



Is og snesmeltningssystem til asfalt

Applikationsmanual



Indeks

1. Applikations beskrivelse	4
2. Systembeskrivelse	5
3. Produkter	7
4. Systemspecifikation	9
5. Installation	12
6. Bilag	16
7. Cases	20

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 virksomheden har over 75 års erfaring på området. Varmekablerne produceres på egne fabrikker i Frankrig og Polen, og hovedkontoret er placeret i Danmark.

Værdien af erfaring

Vi har installeret tusindvis af varmesystemer verden over i alle tænkelige omgivelser. Denne erfaring betyder, at vi kan tilbyde dig praktisk rådgivning om de systemer, som du har brug for, for at opnå de bedste resultater og holde omkostningerne så lave som mulige.

Is og snesmeltningssystem til asfalt

Dette kompendie viser DEVI's anbefalinger vedrørende beregning og installation af is- og snesmeltningssystemer til anvendelse i asfalt. Det giver vejledning i placering af varmekabler, elektriske data og installationer.

Nedenstående anbefalinger fra DEVI sikrer energieffektive, pålidelige og vedligeholdelsesfrie løsninger til varmekabelsystemer med op til 20 års garanti.

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

✓ ISO 9001 ✓ TS 16949

✓ ISO 14001

sammen med fuld overensstemmelse med EU-direktiver og produktgodkendelser



1. Applikationsbeskrivelse

Udgifter i vintersæsonen

I de senere år har der været mange tilfælde med menneskelige og økonomiske omkostninger på grund af det tiltagende hårde vintervejr. Skader på ejendom, forøgede vedligeholdelsesudgifter, tab af produktivitet, stigende forsikringspræmier, personskader og det, der er værre. Installation af et is- og snesmeltningssystem fra DEVI sikrer en stabil løsning på problemer, der opstår i forbindelse med is og sne.

Asfaltløsningen – med et første-klasses produktudvalg

DEVLasphalt™ is- og snesmeltningssystem, der installeres direkte i asfalten, så man undgår is og sne på sikrede arealer.

DEVLasphalt™-serien introducerer helt nye standarder for højtydende kabler, der bruges til is- og snesmeltning på asfalterede udendørs områder.

DEVI anbefaler DEVLasphalt™-kabler og -mætter til asfaltinstallationer, da de kortvarigt kan klare temperaturer op til 240 °C. Med denne type kabler og mætter er det ikke nødvendigt med et sandlag over kablet. Det sparer tid og installationsomkostninger.

For at undgå at beskadige kablerne bør tungt maskineri (tromler eller asfaldudlæggere) ikke bruges. Asfaldlaget bør have en tykkelse på mindst

5 cm fra toppen af DEVLasphalt™-varmekablerne. En elektriker skal sikre, at der er foretaget målinger for kabel-

og isolationsmodstand både før og efter udlægning af asfalt.



Med DEVLasphalt™-varmekabler og -mætter, der styres af elektroniske termostater med fugtfølere og temperaturfølere, kan du omkostningseffektivt beskytte tørre arealer som f.eks. parkeringsområder, ramper eller fodgængerveje til bygninger. Du opnår derved både komfort og sikkerhed og sparer samtidigt en masse trættende og tidskrævende arbejde.

En af de største fordele ved dette system er den hurtige responstid; dermed får du også den mest energieffektive løsning til is- og snesmeltningssystemer til udearealer.

Fordele

- **Effektiv fjernelse af is og sne**
- **Sikre trafik- og arbejdsområder**
- Hurtig **installation direkte i asfalt**, intet behov for at dække kabler med et sandlag eller beton
- Op til **20 % energibesparelse** sammenlignet med installation af varmeelementer i et sandlag
- **Omkostningsbesparelser** til reparation af asfalt efter vinteren (frostskafer)
- **Miljøet beskyttes** imod skader forårsaget af salt og optøningsmidler
- Automatisk snerydning **“døgnet rundt”**
- Intelligent flerzonestyling med **lavt energiforbrug**
- **PVC-fri** dobbeltledervarmekabler og -mætter (IEC 60800 og IEC 62395)
- Et vedligeholdelsesfrit system med op til **20 års fuld garanti** på varmekabler og varmemætter.

2. Systembeskrivelse

DEVI's mest almindelige is- og snesmeltningssystem i jorden er i forbindelse med parkeringsanlæg, indkørsler, fortove, udendørs trapper, læsseramper og broer.

Hovedformålet med applikationen er at smelte is eller sne på asfaltoverflader.

For sikker færdsel på udendørsarealer i vinterperioden skal sne og is fjernes fra overfladen. Opgaven kan løses manuelt eller på en mere intelligent måde – ved hjælp af et elektrisk is- og snesmeltningssystem med termostatstyring kombineret med fugt- og temperaturfølere, som kan styre flere zoner. Med et inaktivt system i koldt men tørt vejr sparer zonestyringen energi og reducerer omkostningerne.

Den automatiske styring af snesmeltningssystemet holder områder frie for sne, så de altid er farbare, både nat og dag.

En anden stor fordel ved systemet, som er installeret direkte i asfalten, er den hurtige responstid eller opvarmningstid sammenlignet med andre installationer.

De to hyppigste typer asfaltapplikationer er: støbeasfalt og vejasfalt/asfaltbeton.

Vigtigt: Hvis DEVLasphalt™-kablet eller -matten er indstøbt i asfalt:

- Der skal altid være to lag asfalt.
- DEVLasphalt™-kablet skal installeres i det første lag asfalt (maks. 8 mm stenfraktion).
- Hvis der anvendes vejasfalt, skal det første lag lægges ud med en håndtromle.
- Det første lag skal nedkøles til maks. 80 °C, før det andet lag lægges ud.
- Det andet lag kan nu tromles med en tromlevægt på maks. 500 kg.

Ved installation af is- og snesmeltningssystemer på skrånede arealer kan det være nødvendigt at etablere afløb til smeltevand. Afløbssystemet skal ligeledes være beskyttet mod dannelse af is.

Diagrammet nedenfor viser værdierne for opvarmningstiden for to forskellige indkørsler. Varmekablet, der er installeret direkte i asfalten (rød linje), kan opvarme overfladen ca. fire gange hurtigere sammenlignet med det kabel, der er installeret i et sandlag med belægningssten (blå linje).

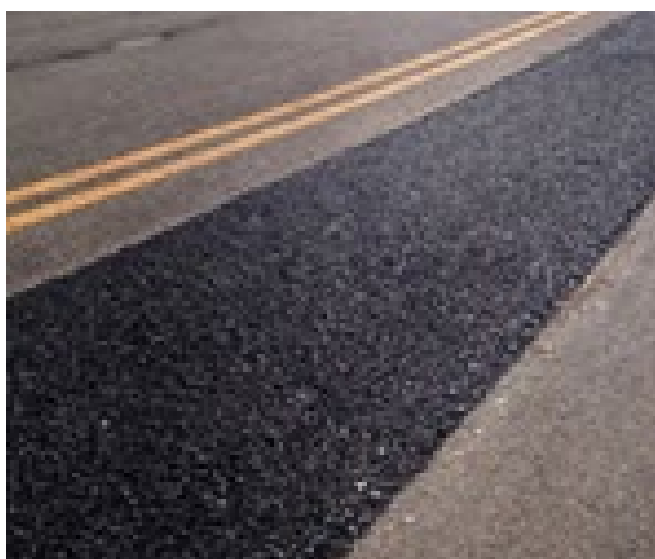
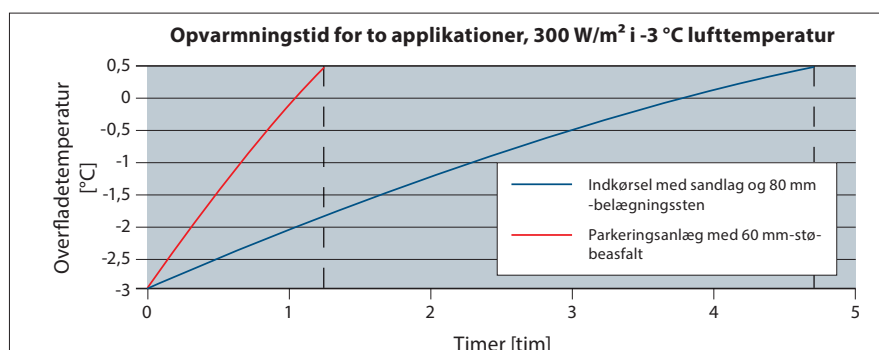


Fig. 1 – DEVLasphalt™-varmekabel under det første lag vejasfalt, der er lagt ud med en håndtromle.



