79 | 87 | 95 | 105 | 122 | 156 | 191 | 224 |
| | 100 | 30,6 | 36 | 42 | 49 | 54 | 64 | 75 | 88 | 99 | 109 | 119 | 131 | 153 | 195 | 239 | 281 |
| | 20 | 4,8 | 5,6 | 6,4 | 7,4 | 8,1 | 9,4 | 10,9 | 12,7 | 14,1 | 15,4 | 16,9 | 18,4 | 21,4 | 27,0 | 33 | 38 |
| | 25 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,2 | 10,1 | 11,8 | 13,6 | 15,8 | 17,6 | 19,3 | 21,1 | 23,0 | 26,7 | 34 | 41 | 48 |
| | 30 | 7,3 | 8,4 | 9,6 | 11,0 | 12,1 | 14,1 | 16,3 | 19,0 | 21,2 | 23,2 | 25,3 | 27,6 | 32 | 40 | 49 | 58 |
| | 40 | 9,7 | 11,2 | 12,8 | 14,7 | 16,1 | 18,8 | 21,8 | 25,3 | 28,2 | 31 | 34 | 37 | 43 | 54 | 66 | 77 |
| 40 mm | 60 | 14,5 | 16,7 | 19,3 | 22,1 | 24,2 | 28,3 | 33 | 38 | 42 | 46 | 51 | 55 | 64 | 81 | 99 | 115 |
| | 80 | 19,4 | 22,3 | 25,7 | 29,4 | 32 | 38 | 44 | 51 | 56 | 62 | 68 | 74 | 86 | 108 | 131 | 154 |
| | 100 | 24,2 | 27,9 | 32 | 37 | 40 | 47 | 54 | 63 | 71 | 77 | 84 | 92 | 107 | 135 | 164 | 192 |
| | 20 | 4,2 | 4,7 | 5,4 | 6,1 | 6,7 | 7,7 | 8,8 | 10,2 | 11,3 | 12,3 | 13,4 | 14,5 | 16,8 | 21,0 | 25,4 | 29,6 |
| | 25 | 5,2 | 5,9 | 6,7 | 7,7 | 8,3 | 9,6 | 11,0 | 12,7 | 14,1 | 15,4 | 16,7 | 18,2 | 21,0 | 26,2 | 32 | 37 |
| | 30 | 6,2 | 7,1 | 8,1 | 9,2 | 10,0 | 11,6 | 13,2 | 15,3 | 16,9 | 18,4 | 20,1 | 21,8 | 25,2 | 31 | 38 | 44 |
| 50 mm | 40 | 8,3 | 9,5 | 10,8 | 12,2 | 13,3 | 15,4 | 17,7 | 20,4 | 22,6 | 24,6 | 26,7 | 29,1 | 34 | 42 | 51 | 59 |
| | 60 | 12,5 | 14,2 | 16,2 | 18,4 | 20,0 | 23,1 | 26,5 | 31 | 34 | 37 | 40 | 44 | 50 | 63 | 76 | 89 |
| | 80 | 16,6 | 19,0 | 21,6 | 24,5 | 26,6 | 31 | 35 | 41 | 45 | 49 | 53 | 58 | 67 | 84 | 102 | 118 |
| | 100 | 20,8 | 23,7 | 27,0 | 31 | 33 | 39 | 44 | 51 | 56 | 61 | 67 | 73 | 84 | 105 | 127 | 148 |
| | 20 | 3,7 | 4,2 | 4,8 | 5,4 | 5,8 | 6,7 | 7,6 | 8,7 | 9,6 | 10,4 | 11,2 | 12,2 | 14,0 | 17,4 | 20,9 | 24,3 |
| | 25 | 4,7 | 5,3 | 6,0 | 6,7 | 7,3 | 8,3 | 9,5 | 10,8 | 11,9 | 13,0 | 14,1 | 15,2 | 17,5 | 21,7 | 26,2 | 30,4 |
| 75 mm | 30 | 5,6 | 6,3 | 7,1 | 8,0 | 8,7 | 10,0 | 11,4 | 13,0 | 14,3 | 15,6 | 16,9 | 18,3 | 21,0 | 26,0 | 31 | 36 |
| | 40 | 7,5 | 8,4 | 9,5 | 10,7 | 11,6 | 13,3 | 15,1 | 17,3 | 19,1 | 20,7 | 22,5 | 24,4 | 28,0 | 35 | 42 | 49 |
| | 60 | 11,2 | 12,7 | 14,3 | 16,1 | 17,4 | 20,0 | 22,7 | 26,0 | 28,7 | 31 | 34 | 37 | 42 | 52 | 63 | 73 |
| | 80 | 14,9 | 16,9 | 19,0 | 21,4 | 23,2 | 26,6 | 30 | 35 | 38 | 41 | 45 | 49 | 56 | 69 | 84 | 97 |
| | 100 | 18,6 | 21,1 | 23,8 | 26,8 | 29,0 | 33 | 38 | 43 | 48 | 52 | 56 | 61 | 70 | 87 | 105 | 121 |
| | 20 | 3,1 | 3,5 | 3,9 | 4,3 | 4,6 | 5,2 | 5,8 | 6,6 | 7,2 | 7,8 | 8,4 | 9,0 | 10,2 | 12,5 | 14,9 | 17,2 |
| 25 | 3,9 | 4,3 | 4,8 | 5,4 | 5,8 | 6,5 | 7,3 | 8,3 | 9,0 | 9,7 | 10,5 | 11,3 | 12,8 | 15,6 | 18,6 | 21,5 | |
| 30 | 4,7 | 5,2 | 5,8 | 6,4 | 6,9 | 7,8 | 8,8 | 9,9 | 10,8 | 11,7 | 12,6 | 13,5 | 15,4 | 18,8 | 22,4 | 25,7 | |
| 40 | 6,2 | 6,9 | 7,7 | 8,6 | 9,2 | 10,4 | 11,7 | 13,2 | 14,4 | 15,6 | 16,8 | 18,0 | 20,5 | 25,0 | 29,8 | 34 | |
| 60 | 9,3 | 10,4 | 11,6 | 12,9 | 13,8 | 15,6 | 17,5 | 19,8 | 21,7 | 23,3 | 25,1 | 27,0 | 31 | 38 | 45 | 51 | |
| 80 | 12,5 | 13,9 | 15,5 | 17,2 | 18,4 | 20,9 | 23,4 | 26,4 | 28,9 | 31 | 34 | 36 | 41 | 50 | 60 | 69 | |
| 100 | 15,6 | 17,4 | 19,3 | 21,5 | 23,0 | 26,1 | 29,2 | 33 | 36 | 39 | 42 | 45 | 51 | 63 | 75 | 86 | |

* NPS - Nominal Pipe Size (nominel rørstørrelse), DN - diamètre nominal/nominal diameter/Durchmesser nach Norm (nominel diameter). Værdierne i tabellen kan beregnes ved hjælp af formelen på næste side.

4.1. Trinvis systemspecifikation

På de næste sider får du en nem, trinvis beregningsguide til valg af et rørfrostsikringssystem fra DEVI.

De angivne anbefalinger gælder for både konstant watt-kabler og selvbegrænsende kabler samt termostater og tilbehør.

Der er et detaljeret eksempel til sidst i kapitlet.

Trin 1 2 3 4 5

Beregning af varmetab

Trin 1 2 3 4 5

Produktvalg

Trin 1 2 3 4 5

Valg af kabellængde

Trin 1 2 3 4 5

Valg af regulator

Trin 1 2 3 4 5

Valg af tilbehør

Trin 1 2 3 4 5

Beregning af varmetab (Se tabel side 11)

De vigtigste faktorer, når man skal definere rørvarmetab, er følgende:

- Rørdiameter
- Isoleringstykkelse
- Forskel mellem indvendig rørtemperatur (ønsket opretholdt temperatur) og udvendig rørtemperatur (f.eks. udetemperatur på installationsstedet).

Følgende formel bruges til beregning af varmetab for den samlede længde af det rør, der skal beskyttes:

$$Q[W] = \frac{2 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot l \cdot (t_u - t_o)}{\ln(D/d)} \cdot 1,3$$

Hvor:

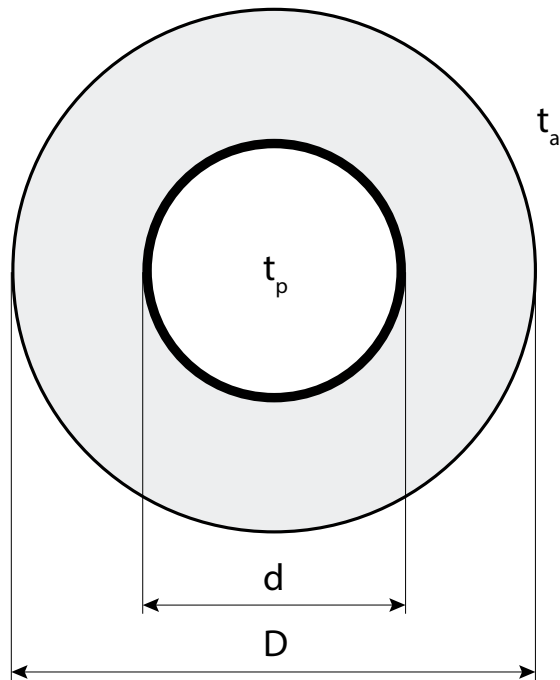
- D [m] – Ydre rørdiameter inkl. isolering
- d [m] – Rørdiameter uden isolering
- l [m] – Samlet rørlængde
- t_u [°C] – Ønsket opretholdt temperatur
- t_o [°C] – Udetemperatur
- λ [W/m°C] – Termisk ledsevne for isolering
- 1,3 – Sikkerhedsfaktor

λ -værdi for standard isoleringsmateriale (såsom glasuld eller styropor) er sat til 0,04 W/mK.

Varmetabsværdier fra tabellen på foregående side, beregnet ved hjælp af ovenstående formel og divideret med

samlet rørlængde. De resulterende værdier er i [W/m].