Fig. 2 – Kablerne er beskyttet af betonen forud for næste asfaltudlægning.

2.1 Støbeasfaltapplikation

Støbeasfalt er en tæt masse, der består af mineraler såsom stenflis, sand, kalkstenspulver og bitumen. Når støbeasfalt bruges sammen med varmekabler, må det ikke indeholde skarpe fragmenter, da disse vil kunne beskadige varmekablerne.

Støbeasfaltens gode varmeledningsevne kan tilskrives dens høje indhold af bitumen, der er meget højere end i vejasfalt/asfaltbeton.

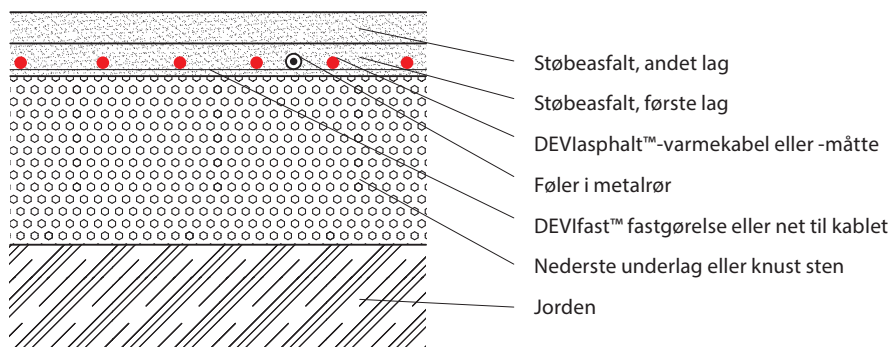
Når støbeasfalt opvarmes til høje temperaturer, omdannes det til en tyk væske, der kan hældes ud på overfladen.

Den primære forskel på støbeasfalt og vejasfalt/asfaltbeton er massefylden.

Støbeasfalt giver en perfekt glat overflade. Den bruges ofte i parkeringshuse, på broer eller i tunneller.

Støbeasfalt behøver ikke at blive tromlet i modsætning til vejasfalt.

Støbeasfaltens temperatur må ikke overstige 240 °C, når den hældes over kablerne.



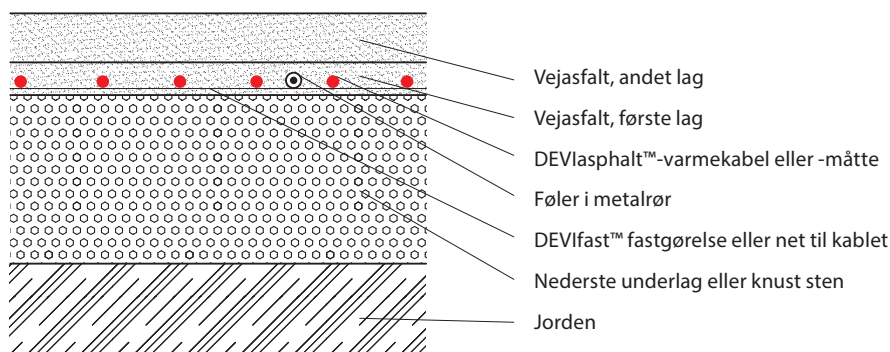
2.2 Vejasfalt-/asfaltbetonapplikation

Vejasfalt/asfaltbeton består typisk af 5 % asfalt-/bitumencement og 95 % tilslagsmaterialer (sten, sand og grus).

Den påkrævede temperatur ved udspreddning kan variere afhængigt af asfaltens egenskaber og er normalt 130-150 °C.

Det er nemt at vedligeholde asfaltbelægninger. Slidte eller ødelagte overflader kan fræses, fjernes og erstattes med en ny belægning. Vejasfalt lægges ofte i komprimerede lag ved hjælp af mekaniske tromler.

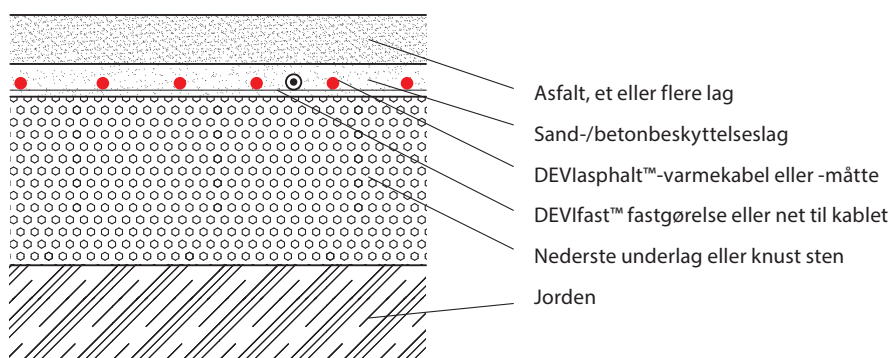
Det første lag vejasfalt skal lægges ud med en håndtromle. Det andet lag kan tromles med op til 500 kg.



2.3 Applikation med termisk beskyttelseslag

Varmekabler eller -mætter kan placeres i et termisk beskyttelseslag – sand, beton eller lignende. Det sikrer, at varmekablet beskyttes mod høje temperaturer ved udlægningen af asfalt.

Når beton bruges som beskyttelse, er det muligt at lægge asfalt ud uden nogen vægtbegrænsning.



3. Produkter

Varmeelementer

Til et varmesystem, der er installeret i asfalt, kan følgende varmeelementer anvendes:

- DEVlasphalt™ 30T-varmekabel
- DEVlasphalt™ 300T-varmemåtte

Varmekabler fra DEVI giver en sikker, effektiv og økonomisk løsning.

DEVlasphalt™-kabler og DEVlasphalt™-måtter er produkter specielt designet til indstøbning i støbeasfalt eller vejasfalt/asfaltbeton.

Den kolde tilledning på 10 m har massive kobberledere, der sikrer en hurtig og sikker montage i klemmuffen.

Alle kabler tjekkes, ohmværdien måles og holdes op mod påstemplet nominel værdi. Kablets isolationsværdi tjekkes.

DEVlasphalt™ 30T varmekabel og DEVlasphalt™ 300T kabelmåtte er et et to-leder varmekabel til installation i asfalt ved en kortvarig maksimal temperatur på 240 °C. Kablerne er i overensstemmelse med EN62395-1:2006 og IEC 60800:2009 klasse M2 – M2 står for høj mekanisk styrke.

Varmekablet og varmekabelmåtten leveres med et 10 m koldkabel.

Diameter på varmekabel er 7 mm.

Varmekabelprogrammet er 30 W/m ved 400 V.



Varmekablerne fås i forskellige længder fra 8,5-215 m.

DEVlasphalt™ 300T varmekabelmåtten består af et DEVlasphalt™ varmekabel monteret på et plastnet.

Varmekabelmåtterne er 300 W/m² ved 400 V.

Bredde varmekabelmåtten er 0,75m.

Tilgængelige længder: 3,2m til 28,2m.

Bemærk: Tallet til sidst i kablets og kabelmåttens navn henviser til den lineære effekt – W/m eller effektareal – W/ m². Bogstavet "T" står for to-leder kabel.

Fastgørelse



Hvis der anvendes varmekabel, anbefales det at bruge et montagebånd til at fastgørelse, som metalgalvaniseret DEVifast™-montagebånd. Montagebåndet placeres med en afstand på ca. 25-30 cm.

Styring

Arealer, der skal sikres, er størrelsesmæssigt meget forskellige. DEVI har reguleringer, der matcher såvel små som store anlæg.

DEVireg™-termostater fås som enkle enheder med en ledningsføler eller udeføler, eller de mere avancerede typer med både fugt- og temperaturregistrering. Disse giver mulighed for store besparelser i forhold til de mere simple.

Produktudvalget af styreenheder er udviklet til udendørs systemer og omfatter følgende:

- DEVireg™ 330 (-10 til +10°C)
- DEVireg™ 610 (-10 til +50°C)
- DEVireg™ 850 styreenhed med jord-sensor med integrerede temperatur- og fugtfølere.

Til styring af simple systemer eller systemer med lav effekt anbefales en termostat med jordtemperaturføler. DEVireg™ 330-termostat (-10 til +10 °C) til DIN-skinne anbefales som en standardløsning. Den kan også anvendes med en vægmonteret DEVireg™ 610, IP44.

Alle ovenstående termostater er udstyret med en ledningsføler – NTC 15 kohm ved 25 °C, 3 m.

Til styring af is- og snesmeltningssystemer med større effekter er den bedste løsning DEVireg™ 850-regulatoren/-styreenheden med integrerede fugt- og temperaturfølere til jord og tag.

DEVireg™ 850 er en tozonestyreenhed med mulighed for tilslutning af op til fire følere, som sikrer optimal styring af det udendørs varmesystem. I forhold til systemer med typisk jordtemperaturmåling muliggør denne regulator en reduktion af energiomkostningerne med op til 30-40 %.



DEVireg™ 330 (-10 til +10 °C) med kabelføler i sæt



DEVireg™ 610



DEVireg™ 850 med jordføler

Produkter - generel oversigt over is- og snesmeltning ved asfaltanlæg

Produkt	Valgmuligheder	Beskrivelse
DEVlasphalt™ Resistiv varmekabel	DEVlasphalt™ 30T 400 V-program	To-leder, 100 % skærmet, UV-bestandigt, sort, kortvarig kontakt med 240 °C er tilladt, 30 W/m (400 V). DIN IEC 60800:2009 M2, EN 62395-1:2006
DEVlasphalt™ Resistiv varmemåtte	DEVlasphalt™ 300T 400 V-program	To-leder, 100 % skærmet, UV-bestandigt, sort, kortvarig berøring med 240 °C tilladt, 300 W/m (230 V/400 V). DIN IEC 60800:2009 M2, EN 62395-1:2006
Fastgørelse	DEVIfast™ Metal	25 m-pakke, galvaniseret metal.
DEVlreg™ Regulator	DEVlreg™ 850	Tilslutning til jord- og tagfugtføler samt -temperaturføler, maks. 4 følere, 2 zoner, 2 x 15 A, PSU 24 V, DIN-skinne
Fugt- & temperaturføler	Jordføler til DEVlreg™ 850	Ø93 x 98 mm, IP67, 15 m tilslutningskabel 4 x 1 mm ²
Tilbehør	PSU 24 V til DEVlreg™ 850	Ekstra PSU til DEVlreg™ 850 med 3-4 følere
DEVlreg™ Termostat	DEVlreg™ 330 (-10 til +10 °C)	5-45 °C, 16 A, IP20, med kabelføler, 3 m, DIN-skinne
DEVlreg™ Termostat	DEVlreg™ 610	-10 til +50 °C, 10 A, IP44, med kabelføler, 3 m, installation på væg/rør
Temperaturføler	10 m, PVC	Kabelføler, Ø8 mm, IP65, NTC 15 kohm ved 25 °C

Se venligst DEVI's produktkatalog for yderligere oplysninger.



4. Systemspecifikation

Følgende afsnit indeholder overslag baseret på ASHRAE Applikationshåndbogen og historiske vejrdata.

Tallene er kun vejledende og kan variere afhængigt af arealets størrelse, vindstyrken og den specifikke konstruktion i jorden.

4.1 Effekt

Den påkrævede varme til smeltning af sne afhænger af følgende overordnede faktorer:

- Vejrdata (minimumstemperatur, maks. snefaldsrate, vindstyrke, luftfugtighed, højde over havet)
- Projektdetaljer (materialer, fundamenttype, dimensioner, isolering)
- Eldata (spænding, effekt, krav til styring)
- Forventninger til systemets ydeevne
- Sikkerhedsfaktor

Der kan foretages en evaluering af den specifikke effekt til is- og snesmeltningssystemer på grundlag af diagrammet og andre lignende dokumenter.

F.eks. er varmetabet forårsaget af vindstyrken og temperaturforskellen imellem overfladen og omgivelsesluften beskrevet i ASHRAE-applikationshåndbogen fra 2003 (se fig. 3).

Under middelsvære vejrtilstande og 6 sekundmeter vind er varmetabsværdien ved valg af $\Delta T = 10$ K (fra -3 K til +7 K) eksempelvis omkring 230 W/m^2 (markeret med den røde stiplede linje i fig. 3).

Det betyder, at opvarmning af overfladen til 10 grader kræver 230 W/m^2 eller $230 / 10 = 23 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$.

Helt overordnet kræves der strøm på ca. 23 W til at opvarme et udendørsareal på 1 m^2 op til 1°C ved moderate vintervejrforhold. Eller den beregnede varmeudvekslingskoefficient til udendørs overflader er ca. $23 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ (også kaldet α_{out} – "alpha out").

IEC 62395-2 indeholder et eksempel på en anden evaluering af typiske

Installeret effekt (i W/m^2) for områder med asfalt er identisk med andre is- og snesmeltningssystemer. Supplerende oplysninger om ydeevnen på is- og snesmeltningssystemer og om regulering fremgår af manualen til udendørs applikationer.

Ved installation af is- og snesmeltningssystemer, kan det være nødvendigt at etablere afløb til smeltevand ved foden af skråninger, gangbroer osv. Afløbssystemet skal ligeledes være beskyttet mod dannelse af is.

Intet baggrundstab og arealbredde 6 m og 50 % skydække
Overfladetemp. -3°C og 70 % relativ luftfugtighed

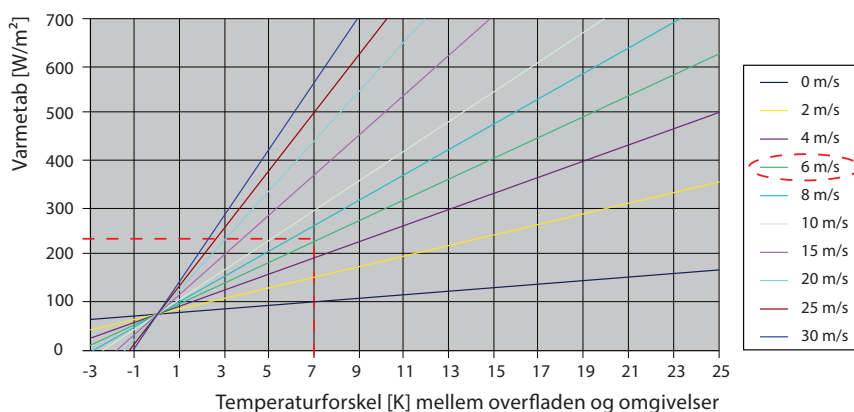


Fig. 3. Vind- og temperaturafhængigt varmetab

Vejrsituation	Applikationens vigtighed		
	Minimum, f.eks. gangstier og indkørsler ved boliger	Moderat, f.eks. gangstier og indkørsler ved virksomheder	Maksimum, f.eks. højhuse, hospitalers skadestueindgange og helikopterlandingspladser
	W/m²		
Mildt	150 til 250	250 til 350	300 til 400
Alvorligt	200 til 300	300 til 400	350 til 500
Meget alvorligt	250 til 350	400 til 550	450 til 750

Tabel 1. IEC62395-2. Typiske varmebelastninger til smeltning af sne

varmebelastninger til snesmeltning (se tabel 1).

Værdierne i tabel 1, som er lavere end 250 W/m^2 , bør kun bruges i begrænset omfang, f.eks. i lande med varmt klima eller med baggrund i teknisk berettigelse. Lave effekter i intervallet $150\text{-}200 \text{ W/m}^2$ vil muligvis ikke være tilstrækkelige til at smelte sne og is.

Til is- og snesmeltningssystemer anbefales følgende effekter:

- minimum – 250 W/m^2
- optimalt – 350 W/m^2

Effekter til is- og snesmeltningssystemer skal beregnes i overensstemmelse med gældende lokale normer og regulativer.

Tilføj 100 W/m^2 i følgende situationer:

- For hver 1.000 m højde over havet
- Hvis det opvarmede område er en fritstående konstruktion uden isolering
- Hvis den lokale, gennemsnitlige vindstyrke er
- $>6 \text{ m/s}$
- Hvis der er behov for et mere effektivt system
- Hvis det sner ved temperaturer under -10°C .