Naturlige logaritmeværdier (ln) for D/d-forhold er angivet i ovenstående tabel, hvor X = D/d.



| lnX | 0,0 | 0,4 | 0,7 | 0,9 | 1,1 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 1,8 | 1,9 | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 2,7 | 3,0 | 3,2 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| X | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 | 10,0 | 15,0 | 20,0 | 25,0 |

Konstant watt-varmekabler

Anvendes typisk ved enkle lige rørledninger, der er installeret i et lignende termisk miljø.

I sådanne tilfælde er valget af varmekabel direkte afhængigt af rørlængde.

Hvis der installeres nye rør, eller længere rør, anbefales det at bruge varmekabler på røret.

Ved kortere eller eksisterende rør er installation af varmekabler på røret det eneste mulige eller tilgængelige valg.

Der er tre forskellige kabler at vælge imellem med forskellig lineær effekt (6W/m eller 10W/m). Det er nødvendigt at vælge et varmekabel med en effekt, der svarer til eller er højere end den, der er beregnet ved hjælp af formlen (inklusive sikkerhedsfaktoren på 1,3).

Kabeleffekter er beregnet for 230 V. For 220 V skal den viste effektværdi [W] ganges med en faktor på 0,91.

F.eks. har DEViflex™ 10T, 60 mm, med en effekt på 600 W ved 230 V, en effekt på kun 546 W ved 220 V.

Eksempel (se også trin 1)

- Rørdiameter $D = \varnothing 65 \text{ mm}$
- Isoleringstykkelse = 20 mm
- Termisk ledeevne for isolering $\lambda = 0,04$
- Ønsket temperatur $t_u = +10 \text{ }^\circ\text{C}$
- Minimum udetemperatur $t_o = -20 \text{ }^\circ\text{C}$

Varmetabet Q beregnes ved hjælp af formlen fra trin 1 eller ud fra tabellen på side 11. $Q = 16 \text{ W/m}$.

Der vælges 2stk. strenge med **DEViflex™ 10T**, så den samlede effekt bliver 20W/m

| DEViflex™ 6T | | DEViflex™ 10T | |
|--------------|------------|---------------|------------|
| Effekt (W) | Længde (m) | Effekt (W) | Længde (m) |
| 180 | 30 | 20 | 2 |
| 250 | 40 | 40 | 4 |
| 310 | 50 | 60 | 6 |
| 345 | 60 | 80 | 8 |
| 415 | 70 | 100 | 10 |
| 500 | 80 | 205 | 20 |
| 540 | 90 | 290 | 30 |
| 653 | 100 | 390 | 40 |
| 720 | 115 | 505 | 50 |
| 770 | 129 | 600 | 60 |
| 870 | 140 | 695 | 70 |
| 915 | 160 | 790 | 80 |
| 1095 | 180 | 920 | 90 |
| 1160 | 190 | 990 | 100 |
| 1260 | 200 | 1220 | 120 |
| | | 1410 | 140 |
| | | 1575 | 160 |
| | | 1760 | 180 |
| | | 1990 | 200 |
| | | 2050 | 210 |

Selvbegrænsende varmekabler (SLC)

SLC'er bruges ofte til rørsystemer med mange forgreninger, fordi det er nemmere at justere kabellængden til en passende rørlængde (SLC kan skæres til, så de passer i længden, forudsat at maksimal kabellængde overholdes).

Den selvbegrænsende funktion, der muliggør SLC-effektjustering på baggrund af rørtemperaturen, er en ret nyttig funktion. Men termostatregulering af det selvbegrænsende kabel anbefales grundet kontinuerlig anvendelse af SLC, også selvom opvarmning ikke er nødvendig.

Når der vælges et selvbegrænsende varmekabel, er det vigtigt at undersøge, om varmekablet kan levere den nødvendige effekt ved den ønskede temperatur.

Sådan læses grafen

Tegn en linje fra den ønskede temperaturværdi (X-aksen) og en beregnet varmetabseffekt (Y-aksen).

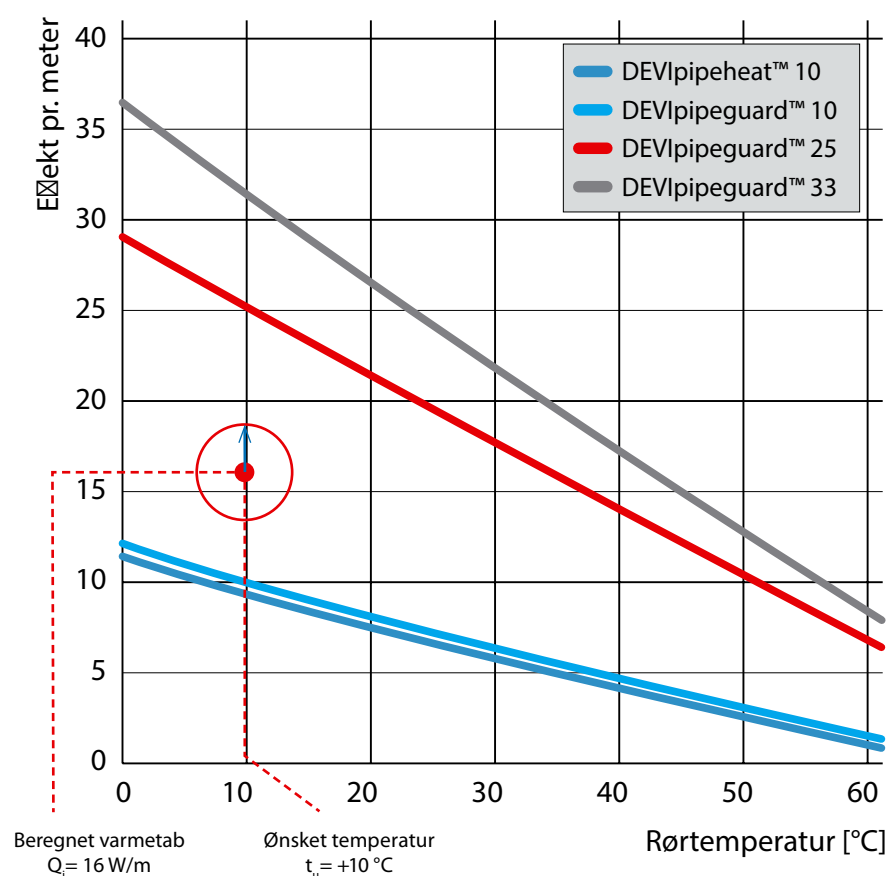
Find derefter et varmekabel med effektværdier, der er højere (Y-aksen) end krydspunktet for temperatur- og effektlinjerne.

Eksempel (se også trin 1)

- Rørdiameter $D = \varnothing 65 \text{ mm}$
- Isoleringstykkelse = 20 mm
- Termisk ledeevne for isolering $\lambda = 0,04$
- Ønsket temperatur $t_u = +10 \text{ }^\circ\text{C}$
- Minimum udetemperatur $t_o = -20 \text{ }^\circ\text{C}$

Varmetabet Q beregnes med formlen fra trin 1 eller ud fra tabellen på side 11. $Q = 16 \text{ W/m}$.

Der vælges **DEVipeguard™ 25** med en lineær effekt på 25 W/m ved $10 \text{ }^\circ\text{C}$.



Serie-resistive (konstant watt) varmekabler

Alle DEViflex™ konstant watt-varmekabler produceres i specifikke længder. Det valgte produkt skal have samme længde eller være længere end hele længden af det rør, der skal beskyttes.

Hvis det beskyttede rør er udstyret med komponenter såsom flanger, ventiler, støtter, T-stykker eller sprinklere, skal der anvendes ekstra kabellængde. I så fald bruges beregningsformlen i kapitel 4.1.

Vigtigt:

Det er strengt forbudt at tilklippe et konstant watt-kabel. Hvis der er overskydende kabel, skal det vikles omkring røret. Hvis der er tale om metalrør, skal kablet trækkes langs røret ved enden af det.

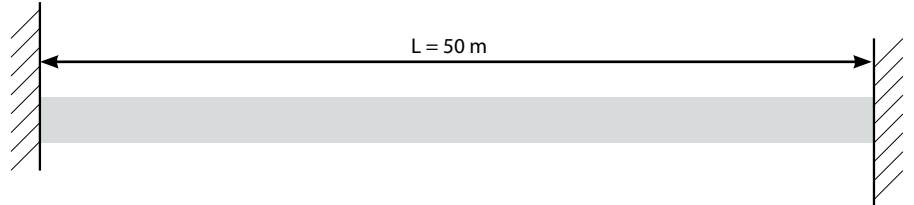
Kabellængden tilsluttes strømforsyningen, og det bruges til fuld rådighed. Der skal bruges en hel længde af kablet. Det er strengt forbudt at afkorte kabellængden ved at klippe kablet over.

Det giver bedre varmefordeling og beskyttelse, hvis varmekablet vikles omkring røret i en spiral, men det kræver mere plads omkring røret under installation, så i nogle tilfælde er det ikke praktisk muligt.

Se kapitel 5.1 (Installation) for at få yderligere oplysninger om kabellayout.