Bemærk: Det anbefales at dimensionere effekten til is- og snesmeltningssystemer så højt som muligt.

Mindste smeltetemperatur

Det primære formål med is- og snesmeltningsystemer er at smelte, dvs. opretholde +3 °C på overfladen. Enhver effektstørrelse kan tilpasses efter den laveste temperatur, hvorved is eller sne fortsat smelter, og et varmesystem lever op til dets primære formål. Tabel 2 viser værdier for varmeeffekt (W/m²) og temperaturer, hvorved systemet sikrer smeltning af is og sne eller med andre ord tilvejebringer konstante +3 °C på overfladen.

Effekt, W/m ²	Min. lufttemperatur ved +3 °C på overfladen ($\alpha_{ud} = 23 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$)
250	-8 °C
300	-10 °C
350	-12 °C
400	-14 °C
550	-21 °C

Tabel 2. Mindste smeltelufttemperatur i forhold til effekt. ΔT overflade-luft beregnes som effekten divideret med varmevekslingskoefficienten 23 W/(m²·K).

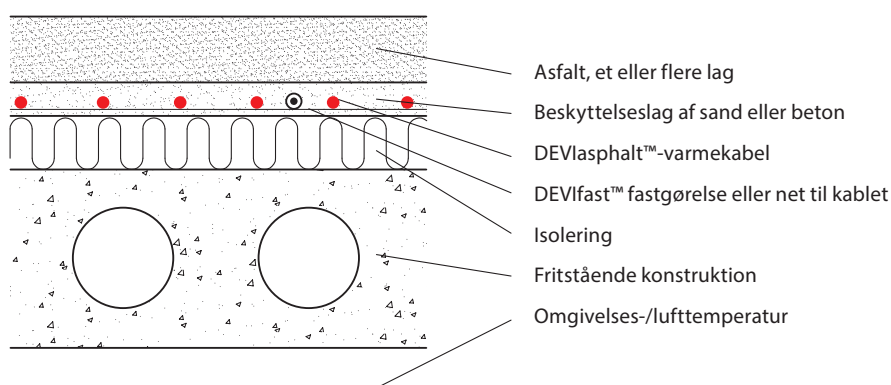
Hvis der eksempelvis installeres 250 W/m², muliggør opvarmningssystemet smeltning af is og sne ved en lufttemperatur, som ikke må være lavere end -8 °C ($\Delta T = 250/23 \approx 11 \text{ °C}$). Hvis omgivelsestemperaturen/lufttemperaturen derimod f.eks. er -12 °C, bliver overfladetemperaturen -1 °C, med $\Delta T = -11 \text{ °C}$ ved en effekt på 250 W/m². Det betyder, at systemet forbruger strøm til at varme overfladen op, men at det slet ikke smelter isen eller sneen.

4.2 Isolering

Fordelen ved isolering er betragtelig ved fritstående konstruktioner som f.eks. ramper eller broer, trapper osv. Isolering af konstruktionens åbne sider skal også overvejes.

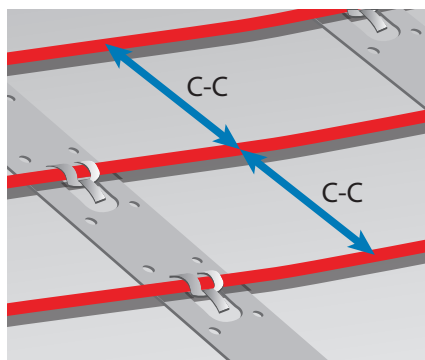
I dette eksempel udsættes en 6 m bred bro for sne ved en lufttemperatur på -3 °C samt en tværgående vind, der bevæger sig med 4,5 m/s. Det beregnede omtrentlige varmetab nedad fremgår af tabellen nedenfor.

Isoleringstykkelse	Varmetab nedad, %
Ingen isolering	36
20 mm	23
50 mm	15
100 mm	9



4.3 C-C-afstand og tilsvarende effekt (W/m²)

C-C-afstanden er afstanden fra midten af et kabel til midten af det næste (kaldes også installationstrin eller indbyrdes kabelafstand).



Bemærk! Varmekablets bukkediameter skal være mindst 6 gange kablets diameter.

C-C-afstanden og den tilsvarende effekt W/m² kan beregnes ud fra formler (se også kompendie – Kabelgulvvarmesystemer):

$$C - C [\text{cm}] = \frac{\text{Areal} [\text{m}^2]}{\text{Kabellængde} [\text{m}]} \cdot 100 \text{ cm}$$

eller

$$C - C [\text{cm}] = \frac{\text{Kabeleffekt} [\text{W}/\text{m}]}{\text{Varmeeffekt} [\text{W}/\text{m}^2]} \cdot 100 \text{ cm}$$

DEVIasphalt™-kablets effekt for nogle C-C-afstande er vist i tabellen:

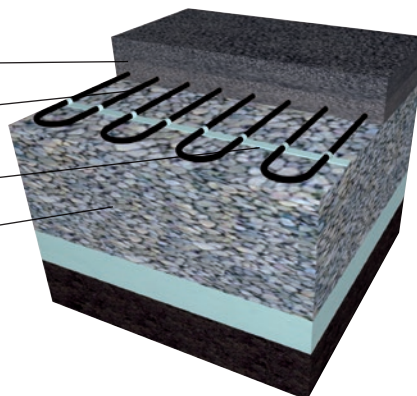
C-C-afstand, cm	Varmeeffekt, W/m ² (400 V)
	DEVIasphalt™ 30T
5	600
6	500
7	429
7.5	400
8	375
9	333
10	300

4.3 Installationsmetode til asfaltapplikation

Varmekabler indstøbt direkte i asfalt

Jordarealer såsom parkeringspladser

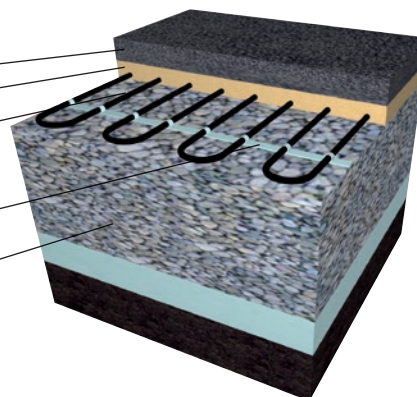
- Asfalt, to lag
- DEVlasphalt™-kabler eller DEVlasphalt™-måtte
- DEVfast™ eller fastgørelse af kablet i net
- Nederste underlag eller knust sten



Varmekabler indstøbt i et beskyttelseslag under asfalten

Jordarealer såsom indkørsler, gangbroer og fortove

- Asfaltbeton
- Beton eller sand
- DEVlasphalt™-kabler eller DEVI-asphalt™-mætter
- DEVfast™ eller fastgørelse af kablet i net
- Nederste underlag eller knust sten



4.4 Styring

Is- og snesmeltningssystemer er forskellige og kræver forskellige termostater. Produktudvalget af styreenheder er udviklet til udendørs systemer og omfatter følgende:

Til styring af simple systemer eller systemer (ca. op til 2kW) anbefales en termostat med temperaturføler. Føleren er normalt installeret i et metalbør tæt på varmekablet ("i jorden").

DEVlreg termostater med temperaturføler, som DEVlreg™ 330 (-10-+10°C), DEVlreg™ 610 (-10 - +50°C)

Sørg for, at termostaten placeres korrekt under hensyntagen til dens kapslingsgrad IP20 (rumtermostat).

Alle termostater er udstyret med en kabeltemperaturføler – NTC 15 kohm ved 25 °C, 3 m.

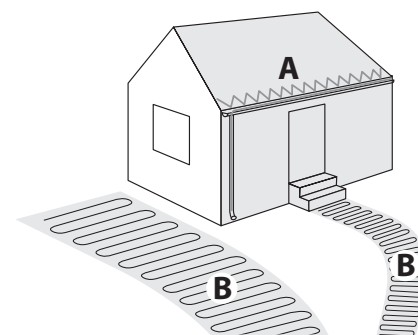
Følerkablet skal have en passende længde, så det er muligt at måle temperaturen på det rette sted. Der skal anvendes en ekstra standardfølerlængde, for eksempel 10 m. Alternativt kan følerkablet justeres til en hvilken som helst længde ved kabelstørrelser på mindst 0,5 mm².

Til styring af is- og snesmeltningssystemer anbefales DEVlreg™ 850-regulatoren/-styreenheden med en integreret temperatur- og fugtføler. Vi anbefaler denne type regulator til installationer med en effektkapacitet på mere end 5 kW eller til mindre installationer, hvor optimal udnyttelse af energien har høj prioritet.

DEVlreg™ 850 er en tozonestyreenhed (A og B) med mulighed for tilslutning af fire integrerede fugt- og temperaturfølere til jord og tage, som sikrer maksimal styring af varmesystemet.

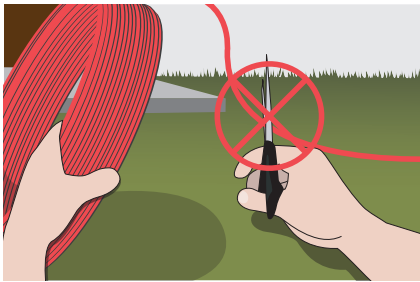
Jordføleren er udstyret med 15 m kabel til tilslutning af regulator.

I forhold til systemer med typisk jordtemperaturmåling muliggør denne regulator en reduktion af energiomkostningerne med op til 30-40 %.



5. Installation

5.1 Generelle sikkerhedsinstruktioner



Varmeelementet må aldrig skæres over eller afkortes.

- Hvis varmeelementet skæres over, bortfalder garantien.
- Kolde tilledninger kan afkortes efter behov.

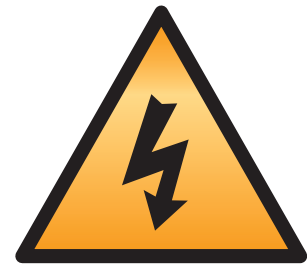
Elementerne skal altid installeres i henhold til de lokale bygningsregulativer og regler om kabelføring samt retningslinjerne om korrekt installation og denne installationsmanual.

- Enhver anden form for installation kan forringe elementets funktionsdygtighed eller udgøre en sikkerhedsrisiko, hvorved garantien bortfalder.
- Sørg for, at elementer, kolde tilledninger, tilslutningsbokse og andre elektriske komponenter ikke kommer i kontakt med kemikalier eller brændbare materialer under eller efter installation.



Elementerne skal altid tilsluttes af en autoriseret elektriker ved hjælp af en fast installation.

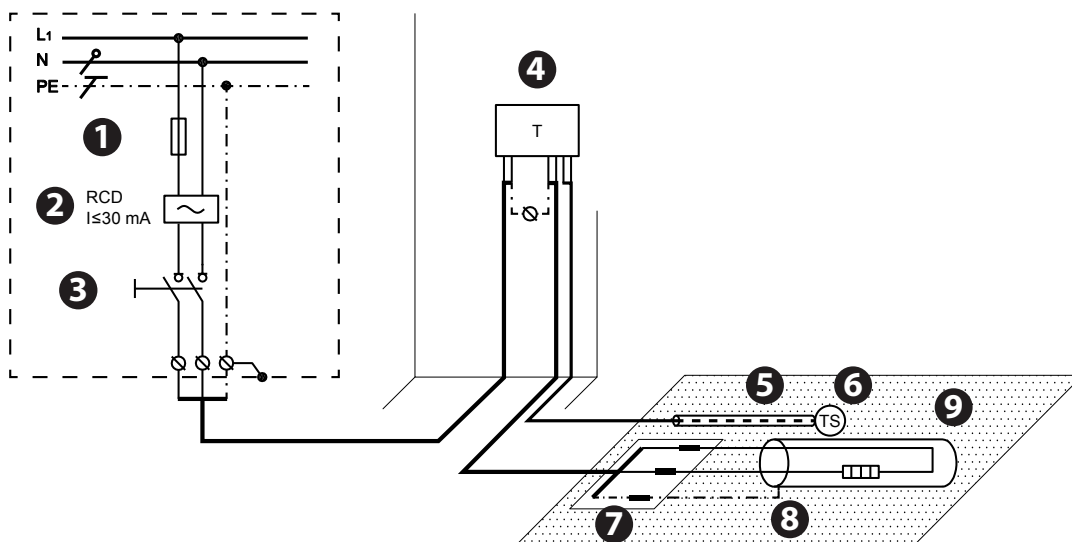
- Frakobl alle strømkredse før installation og service.
- Slutbrugeren må ikke have direkte adgang til tilslutningen til strømkilden.
- Hver varmekabelskærm skal jordes i henhold til de lokale regler på elområdet og forbindes til en fejlstrømsafbryder (RCD).
- Det anbefalede RCD-udløsningspunkt er 30 mA, men det kan være op til 300 mA, hvis den kapacitive lækstrøm kan medføre fejludløsning.
- Varmeelementerne skal forbindes ved hjælp af en flerpolet afbryder.
- Elementet skal være forsynet med en korrekt dimensioneret sikring eller strømafbryder, for eksempel 10/13 A for en kold tilledning på 1,5 mm² og 16/20 A for en kold tilledning på 2,5 mm².



Tilstedeværelsen af et varmeelement skal

- synliggøres ved hjælp af skiltning eller markeringer ved strømtilslutningsfittings og/eller løbende langs med kredsens ledning på let synlige steder
- fremgå i al elektrisk dokumentation efter installationen.

Den maksimale varmeeffekt (W/m² eller W/m) for den faktiske applikation må ikke overskrides.

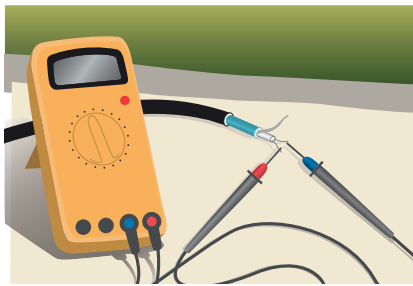


1. Sikring
2. RCD
3. Flerpolet afbryder
4. Termostat
5. ledningsrør
6. Føler
7. Tilslutningsmuffe
8. Kabelskærm
9. Varmekabel

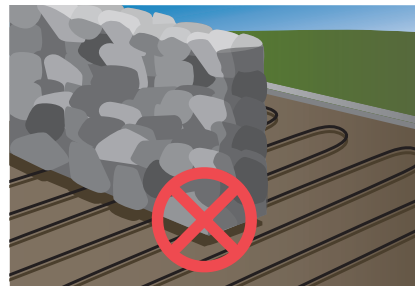
5.1.1 Ved udførelse af installationen:



Forbered installationsstedet på passende vis ved at fjerne skarpe genstande, snavs osv.



Mål ohmmodstanden og isolationsmodstanden regelmæssigt og som minimum: før, under og efter installationen.



Installér ikke varmeelementer under vægge og faste forhindringer. Mindst 6 cm plads er påkrævet. Hold elementerne væk fra isoleringsmateriale, andre varmekilder og ekspansionsfuger.



Varmeelementerne må ikke berøre eller krydse hinanden eller andre varmeelementer, og de skal være fordelt ensartet over arealerne.

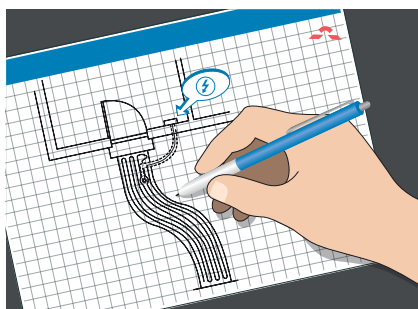


Elementerne og især tilslutningen skal beskyttes mod belastning og mekanisk påvirkning.



Elementet skal have temperaturstyring og må ikke kunne fungere ved en omgivelsestemperatur på over 10 °C ved udendørs applikationer.

5.1.2 Planlægning af installationen



Tegn en skitse af installationen, som viser

- elementlayout
- kolde tilledninger og tilslutninger
- forgreningsdåse/kabelkasse (hvis relevant)
- føler
- tilslutningsboks
- termostat/regulator

Gem skitsen

- Hvis du kender den præcise placering af disse komponenter, lettes senere fejlsøgning og udbedring af defekte elementer.