Eksempel:

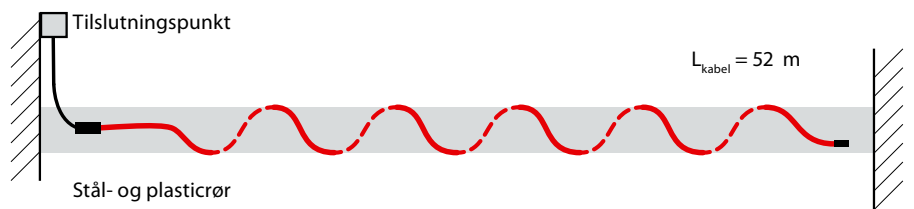
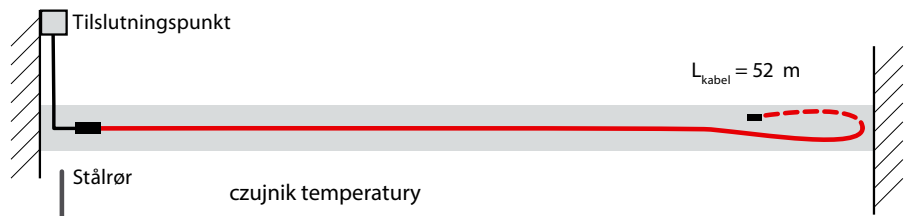
Rørlængde $L = 50$ m,
 $Q = 16$ W/m (som før)



Der vælges et varmekabel på $L = 52$ m og 935 W effekt.

| DEViflex™ 6T | |
|--------------|------------|
| Effekt (W) | Længde (m) |
| 180 | 30 |
| 250 | 40 |
| 310 | 50 |
| 345 | 60 |
| 415 | 70 |
| 500 | 80 |
| 540 | 90 |
| 653 | 100 |
| 720 | 115 |
| 770 | 129 |
| 870 | 140 |
| 915 | 160 |
| 1095 | 180 |
| 1160 | 190 |
| 1260 | 200 |

| DEViflex™ 10T | |
|---------------|------------|
| Effekt (W) | Længde (m) |
| 20 | 2 |
| 40 | 4 |
| 60 | 6 |
| 80 | 8 |
| 100 | 10 |
| 205 | 20 |
| 290 | 30 |
| 390 | 40 |
| 505 | 50 |
| 600 | 60 |
| 695 | 70 |
| 790 | 80 |
| 920 | 90 |
| 990 | 100 |
| 1220 | 120 |
| 1410 | 140 |
| 1575 | 160 |
| 1760 | 180 |
| 1990 | 200 |
| 2050 | 210 |



Valg af kabellængde

Selvbegrænsende varmekabler

Selvbegrænsende varmekabler leveres på tromler og klar til at blive klippet af i den ønskede længde. Maksimal SLC-længde defineres af: en kabeltype, opstartstemperatur og en sikringsstørrelse.

Længden på et selvbegrænsende kabel skal udvides, hvis der forefindes ventiler, flanger og lignende, på samme måde som for serie-resistive (konstant watt) varmekabel (se kapitel 4.1 for yderligere oplysninger).

Maksimumlængde for tilsluttede selvbegrænsende varmekabler

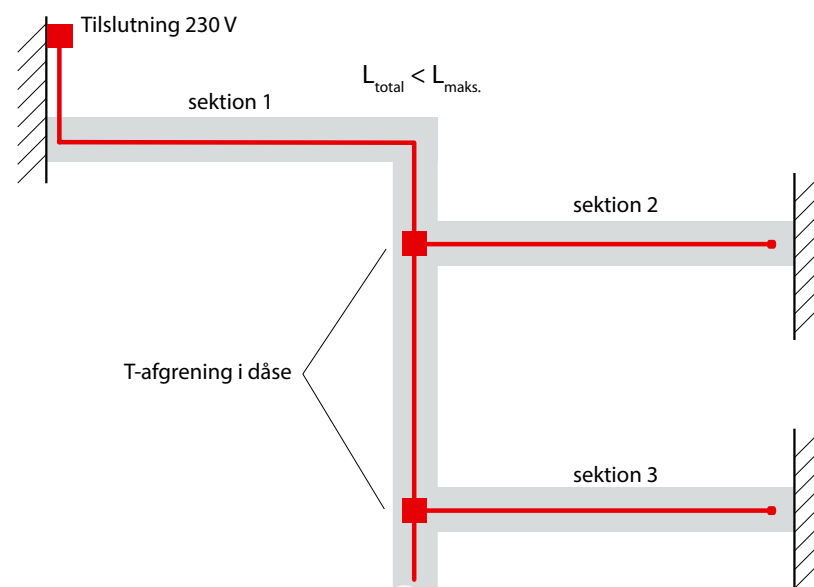
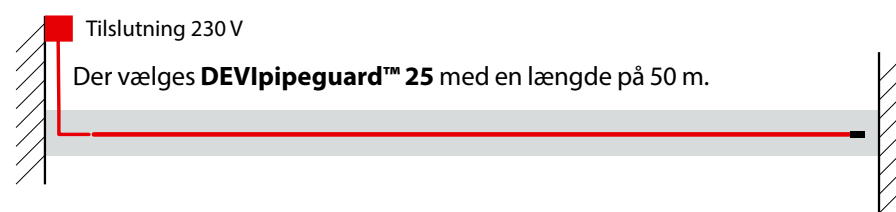
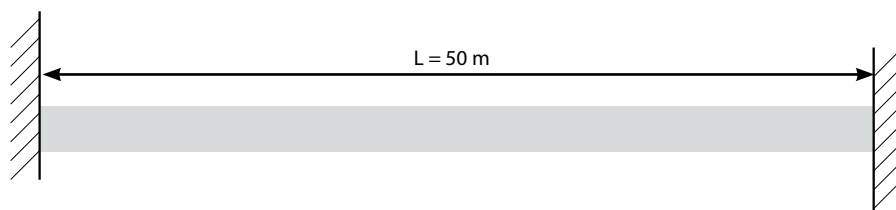
Maksimumlængden for de kombinerede selvbegrænsende varmekabler (alle dele) må ikke overstige værdien for det pågældende kabel, som angivet i nedenstående tabel.

Samlet kabellængde

$$L_{\text{total}} = \text{del 1} + \text{del 2} + \text{del 3} \leq \text{maks. tilladt længde } (L_{\text{maks. kabel}})$$

Eksempel: Ved en opstartstemperatur på +10 °C, 10 A-sikring og DEVpipeguard™ 25, $L_{\text{maks. kabel}} = 58 \text{ m}$

Eksempel:
Rørlængde $L = 50 \text{ m}$
 $Q = 16 \text{ W/m}$



Maksimumlængdeværdier for SLC'er ved forskellige opstartstemperaturer og sikringsstørrelser

| Opstartstemperatur | Maksimumlængde for varmekablet ved 230 V [m] | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--|------|------|------|------------------|------|------|------|------------------|------|------|------|
| | DEVpipeguard™ 10 | | | | DEVpipeguard™ 25 | | | | DEVpipeguard™ 33 | | | |
| | Sikringsstørrelse med C-karakteristik | | | | | | | | | | | |
| | 10 A | 16 A | 25 A | 32 A | 10 A | 16 A | 25 A | 32 A | 10 A | 16 A | 25 A | 32 A |
| -20 °C | 97 | 156 | 226 | 226 | 46 | 74 | 116 | 146 | 28 | 45 | 71 | 91 |
| -10 °C | 110 | 176 | 226 | 226 | 52 | 84 | 131 | 146 | 32 | 51 | 81 | 103 |
| 0 °C | 119 | 191 | 226 | 226 | 58 | 93 | 146 | 146 | 36 | 58 | 91 | 117 |
| +10 °C | 119 | 191 | 226 | 226 | 58 | 93 | 146 | 146 | 42 | 67 | 105 | 120 |

Maksimal kabellængde defineres ud fra, at det tilsluttede kabel er uopvarmet.

I så fald vil kablets energiforbrug ligge i intervallet 1,8 til 2,3 gange dets nominelle værdi, når det når sin driftstemperatur.

Opstartstemperaturen er den omgivelsestemperatur, ved hvilken SLC slås til. Meget ofte svarer denne temperatur til de ønskede opretholdte temperaturværdier.

Temperaturregulering

På både serie-resistive (konstant watt) varmekabler og selvbegrænsende varmekabler skal der bruges en termostat til regulering. Termostaten sikrer opretholdelse af en konstant temperatur og at varmen slås til, samtidig med at energiforbruget begrænses, også for SLC'er, der konstant er slået til, og selvom det ikke er påkrævet.

Valget af termostat afhænger af den specifikke installation. De mest almindelige systemer er beskrevet på denne side, enten med en føler placeret direkte på røret (under isoleringen) eller baseret på lufttemperaturføleren.

Systemer med en føler installeret direkte på røret, der skal beskyttes, er den mest nyttige.

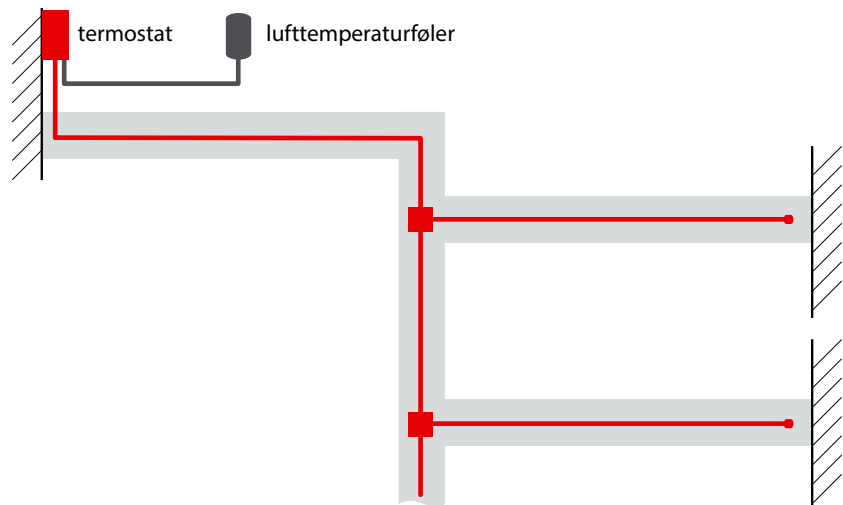
Temperaturregulering med en luftføler

Dette system er baseret på den luftføler, der er installeret tæt på det beskyttede rør og som tænder for opvarmningen, når omgivelsestemperaturen falder til under den fastsatte værdi.