Vær opmærksom på følgende:

- Overhold alle sikkerhedsretninglinjer.
- Overhold den foreskrevne C-C-afstand (indbyrdes kabelafstand) og afstanden imellem måtterne.
- Overhold den påkrævede installationsdybde og eventuelle forskrifter for mekanisk beskyttelse af kolde tilledninger i henhold til lokale bygningsreglementer.
- Når der installeres mere end ét varmeelement, må elementerne under ingen omstændigheder serieforbindes, men alle kolde tilledninger skal føres parallelt til tilslutningsboksen.
- Med enkeltleder kabler skal begge kolde tilledninger forbindes med tilslutningsboksen.

5.2 Installation

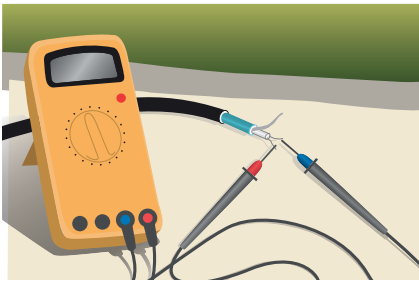
5.2.1 Klargøring af installationsstedet



Fjern alle rester af gamle installationer, hvis dette er aktuelt.

- Sørg for, at installationsoverfladen er jævn, stabil, glat, tør og ren.
- Fyld om nødvendigt mellemrum rundt om slanger, afløb og vægge.
- Der må ikke være nogen skarpe kanter, snavs eller fremmedlegemer.

5.2.2 Installation af varmeelementerne



Det frarådes at installere varmeelementer ved temperaturer på under -5 °C.

Varmekablerne kan blive stive ved lave temperaturer. Forbind kablet/-måtten med netstrømmen kortvarigt (få minutter). Kablet eller måtten skal være rullet ud, mens dette finder sted!

Måling af modstand

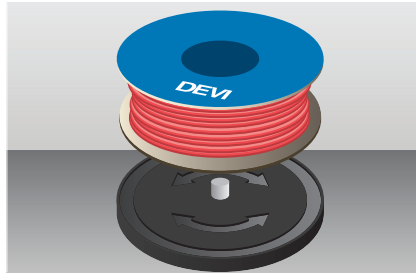
Mål, kontrollér og notér elementets modstand under installationen.

- Efter udpakning.
- Efter fastgørelse af elementerne.
- Når installationen er færdig.

Hvis den ohmske modstand og isolationsmodstanden ikke er som på etiketten, der er anbragt på produktet og på produktets transportemballage, skal elementet udskiftes.

- Den ohmske modstand skal være inden for -5 og +10 % af den angivne værdi.

- Isolationsmodstanden skal udgøre > 20 MΩ efter et minut ved min. 500 V DC.

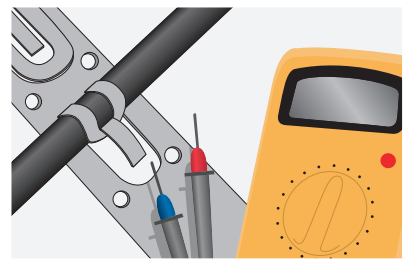


Overhold alle instruktioner og retningslinjer i afsnittet om generel sikkerhed og i installationsvejledningen.

Varmeelementer

- Placer varmeelementet således, at det befinder sig mindst halvdelen af C-C-afstanden fra forhindringer.
- Varmeelementer skal altid være i god kontakt med varmelederen (f.eks. beton).
- Hvis der arbejdes med varmemåtter, skal de fastgøres til underlaget. Visse måtter er forsynet med en limbelagt overflade, der hæfter godt på en rengjort og grundbehandlet overflade.

Varmemåtter

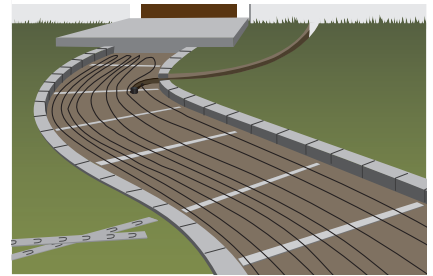


- Ved udrulning af varmemåtterne skal varmekablerne vende opad. Hvis der er tale om asfalt, skal varmemåtterne rulles ud med plastnet over varmekablerne.
- Når varmemåtten når områdets grænse, skal beklædningen/nettet skæres over og måtten vendes, før den rulles tilbage.

Forlængelse af kolde tilledninger

- Undgå om muligt forlængelse af kolde tilledninger. Forbind f.eks. kolde tilledninger til forgreningsdåser eller kabelkasser.
- Vær opmærksom på effekttab ved forlængelse af kolde tilledninger, og træf forholdsregler i overensstemmelse med lokale regulativer og regler for ledningsføring.

5.2.3 Installationsoversigt



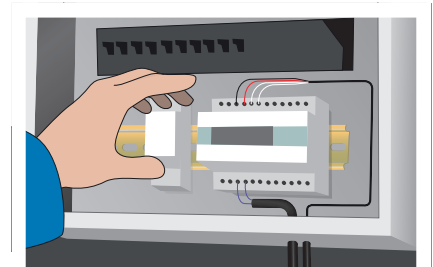
Forbered installationsoverfladen med DEVIflex™-fastgørelsesudstyr og/eller armeringsnet.

Anlæg følerkreds med Ø 16-20 mm lavet af varmebestandigt materiale, for eksempel metal. Fastgør kanalen, der skal fungere som følerør til DEVIreg™ 850-jordføleren, hvis der installeres en sådan.

Anbring kolde tilledninger og tilslutninger på et tørt sted. Tætn alle gennemgange i vægge og lignende konstruktioner. Udlæg advarselstape over kolde tilledninger.



Efter nedlægning af sten eller udlægning af beton/asfalt installeres den eller de eksterne føler(e), og følerkablet eller -kablerne forlænges i henhold til vejledningen.



DEVIreg™-termostaten/-regulatoren skal ibrugtages som beskrevet i installationsmanualen og justeres på steder, hvor lokale forhold afviger fra fabriksindstillingerne.

Eltavle, termostat og følere kontrolleres for fejl på forhånd før hver sæson.

5.3 Forholdsregler

Sørg for at rengøre området omhyggeligt for sten og skarpe kanter.



Beskyt varmekablerne imod overdreven brug af river, skovle, vibratorer og tromler.



Tip ikke trillebøren, så den støttes direkte på kablerne.

Fastgør kablerne med korte afstande på den underliggende konstruktion, så det sikres, at kablet bliver liggende i den rigtige position.

Det anbefales at slutte en summer eller en anden form for alarm til kablerne, så der kan alarmeres, i tilfælde af at der trods enhver forsigtighed sker nogen form for beskadigelse af kablet. Der vil på den måde være mulighed for at opdage dette i en fart og få problemet løst så billigt og så hurtigt som muligt.

Sørg for, at alle kablerne vender i retning af det elskab, hvor kablerne skal tilsluttes.

Hæld asfalt ud med en moderat hastighed for at undgå, at varmeelementet forskydes.

Husk, at kablet altid skal være fuldstændigt indstøbt for at forhindre luftlommer.



Til andet asfaltlag skal der benyttes en tromle/valse med et maksimalt tryk på 500 kg.

Det er ikke tilladt at køre direkte på kablerne med tunge lastbiler eller asfaltmaskiner, da kabelkonstruktionen kun er udviklet til en maksimal mekanisk belastning på 2.000 N. Det vil beskadige kablerne omgående.



5.3.1 Vigtigt

Alle elektriske tilslutninger skal udføres af en autoriseret installatør i henhold til gældende lokale regulativer.

Installation i støbeasfalt

Brug kun DEVlasphalt™ fuldstændigt indstøbt.

Støbeasfalten skal nedkøles til maks. 240 °C.

Installation i vejasfalt/asfaltbeton

Første lag – 3 cm håndrullet asfaltbeton (stenstørrelse maks. 8 mm), kølet ned til maks. 80 °C inden (brug ikke vibrator).

Påfør andet lag med en tromlestørrelse på maks. 500 kg (brug ikke vibrator).

Vær opmærksom på følgende ved forlængelse af kold tilledning:

- At der maks, må være 5 % tab af potentialestrøm i hele koldkablets længde.
- At lækstrømmen for hele installationen skal være mindre end 1/3 af RCD-udløsniveauet.