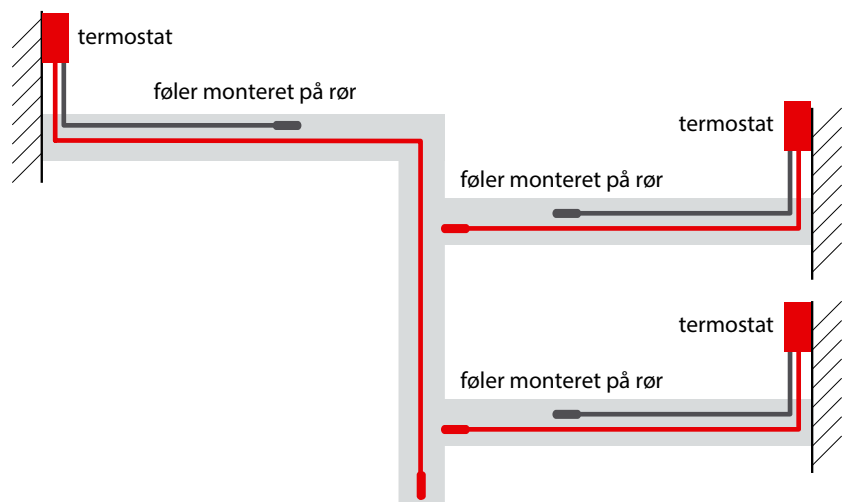
Et sådant setup bruges primært sammen med selvbegrænsende varmekabler.

Hvis størrelsen af varmeelementerne overstiger den maksimumgrænse, der er defineret af termostaten, skal der sørges for tilslutning til flere varmeelementer ved hjælp af relæer/omskiftere. I sådanne installationer kan én termostat regulere flere varmeelementer.

Fordelen ved dette system ses oftest ved regulering af rørfrostsikringsystemer, hvor rørene har forskellige størrelser og isoleringstykkelse.



Rør med forskellige diametre. Installation udført med selvbegrænsende varmekabel.



Rør med forskellige diametre. Installation udført med konstant watt-varmekabel.

Temperaturregulering med følere på rørene

Denne installationstype, hvor føleren er placeret direkte på røret under isoleringen, er en mere præcis og energieffektiv reguleringsmetode end luftføleren.

Regulering ved hjælp af føler på røret bruges ofte på systemer med mange rør og forgreninger, med forskellige temperaturindstillinger og forhold.

Det kræver, som vist på billedet, flere termostater, og det er nødvendigt, når:

- Rørene har forskellig størrelse eller isoleringstykkelse
- Temperaturforholdene er omskiftelige, f.eks. hvis der er ført rør ud fra en bygning og tilbage i bygningen igen, eller hvis der er installeret rør både over og under jorden
- Man har blandede rør med stillestående vand og strømmende vand
- Rørene fremfører en væske, der er følsom over for hurtige temperaturændringer.

Denne reguleringstype, med føler på røret, er påkrævet, når installationen udføres med konstant watt-kabler eller på plasticrør (f.eks. PVC, PP, PE, PE-X).

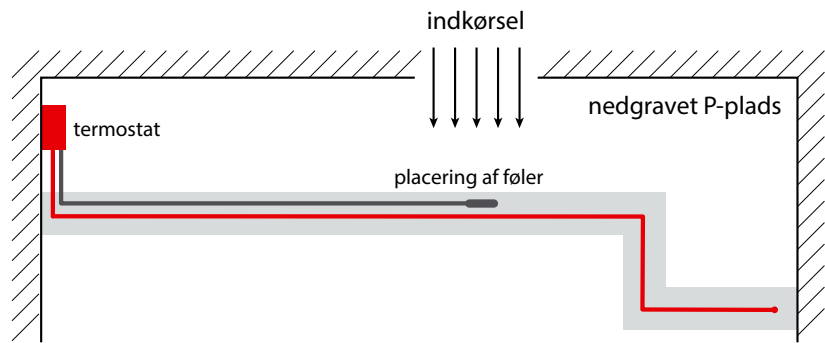
Trin 1 2 3 4 5

Valg af regulator

Termostatvalget afhænger også af temperaturintervallet, forventet installationssted (i DIN-skinneboks eller udenfor) og eventuelle yderligere krav.

Placering af føler

Følere til rørfrostsikringsystemer skal installeres et sted, der er det mest repræsentative for installationen, dvs. det sted, der forventes at være det koldeste punkt i installationen (f.eks. på den rørdel, der vender mod indgangen til det uopvarmede parkeringsområde).



Eksempel:
Rørlængde 50 m, en frostsikringsinstallation med et DEVIpipeguard™ 25 selvbegrænsende kabel med DIN-skinnebeslag.
Opretholdt temperatur = +10 °C.

Løsningen er DEVIreg™ 330 (-10 til +10 °C).
Se kapitel 3 (Produkter) eller DEVI-produktkataloget for at få flere oplysninger.

Trin 1 2 3 4 5

Valg af tilbehør

Konstant watt- og SLC-kabler

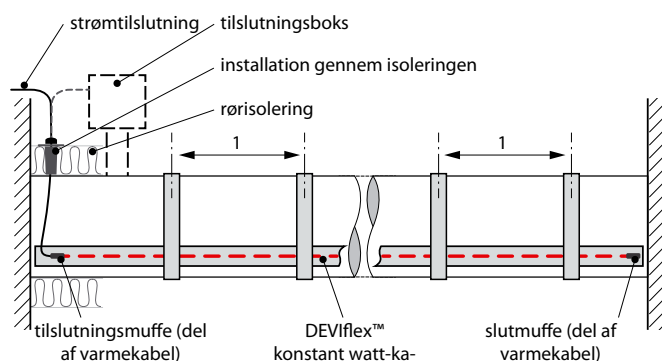
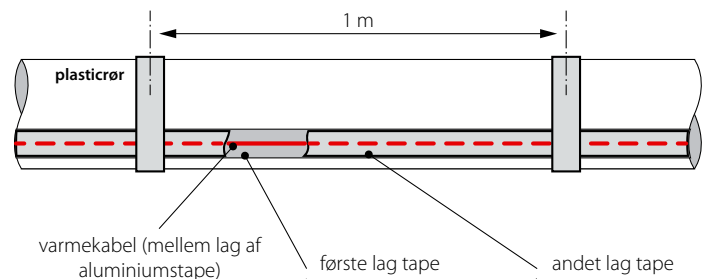
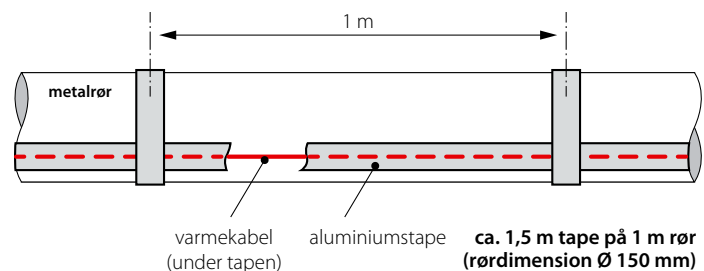
Hvis der er tale om metalrør skal hele varmekablets længde dækkes med aluminiumstape, så kablerne fastgøres til røret.

Hvis der er tale om plasticrør, skal aluminiumstapen sættes på røret, der hvor varmekablet skal placeres, før kablet monteres på røret. Øvrige installationstrin svarer til installation på metalrør.

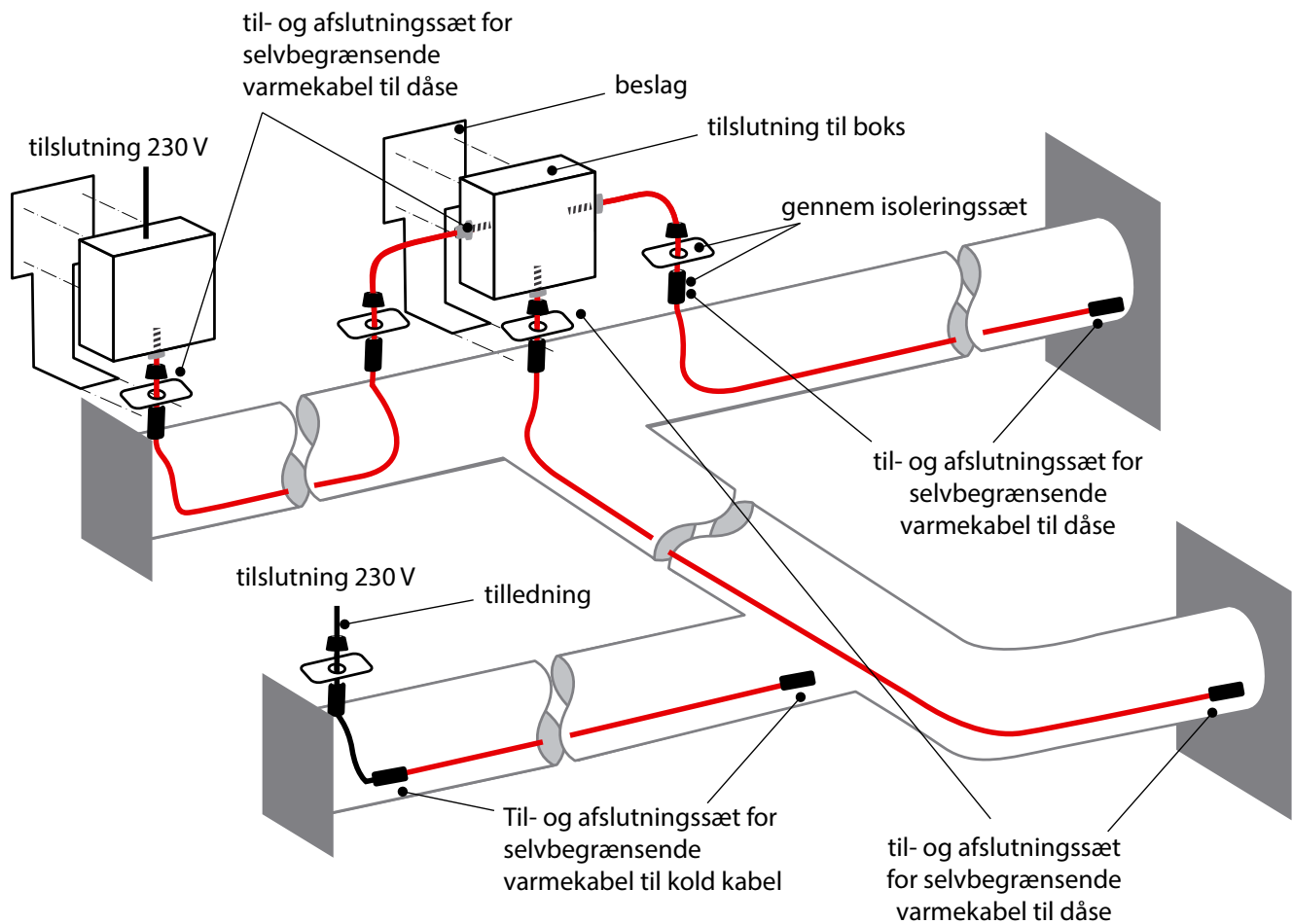
Valg af tilslutningsboks og tilbehør til konstant watt-kabler

Serie resistive (konstant-watt) varmekabler er udstyret med tilslutningsboks, så det er ikke nødvendigt med yderligere tilslutningsenheder.

Hvis det elektriske tilslutningspunkt kræver det, kan der anvendes en tilslutningsboks.



Valg af tilslutningstilbehør til selvbegrænsende varmekabler



Tilslutning til strømforsyning kan enten udføres ved at det selvbegrænsende varmekabel, tilsluttet en boks eller ved at tilslutning til et kold kabel.

Udover krymperflexsæt som DEVICrimp™ leverer DEVI også et bredt udvalg af nemme håndterbare til- og afslutningssæt DEVIconnecto eller DEVI EasyConnect.

For yderligere information se DEVI produktkatalog.

5. Installation

5.1. Generelle oplysninger

Rørenes tilstand

Før varmekablerne installeres, er det vigtigt at efterse røret for tegn på skader eller lækage.

Rørene skal isoleres, da det reducerer varmetabet betydeligt. Det gælder for alle rør, uanset om de er placeret under eller over jorden.

Kablet skal monteres forsigtigt på røret, så det ikke bliver beskadiget. Hele kablets længde skal fastgøres på røret med aluminiumstape, IKKE plasttape (f.eks. PVC), da det indeholder blødgørere.

Kablet skal lægges på en sådan måde, at skarpe kanter på røret undgås. Undgå at træde på kablerne, og håndter altid kablerne med forsigtighed.

Alle rørkanaler skal være tydeligt afmærket for at angive, at der er installeret varmekabler på eller i dem. Det skal også markeres med et tydeligt advarselmærkat, f.eks. **“ADVARSEL: 230 VOLT-VARMEKABLER”**.

Isolerede rør skal afmærkes med et advarselmærkat, der placeres udvendigt på isoleringsmaterialet.

Varmekablet må ikke udsættes for et træk på over 25 kg.

Elektriske forhold

Varmekabelskærmen skal være jordet i henhold til de lokale regler på elområdet.

Kontrollér modstand og isolationsmodstand på varmekablet før og efter installation. Modstandsværdien skal svare til det, der er angivet på mærkatet på tilslutningsboksen.

Følerkablet kan forlænges til en rimelig længde med et kabel på min. $2 \times 0,75 \text{ mm}^2$.

Kablet fastgøres til røret med strimler af aluminiumstape, der placeres i intervaller på ca. 1 meter. Når varmekablet er fastgjort til røret, skal hele varmekablets længde dækkes med baner af aluminiumstape. Det forhindrer, at varmekablet kommer i direkte kontakt med isoleringsmaterialet og sikrer, at varmekablet sidder helt tæt ind mod rørets overflade.

Før varmekablet fastgøres på plasticrøret, skal der sættes en hel bane aluminiumstape på røret, som kablet kan lægges ovenpå. Det sikrer bedre varmefordeling til røret. Kablerne skal fastgøres på den nederste del af røret og/eller symmetrisk omkring røret.

Samlemuffen mellem varmekablet og koldkablet skal også fastgøres med aluminiumstape.

Følerkablet fastgøres på røret på samme måde som varmekablet. Spidsen for enden af føleren skal være dækket med aluminiumstape og placeres centralt imellem kabelstrengene og om muligt oven på røret.

Varmekablet må ikke føres gennem ventiler. Varmekablet er relativt stift, hvilket gør det nemmere at installere.



Kablet skal være jævnt fordelt, og det skal omhyggeligt undgås, at resistive kabler krydser hinanden.

Rør er sædvanligvis isoleret med plastskum, mineraluld eller en anden form for isolering, der kan variere i tykkelse, typisk ikke mindre end rørdiameteren.

Isoleringen skal beskyttes mod damp og fugt, der kan beskadige isoleringen og reducere dens effektivitet.

Sørg for, at der vælges isolering med større indre diameter, hvor der tages højde for, at rørdiameteren øges på grund af varmekabelinstallationen.

Nedgravet installation

Hvis kablerne installeres over jorden i kabelbakker, skal de være sikre og solide. De skal markeres med et tydeligt advarselmærkat, f.eks. **“ADVARSEL: 230 VOLT-VARMEKABLER”**.

Når varmekabler installeres under jorden, lægges der plasttape (rød, gul osv.) oven på rørene/ installationen for at angive, at kablerne er placeret lige nedenunder.

Til denne type installation er det nødvendigt at måle den krævede rørlængde præcist, da kablet ikke kan klippes over eller lægges i løkker.

Du skal bruge et egnet DEVIcrimp™-montagesæt for at udføre koldkabeltilslutninger og slutmuffe på varmekabler på tromler.

Eksempler på installationer

Installation på særlige flanger og pumper

Overhold altid minimumsbukkediameteren på 25 mm.

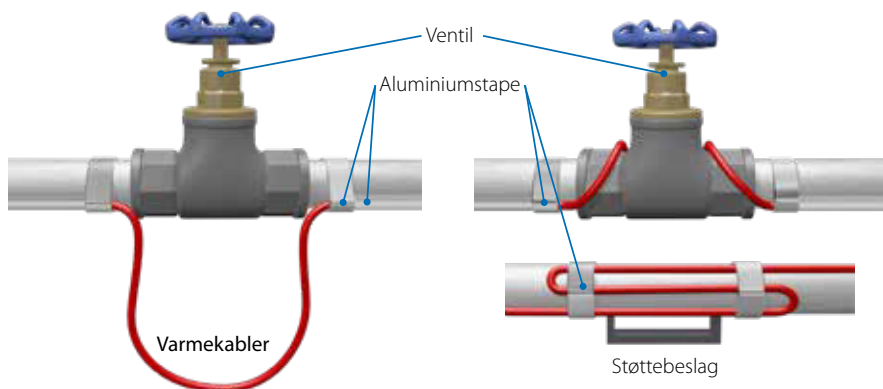
Varmekabler på rørarmaturer, ventiler osv. bør altid placeres, så de er let tilgængelige og nemme at udskifte i forbindelse med inspektion og reparation, så det ikke er nødvendigt at klippe dem over!



Eksempel på kabelmontage på en flange.



Eksempel på montering af et selvbegrænsende kabel på rør ved hjælp af tilslutningsboks og metalbeslag.



Eksempel på montage omkring en ventil og en støtteflange.

Find en hurtig løsning

Hvis du ikke har brug for at foretage en beregning af varmetab, hjælper nedenstående tabel dig med hurtigt at finde frem til det korrekte produkt til frostsikring af rør.

Sådan bruger du tabellen

Baseret på en kendt rørdiameter på f.eks. Ø65 mm, med 30 mm isolering og Δt på 30K.

1. Find rørstørrelsen i mm eller tommer i tabellens øverste bjælke.
2. Find temperaturforskellen i kolonne Δt, °C til venstre.
3. Find isoleringstykkelsen i den tilsvarende række (30 mm).
4. Følg de lodrette og vandrette linjer, indtil de mødes.

I henhold til tabellen er minimumeffekt, der skal installeres for at frostbeskytte røret: 16,3 W/m.

Tablet med de nødvendige minimumeffekter i [W/m] for lige rørføringer (uden flanger, ventiler eller T-stykker).