Termostatregulering af jordtemperaturen er obligatorisk

6. Bilag

A.1. C-C-afstand og tilsvarende effekt W/m²

C-C-afstanden er afstanden fra midten af et kabel til midten af det næste (kaldes også installationstrin eller indbyrdes kabelafstand).

Vi anbefaler brug af DEVIfast™-montagebånd ved installation af varmekabler. Disse bånd er konstrueret til at sikre en C-C-afstand med regelmæssige intervaller a 2,5 cm, dvs. f.eks. 5 cm, 7,5 cm, 10 cm, 12,5 cm osv.

Der kan benyttes to forskellige former til beregning af C-C-afstanden:

1) Ud fra varmekablets længde.

$$C - C \text{ [cm]} = \frac{\text{Opvarmet areal [m}^2\text{]} \cdot 100 \text{ [cm/m]}}{\text{Kabellængde [m]}} \cdot 100 \text{ cm}$$

2) Ud fra kablets specifikke effekt og effekten pr. m²:

$$C - C \text{ [cm]} = \frac{\text{Kabelspecifik effekt [W/m]} \cdot 100 \text{ [cm/m]}}{\text{Effekt pr. m}^2 \text{ opvarmet areal [W/m}^2\text{]}} \cdot 100 \text{ cm}$$

C-C-afstande og tilsvarende effekter pr. m² for visse varmekablers lineære effekter.

C-C-afstand cm	Temperatureffekt på varmeblader for forskellige DEVI-varmekabler ved 230* eller 400* V, W/m ² ,					
	6 W/m	10 W/m	18 W/m	20 W/m	30 W/m	
	DEVIflex™ 6T	DEVIflex™ 10T, DEVIfort™ 10T, DEVIfasic™ 10S	DEVIflex™ 18T	DEVIflex™ 20T, DEVIfasic™ 20S	DEVIsnow™ 30T, DEVIfasphalt™ 30T	
5	120	200	360	400	600	Anbefales til is- og snesmeltningssystemer
7,5	80	133	240	270	400	
10	60	100	180	200	300	
12,5	48	80	144	160	240	
15	40	67	120	133	200	Anbefales til omfortgulvvarme- eller direkte varmesystemer
17,5	34	57	103	114	170	
20	30	50	90	100	150	
22,5	26	45	80	89	133	Overfladeopvarmning osv.
25	24	41	72	80	120	
Anvendes normalt til direkte gulvvarme						

* Effekterne ved 220 og 380 V skal omberegnes med koefficienten 0,91.

A.2. Montage

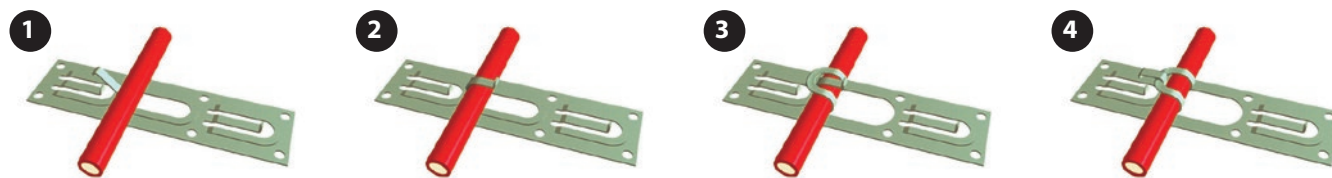
Hvis vi vil beregne længden på montagebåndet (f.eks. DEVIfast™, DEVIClip™ CC, Montagestege™), skal vi i første omgang fastslå afstanden imellem montagebåndene.

Ved installation i beton, hvor kablet tildækkes med 3 cm beton eller mere, og C-C-afstanden er større end 10 cm, er den anbefalede afstand imellem montagebåndene 25-30 cm.

Nedenfor ses en beregningsformel for C-C-afstanden.

$$\begin{aligned} \text{Længde på montagebånd [m]} &= \\ &= \frac{\text{Opvarmet areal [m}^2\text{]}}{\text{Afstand imellem montagebånd [m]}} + L_w \text{ [m]} \end{aligned}$$

L_w er længden af væggen, der er parallel med montagebåndet.



Fastgørelse af varmekablet på DEVIfast™-montagebåndet.

Eksempel

Det opvarmede gulvareal er $1 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 2 \text{ m}^2$.

Hvis vi installerer DEVIfast™-montagebånd parallelt med en væg på 1 m (se fig. 1), og afstanden imellem DEVIfast™-montagebåndene er 0,3 m, skal der bruges et montagebånd med følgende længde:

$$\frac{2 \text{ m}^2}{0,3 \text{ m}} + 1 \text{ m} = 8 \text{ m.}$$

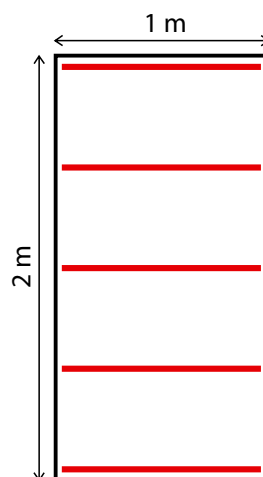


Fig. 1 – Montagebånd installeret på tværs af areal

A.3. Installation af føler

Det anbefales altid uanset anlægstype at installere en jordkabelføler eller en integreret jordfugt- og temperaturføler.

Oplysninger om installation af integreret jordfugt- og -temperaturføler fremgår af den relevante installationsvejledning.

Placering af jordfølere

Den rigtige placering af en jordføler er meget vigtigt for funktionen af is- og snesmeltningssystemet.

Det passende sted skal opfylde en række krav – hvor de nedenstående 2 er de mest vigtige:

Følerne skal placeres min. 1 m inde i den opvarmede zone. Følerne må ikke være dækket eller forhindret i at detektere sne eller regn - dette inkluderer også skidt, blade og småsten.

Placering af den første føler i én zone

Start med at få en der kender området til at beskrive områdets funktion og vintervejr.

Den første jordføler i en zone skal nu placeres hvor den første sne vil falde. Det rette sted kan findes ved at følge de følgende trin.

1. Hvor den opvarmede zone er i skygge hele dagen. Se f.eks. efter algevækst.
2. Hvor vinden typisk får sneen til at ophobe sig
3. Hvor den største trafik fra fodgængere eller biler måtte forekomme

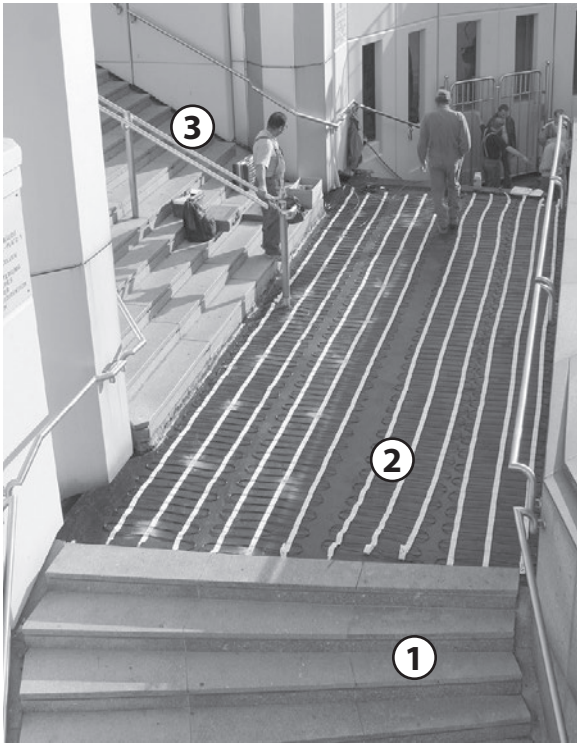
Hvis du har et 2-zone system, skal den første føler i den anden zone, også placeres i henhold til ovennævnte beskrivelse.

Placering af de øvrige følere i én zone

De øvrige følere i én zone skal placeres hvor overfladen tørrer sidst. Det rette sted kan findes ved at følge de følgende trin.