| 1 Indvendig rørdiameter | tommer (NPS*) | ½ | ¾ | 1 | 1¼ | 1½ | 2 | 2½ | 3 | 3½ | 4 | 4½ | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 |
|-------------------------|---------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | mm (DN*) | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 65 | 80 | 90 | 100 | 115 | 125 | 150 | 200 | 250 | 300 |
| Udvendig rørdiameter | mm | 21 | 27 | 34 | 42 | 48 | 60 | 73 | 89 | 102 | 114 | 127 | 141 | 168 | 219 | 273 | 324 |
| 3 Isoleringstykkelse | ΔT, °C 2 | Varmetab for 1 meter rør, W/m (λ = 0,04, sikkerhedsfaktor = 1,3) | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 mm | 20 | 9,8 | 11,8 | 14,1 | 16,8 | 18,8 | 22,7 | 27,0 | 32 | 36 | 40 | 45 | 49 | 58 | 75 | 92 | 109 |
| | 25 | 12,2 | 14,7 | 17,6 | 21,0 | 23,4 | 28,4 | 34 | 40 | 46 | 51 | 56 | 62 | 73 | 93 | 115 | 136 |
| | 30 | 14,6 | 17,7 | 21,2 | 25,2 | 28,1 | 34 | 40 | 48 | 55 | 61 | 67 | 74 | 87 | 112 | 139 | 164 |
| | 40 | 19,5 | 23,6 | 28,2 | 34 | 38 | 45 | 54 | 64 | 73 | 81 | 89 | 98 | 116 | 149 | 185 | 218 |
| | 60 | 29,3 | 35 | 42 | 50 | 56 | 68 | 81 | 97 | 109 | 121 | 134 | 148 | 174 | 224 | 277 | 327 |
| | 80 | 39,0 | 47 | 56 | 67 | 75 | 91 | 108 | 129 | 146 | 162 | 179 | 197 | 232 | 299 | 370 | 436 |
| 20 mm | 100 | 48,8 | 59 | 71 | 84 | 94 | 114 | 135 | 161 | 182 | 202 | 223 | 246 | 290 | 374 | 462 | 545 |
| | 20 | 6,1 | 7,2 | 8,4 | 9,8 | 10,8 | 12,8 | 14,9 | 17,6 | 19,7 | 21,7 | 23,9 | 26,2 | 31 | 39 | 48 | 56 |
| | 25 | 7,7 | 9,0 | 10,5 | 12,2 | 13,5 | 16,0 | 18,7 | 22,0 | 24,7 | 27,1 | 30 | 33 | 38 | 49 | 60 | 70 |
| | 30 | 9,2 | 10,8 | 12,6 | 14,6 | 16,2 | 19,2 | 22,4 | 26,4 | 30 | 33 | 36 | 39 | 46 | 58 | 72 | 84 |
| | 40 | 12,2 | 14,4 | 16,8 | 19,5 | 21,6 | 25,6 | 30 | 35 | 39 | 43 | 48 | 52 | 61 | 78 | 96 | 112 |
| | 60 | 18,4 | 21,6 | 25,2 | 29,3 | 32 | 38 | 45 | 53 | 59 | 65 | 72 | 78 | 92 | 117 | 143 | 168 |
| 30 mm | 80 | 24,5 | 28,7 | 34 | 39 | 43 | 51 | 60 | 70 | 79 | 87 | 95 | 105 | 122 | 156 | 191 | 224 |
| | 100 | 30,6 | 36 | 42 | 49 | 54 | 64 | 75 | 88 | 99 | 109 | 119 | 131 | 153 | 195 | 239 | 281 |
| | 20 | 4,8 | 5,6 | 6,4 | 7,4 | 8,1 | 9,4 | 10,9 | 12,7 | 14,1 | 15,4 | 16,9 | 18,4 | 21,4 | 27,0 | 33 | 38 |
| | 25 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,2 | 10,1 | 11,8 | 13,6 | 15,8 | 17,6 | 19,3 | 21,1 | 23,0 | 26,7 | 34 | 41 | 48 |
| | 30 | 7,3 | 8,4 | 9,6 | 11,0 | 12,1 | 14,1 | 16,3 | 19,0 | 21,2 | 23,2 | 25,3 | 27,6 | 32 | 40 | 49 | 58 |
| | 40 | 9,7 | 11,2 | 12,8 | 14,7 | 16,1 | 18,8 | 21,8 | 25,3 | 28,2 | 31 | 34 | 37 | 43 | 54 | 66 | 77 |
| 40 mm | 60 | 14,5 | 16,7 | 19,3 | 22,1 | 24,2 | 28,3 | 33 | 38 | 42 | 46 | 51 | 55 | 64 | 81 | 99 | 115 |
| | 80 | 19,4 | 22,3 | 25,7 | 29,4 | 32 | 38 | 44 | 51 | 56 | 62 | 68 | 74 | 86 | 108 | 131 | 154 |
| | 100 | 24,2 | 27,9 | 32 | 37 | 40 | 47 | 54 | 63 | 71 | 77 | 84 | 92 | 107 | 135 | 164 | 192 |
| | 20 | 4,2 | 4,7 | 5,4 | 6,1 | 6,7 | 7,7 | 8,8 | 10,2 | 11,3 | 12,3 | 13,4 | 14,5 | 16,8 | 21,0 | 25,4 | 29,6 |
| | 25 | 5,2 | 5,9 | 6,7 | 7,7 | 8,3 | 9,6 | 11,0 | 12,7 | 14,1 | 15,4 | 16,7 | 18,2 | 21,0 | 26,2 | 32 | 37 |
| | 30 | 6,2 | 7,1 | 8,1 | 9,2 | 10,0 | 11,6 | 13,2 | 15,3 | 16,9 | 18,4 | 20,1 | 21,8 | 25,2 | 31 | 38 | 44 |
| 50 mm | 40 | 8,3 | 9,5 | 10,8 | 12,2 | 13,3 | 15,4 | 17,7 | 20,4 | 22,6 | 24,6 | 26,7 | 29,1 | 34 | 42 | 51 | 59 |
| | 60 | 12,5 | 14,2 | 16,2 | 18,4 | 20,0 | 23,1 | 26,5 | 31 | 34 | 37 | 40 | 44 | 50 | 63 | 76 | 89 |
| | 80 | 16,6 | 19,0 | 21,6 | 24,5 | 26,6 | 31 | 35 | 41 | 45 | 49 | 53 | 58 | 67 | 84 | 102 | 118 |
| | 100 | 20,8 | 23,7 | 27,0 | 31 | 33 | 39 | 44 | 51 | 56 | 61 | 67 | 73 | 84 | 105 | 127 | 148 |
| | 20 | 3,7 | 4,2 | 4,8 | 5,4 | 5,8 | 6,7 | 7,6 | 8,7 | 9,6 | 10,4 | 11,2 | 12,2 | 14,0 | 17,4 | 20,9 | 24,3 |
| | 25 | 4,7 | 5,3 | 6,0 | 6,7 | 7,3 | 8,3 | 9,5 | 10,8 | 11,9 | 13,0 | 14,1 | 15,2 | 17,5 | 21,7 | 26,2 | 30,4 |
| 75 mm | 30 | 5,6 | 6,3 | 7,1 | 8,0 | 8,7 | 10,0 | 11,4 | 13,0 | 14,3 | 15,6 | 16,9 | 18,3 | 21,0 | 26,0 | 31 | 36 |
| | 40 | 7,5 | 8,4 | 9,5 | 10,7 | 11,6 | 13,3 | 15,1 | 17,3 | 19,1 | 20,7 | 22,5 | 24,4 | 28,0 | 35 | 42 | 49 |
| | 60 | 11,2 | 12,7 | 14,3 | 16,1 | 17,4 | 20,0 | 22,7 | 26,0 | 28,7 | 31 | 34 | 37 | 42 | 52 | 63 | 73 |
| | 80 | 14,9 | 16,9 | 19,0 | 21,4 | 23,2 | 26,6 | 30 | 35 | 38 | 41 | 45 | 49 | 56 | 69 | 84 | 97 |
| | 100 | 18,6 | 21,1 | 23,8 | 26,8 | 29,0 | 33 | 38 | 43 | 48 | 52 | 56 | 61 | 70 | 87 | 105 | 121 |
| | 20 | 3,1 | 3,5 | 3,9 | 4,3 | 4,6 | 5,2 | 5,8 | 6,6 | 7,2 | 7,8 | 8,4 | 9,0 | 10,2 | 12,5 | 14,9 | 17,2 |
| 75 mm | 25 | 3,9 | 4,3 | 4,8 | 5,4 | 5,8 | 6,5 | 7,3 | 8,3 | 9,0 | 9,7 | 10,5 | 11,3 | 12,8 | 15,6 | 18,6 | 21,5 |
| | 30 | 4,7 | 5,2 | 5,8 | 6,4 | 6,9 | 7,8 | 8,8 | 9,9 | 10,8 | 11,7 | 12,6 | 13,5 | 15,4 | 18,8 | 22,4 | 25,7 |
| | 40 | 6,2 | 6,9 | 7,7 | 8,6 | 9,2 | 10,4 | 11,7 | 13,2 | 14,4 | 15,6 | 16,8 | 18,0 | 20,5 | 25,0 | 29,8 | 34 |
| | 60 | 9,3 | 10,4 | 11,6 | 12,9 | 13,8 | 15,6 | 17,5 | 19,8 | 21,7 | 23,3 | 25,1 | 27,0 | 31 | 38 | 45 | 51 |
| | 80 | 12,5 | 13,9 | 15,5 | 17,2 | 18,4 | 20,9 | 23,4 | 26,4 | 28,9 | 31 | 34 | 36 | 41 | 50 | 60 | 69 |
| | 100 | 15,6 | 17,4 | 19,3 | 21,5 | 23,0 | 26,1 | 29,2 | 33 | 36 | 39 | 42 | 45 | 51 | 63 | 75 | 86 |

Eksempel

Et 12 meter DN50 (Ø 60 mm) afløbsrør med 20 mm isolering og en afløbsventil skal have frostsikring ned til -25 °C (Δt = 30 K).

Det specifikke rørvarmetab $q_{rør}$ afhænger af rørets diameter, isoleringstæthed og temperaturforskell. Det specifikke rørvarmetab $q_{rør}$ fra tabellen viser 16,3W/m

λ er termisk ledeevne for isolering ≈ 0,04 W/mK.

Løsning:

Der er valgt en 1 streng DEVI Pipeguard 25 W/m med 1 kabeltilslutning.

Kabellængde:

$$L_{\text{kabel}} = n \cdot L_{\text{rør}} + 0,5 \cdot (C + FV + 2 \cdot T) = 1 \cdot 12 + 0,5 \cdot (1 \cdot 0,5 + 1 + 2 \cdot 0) = 13 \text{ m}$$

Der vælges en Devireg™ 610- styreenhed med følerkabel, der skal monteres mellem rør og isolering.

Alternativt: Der kan vælges to parallelle strenge med DEVIflex™ 10T 15 m, med en samlet længde på 30 m.

5.2 Detaljer om installation

Der er flere forskellige måder at fastgøre kablet til røret på:

1. Et eller flere kabler føres i en lige linje langs rørets side, se fig. 7 og fig. 8.
2. Kablet fastgøres til røret i bølger eller i en spiral, se fig. 9.
3. Kablet installeres inde i røret, se fig. 10. Den specielle rørfitting (3/4" + 1", 10 bar ved 23 °C, medfølger til DEVlaqua™) og er påkrævet til varmekabeltilslutningen til røret, se fig. 11.

Varmekablet monteres direkte på røret og fastgøres med aluminiumstape, i hele længderetningen, så der opnås optimal kontakt (varmeoverførsel) mellem kablet og røret. Det samme gælder for kabelfølerne.

Ved plastrør skal der først lægges aluminiumstape direkte på røret, hvor kablet skal installeres ovenpå, for at sikre en god varmespredning, da plastrøret ikke har nogen god varmeledningsevne.

Fig. 12 viser de anbefalede metoder til montering af kabelstrengene, afhængigt af det antal varmekabler der skal placeres på røret.

Temperaturføleren skal monteres i en vinkel på 90 grader fra varmekablet, regnet omkring rørets omkreds, eller mindst 5 cm væk fra det.

Men helst på den modsatte side af røret i forhold til placeringen af varmekablet.

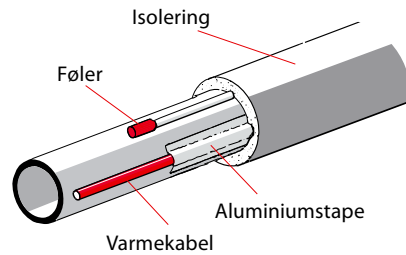


Fig. 7

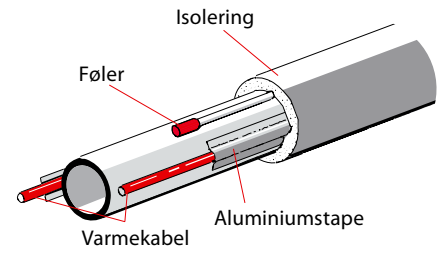


Fig. 8

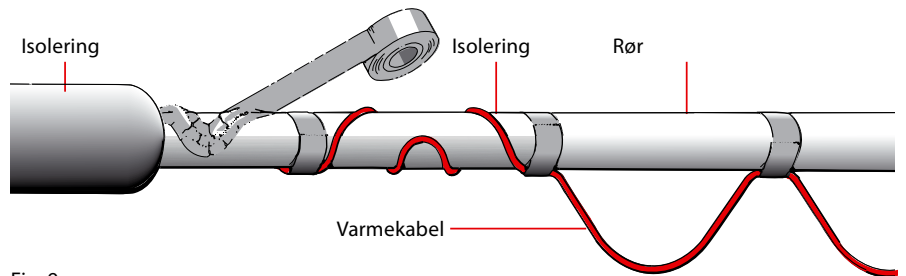


Fig. 9

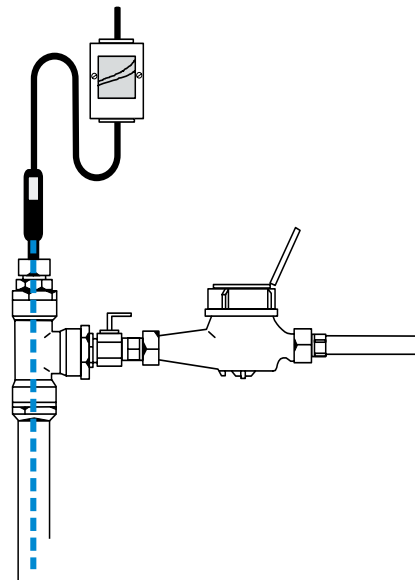


Fig. 10



Fig. 11

Montage af varmekabler på rør med stor diameter (> Ø 100 mm)

Hvis der anvendes rør med stor diameter, anbefales det stærkt at bruge flere, jævnt fordelte, længder varmekabel med lavere lineær effekt.

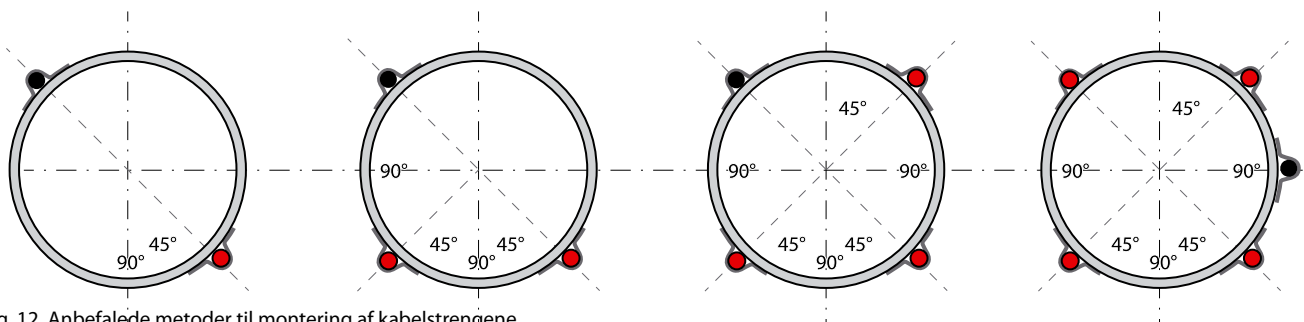


Fig. 12. Anbefalede metoder til montering af kabelstrengene.

Eksempel på en løsning med selvbeholdende varmekabler

Hvis maksimumlængden af det selvbeholdende varmekabel overstiger den længde, der er angivet på side 16 (under Valg af kabellængde), skal det deles i mindre afsnit.

Eksempel:

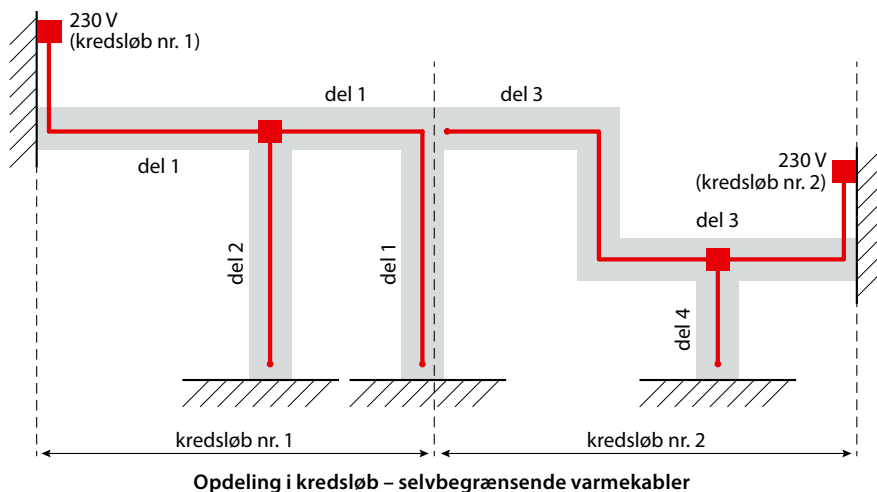
Der er valgt DEVipeeguard™ 10, og den samlede rørlængde er 256 m.

Forventet opstartstemperatur er -20 °C, ønsket rørtemperatur er $t = +5$ °C, og den maksimale sikringsstørrelse, der er tilgængelig, er 16 A. I henhold til tabellen på side 16 er den maksimale kabellængde for dette SLC kun 156 m. Det vil derfor være nødvendigt at dele røret i to uafhængige kredsløb, med separate strømforsyningspunkter, som vist på billedet.

Eksempel på deling:

Kredsløb 1: del 1 + del 2 = 156 m

Kredsløb 2: del 3 + del 4 = 100 m



Eksempel på løsning med konstant watt-varmekabler

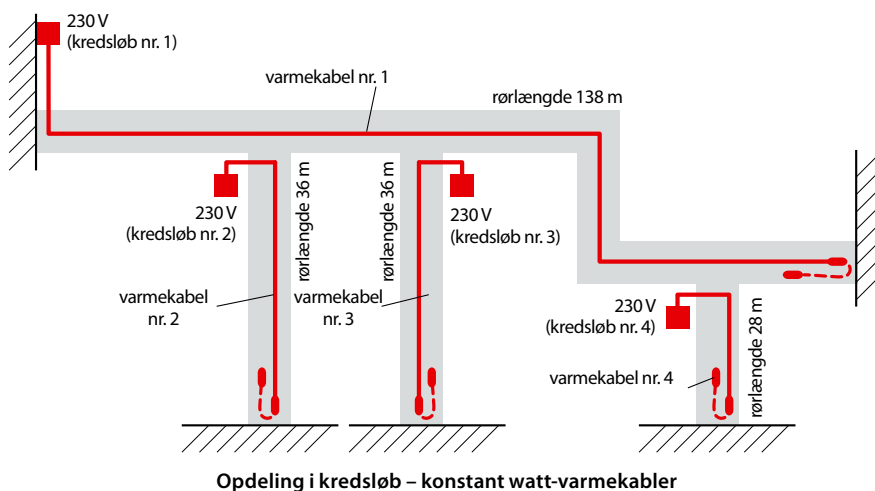
Hvis der bruges konstant watt-varmekabler, er den maksimale længde af kredsløbet begrænset af den maksimalt tilladte længde af varmekablet.

Fordi de konstant varmeafgivende kabler ikke må klippes over, tilsluttes der et nyt kabel ved hvert T-stykke. Hvert enkelt rør skal udstyres med et varmekabel, der er valgt, så det passer til rørets længde.

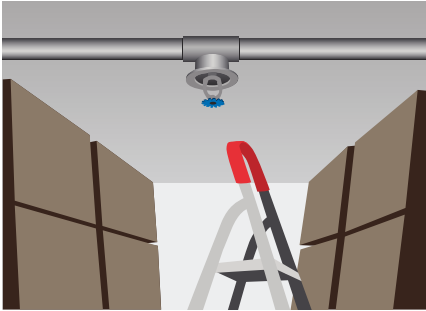
Eksempel:

Til frostsikring af et metalrør, som vist på billedet, blev der valgt følgende løsning:

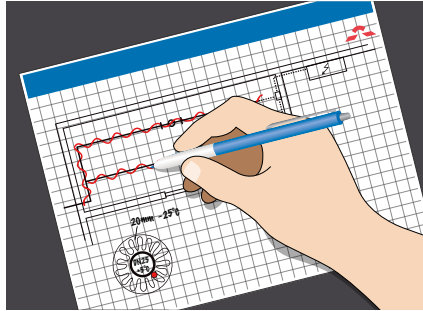
- Varmekabel nr. 1: DEViflex™ 10T, 140 m
- Varmekabel nr. 2: DEViflex™ 10T, 40 m
- Varmekabel nr. 3: DEViflex™ 10T, 40 m
- Varmekabel nr. 4: DEViflex™ 10T, 30 m



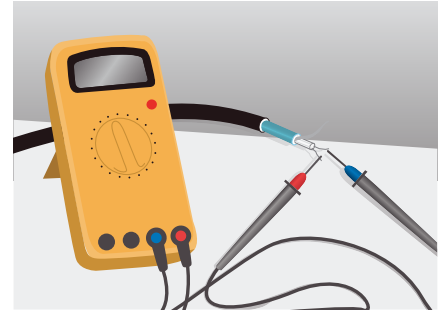
5.3 Installationsoversigt



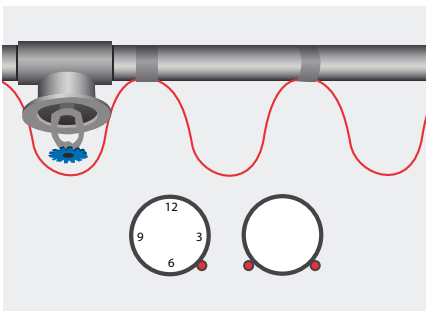
1. Kontrollér rørsystemet, der skal opvarmes, og sørg for, at rørene er tørre, glatte og tætte. Kontrollér og klargør eltavlen.



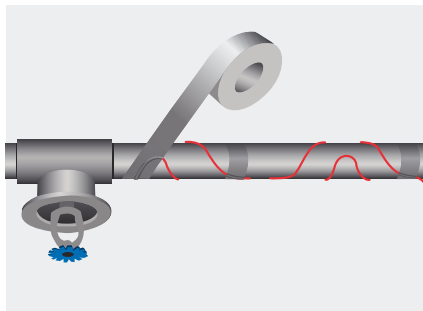
2. Tegn en plantegning over placeringen af kabler, følere og termostater, kabeltilslutninger, koldkabel, tilslutningsbokse, kabelstier og eltavle.



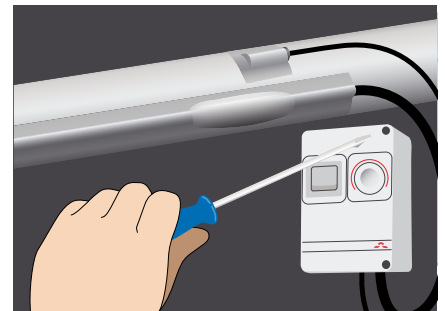
3. Kontrollér isolationsmodstand og ohmværdi for varmekablerne. Sammenlign ohmværdien med den nominelle, der er angivet på kablets mærkat.



4. Kabler, der er viklet rundt om rør, fastgøres som vist for hver 1 m rør ved hjælp af aluminiumstape. Lige kabler skal monteres som vist ved kl. 5 eller 7. Kabler i rør monteres direkte i røret og tætnes.

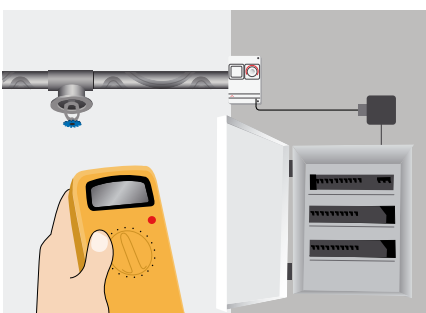


5. Påfør aluminiumstape under (obligatorisk for plasticrør) og oven på hele kabellængden. Sørg for, at kablerne ikke krydser skarpe kanter uden aflastning, og at konstant watt-kabler ikke krydser hen over sig selv. Fastgør kablet sikkert til røret med tape. Sørg for, at der ikke er luftlommer.

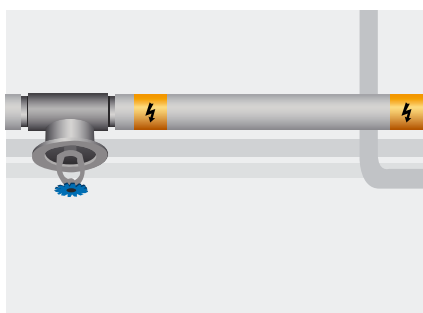


6. Monter og tildæk føleren og den øverste del af røret med aluminiumstape. Forlæng koldkabler/afslutningskabler, og anbring samlingerne på et tørt sted. Monter tilslutningsboksen på eller tæt på røret, og installer termostaten ved siden af røret.

Ibrugtagning



7. Kontrollér isolationsmodstanden samt ohmværdi for konstant watt-kabler. Tilslut kabler til tilslutningsbokse og til eltavlen.



8. Efter isolering sættes der advarselstape på isoleringsbeklædningen eller rørkanalerne for hver 5. meter. I installationer under jorden skal der lægges et dækbånd med en advarsel ud 10 cm over kablerne.

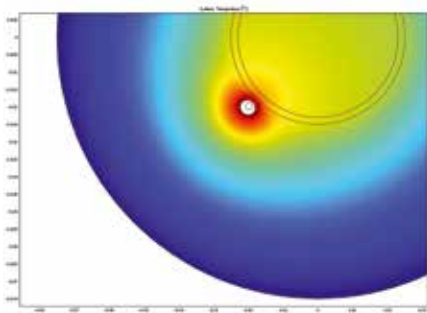
9. Kontrollér og sammenlign isolationsmodstanden igen, samt ohmværdien for konstant watt-kabler og jordmodstand.

10. DEVIreg™-termostaten skal tages i brug som beskrevet i manualen til termostaten. Anbefalet rørtemperaturindstilling er +3 til +6 °C

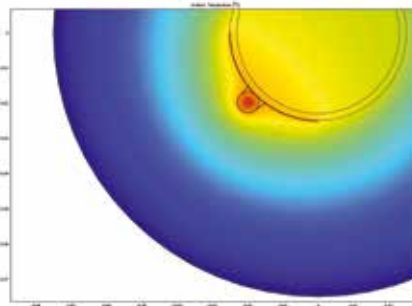
11. Slutbrugeren eller den tilsynsførende skal oplæres i, hvordan systemet til frostsikring anvendes og vedligeholdes.

12. Eltavle, termostat og følere kontrolleres for fejl på forhånd før hver varmesæson. Kontrollér og sammenlign isolationsmodstanden igen, samt ohmværdien for konstant watt-kabler og jordmodstand.

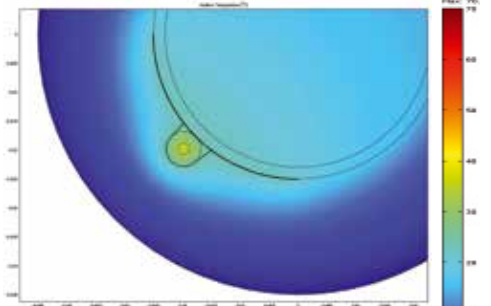
5.4 Vigtigt



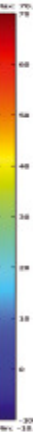
Ingen alutape overopheder konstant watt-kabler. SLC vil begrænse sig selv og give utilstrækkelig opvarmning.



Alutape over og under kablet giver bedre ydeevne. 50 mm isolering opretholder $\Delta t = 50K$



20 mm isolering opretholder $\Delta t = 30K$



Temperaturfordeling

Aluminiumstape og isolering er vigtige elementer i forhold til ydeevne og meget vigtige i forbindelse med plasticrør. Et DN50-plasticrør (f.eks. PP) med 10 W/m ved referencetemperatur $-10\text{ }^\circ\text{C}$ vises ved tre forskellige installationer.

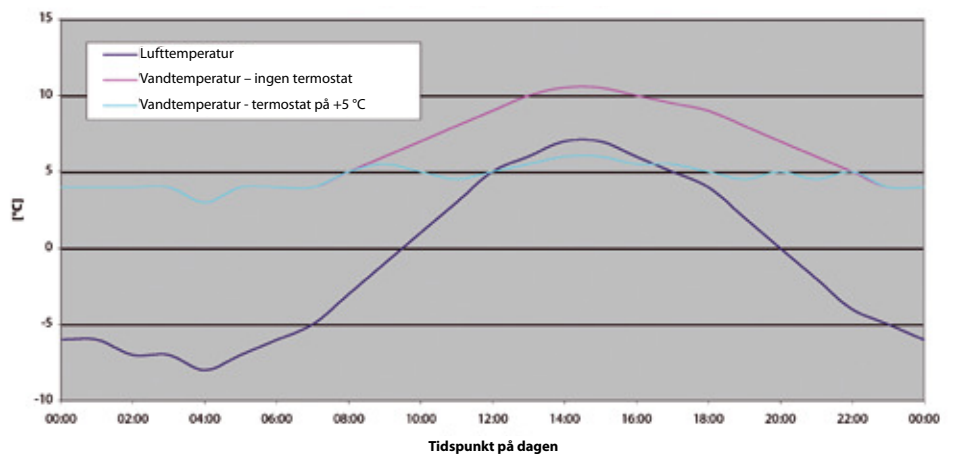
Selvbegrænsende kabler og standby-besparelser med termostat

Installer altid en termostat til selvbegrænsende kabler $>3\text{ m}$, fordi:

- Det forlænger kablets levetid
- Det reducerer energiforbruget ved standby
- Det betyder, at f.eks. drikkevand er koldt og friskt, når der ikke er behov for opvarmning.

Frostsikring af ferskvand i røret

Eksempel på temperaturcyklus på 24 timer



6. Cases

GASTURBINEANLÆG, Tereshkovo, Rusland

Rørsikring.

Projektstørrelse:

DEVIpipeline™ 33 – 170 m

DEVIpipeline™ 25 – 635 m

DEVireg™ 316 (10 til +50 °C) – 17 stk.

Udendørsføler GB IP-44 – 17 stk.

Tilslutningssæt til SL-kabler – 160 stk.

DEVIfast™ (25 m) – 36 stk.

Alutape 38 mm x 50 m – 1400 m



SPAR ZENTRALE SALZBURG, Salzburg, Østrig

Frostsikringsssystem på vandrør.

Projektstørrelse:

DEVIpipeline™ 10 – 700 m

Centralt placerede regulatorer – 25 stk.