1. Hvor den opvarmede zone er i skygge hele dagen
2. Hvor smeltevandet måtte opsamles i evt. fordybning i arealet
3. Så det dækker hele zonen godt ind, men min. 1 m fra andre følere

Hvis der er tvivl omkring den rette placering, bør man forberede en placering til senere brug.



Eksempel med jordfølere

I dette eksempel der er et lavt liggende trappeafsnit (1), en repos (2) og et højt beliggende trappeafsnit (3) som er opvarmet. Afhængig af antallet af zoner og sikkerhed, installeres 2-3 jordfølere.

Føler nr. 1 er den mest vigtige og placeres hvor sneen først vil forekomme, under stort hensyn til forekomsten af skygge, sneophobninger og at zonen er trafikeret af fodgængere.

Føler nr. 2 er også vigtig da reposen er genstand for dannelse af vandpytter. Her vil den skyggeliggende del tørre til sidst. Hvis strømforsyningen er begrænset, kunne reposen have en lavere prioritet i et 2-zone system.

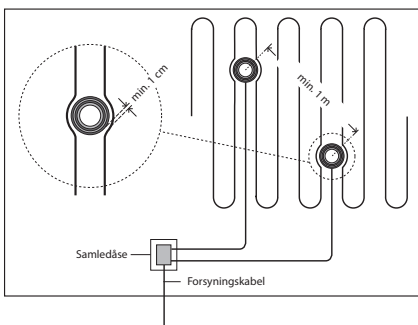
Føler nr. 3 kan evt. give en højere grad af sikkerhed, som et supplement til føler nr. 1.

Installation af jordføler

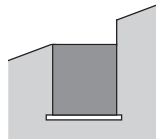
Følerdelen og følerdåsen kan nu installeres sammen med den øvrige konstruktion, og evt. forbindes senere. Det følgende er gældende for alle typer installation.

a) Underlaget under følerdåsen skal være hårdt, f.eks. betonplade eller lign., for at sikre at føleren ikke bliver trykket ned ved evt. kørsel hen over føleren. Følerdåsen er designet til at blive monteret på en plade ved at anvende de 2 skruehuller inde i røret.

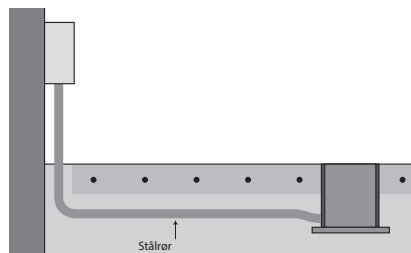
b) Placér følerdåsen mellem varmekablerne med en distance af minimum 1 cm.



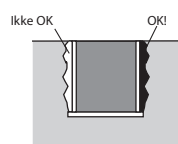
c) Følerdåsen skal placeres så den er plan med det omgivne terræn, og så følerens messingoverflade kommer til at ligge vandret.



d) Læg et installationsrør til tilslutningskablet mellem følerdåsen og til Devireg™ 850 styreenheden.

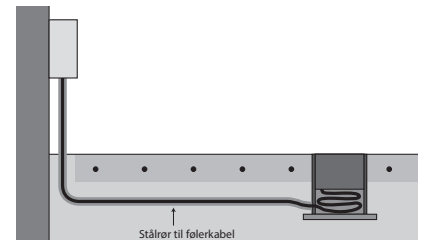


e) Vær sikker på at følerdåsen er lukket med et låg før betonen bliver støbt eller flisebelægningen bliver lagt. Vær opmærksom på, at evt. revner fyldes med cement.



g) Rul ca. 0,5 m af kablet op, og placer kablet i følerdåsen.

g) Monter jordføleren i følerdåsen så den hviler på kraven inde i røret, sidder vandret og er plan med kanterne for følerdåsen.



h) Føleren kan inspiceres ved at anvende de 2 huller som sidder i kanten af følerdåsen. Falsene på yderside af føleren passer med de 2 huller i følerdåsen.

Installation i asfalt

Temperaturen omkring følerdelen og følerdåsen må ikke overskride 80°C. Brug i stedet en dummy af træ eller lignende indtil asfalten er udlagt og afkølet. Installationsrørene skal være af metal eller andet materiale der kan modstå de høje temperaturer.

A.4. Generel installationsvejledning

Installationen af varmekabler og termostater skal stemme overens med generelle og lokale regulativer. Kablerne og termostaterne må kun tilsluttes af en autoriseret elektriker og skal være forbundet med en fejlstrømsanordning (RCD).

Det er vigtigt, at konstruktionen er isoleret ordentligt i overensstemmelse med byggestandarderne, så varmetabet nedad holdes på et minimum.

Der skal etableres randzoneisolering langs væggene, som skal være tilstrækkeligt effektiv til at forhindre overførsel af varme til fundamentvæggene eller tilstødende rum, og som skal tillade temperaturudvidelse i betonen.

Fundamentet skal være rent og frit for skarpe genstande.

Kablerne må aldrig komme i kontakt med isoleringsmaterialet eller på nogen måde blive omsluttet af det.

Kablerne skal fordeles ensartet på det tilgængelige areal og skal føres rundt om permanente hindringer som f.eks. badekar og lignende.

Kablerne skal fastgøres med forsigtighed, så de ikke beskadiges.

Betonen omkring kablerne må ikke indeholde skarpe sten og skal have en konsistens, der sætter den i stand til at omslutte kablet fuldstændigt uden at efterlade luftlommer. Betonen skal påføres med stor forsigtighed, så varmekablerne ikke beskadiges!

Betonen skal udlægges på en sådan måde, at der ikke kan opstå luftlommer i den.

I vådrum (badeværelser og lign.) skal der altid benyttes en dampspærre for at forhindre, at der trænger fugt ind i konstruktionen.

Der skal benyttes en dampspærre for at forhindre, at der trænger fugt opad og ind i konstruktionen.

Jordfølerens kabel skal beskyttes med et plasticrør.

Kabelføleren skal anbringes i midten af en åben ende af en kabelløkke. Hvor røret bøjes imellem jorden og væggen, må bøjningsradien ikke være mindre end 6 cm.

Røret skal forsegles for enden, så der ikke kan trænge beton ind i det. Hvis kablet bliver beskadiget under udlægningen eller senere undervejs i byggefasen, er det en stor fordel for fejlsøgningen at kende de nøjagtige positioner på tilslutningsboksen imellem varmekablet og koldkablet samt enden af kablet og kabelføringens udformning. Det er derfor vigtigt at udarbejde en tegning, der viser disse emners placering i rummet.

Varmekablets og kabelfølerens modstand skal kontrolleres før, under og efter påføring af beton, og inden termostaten tilsluttes.

Varmekablet og tilslutningsmuffen imellem varmekablet og koldkablet skal begge støbes ned i betonen. Hvis kablet trykkes ned i isoleringsmaterialet eller dækkes af det på nogen anden måde, kan overfladetemperaturen blive for høj, hvilket i værste fald kan resultere i skader på kablet.

Ved lave temperaturer (under 5 °C) kan kablet blive vanskeligt at håndtere på grund af dets plastkappe. Dette problem kan løses ved kortvarigt at slutte kablerne til strømforsyningen. Dette kræver, AT KABLET ER RULLETT UD! Når kablet er blevet fleksibelt igen, skal strømmen afbrydes. Det frarådes at lægge kabler ved temperaturer under -5 °C.

Jordvarmesystemet må ikke tændes, før betonen er fuldstændigt hærdet. Det tager ca. 30 dage med beton og normalt

10-15 dage med støbemasse, fliseklæber osv. (Det er meget vigtigt, at producentens anvisninger følges omhyggeligt).

Sørg for, at der er et luftgab på min. 5 cm imellem permanente genstande og overfladen, der er installeret varme i.

Der kan benyttes DEVIfast™-montagebånd, så der opnås en nøjagtig og ubesværet installation af kablerne.

DEVIfast™-montagebånd er udstyret med fastgørelsesclips i intervaller a 2,5 cm, så afstandene imellem kabelløkkerne kan være 5, 7,5, 10, 12, 5, 15 cm osv.

7. Cases

BELAGT GANGBRO Wien, Østrig

Et snesmeltesystem skal bruges til at smelte is og sne fra en gangbro på 2 m x 10 m med belægningssten på sand.

Den lokale beregningstemperatur er $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Varmeeffekten er 300 W/m^2
 $P_{\text{varme}} = 300 \cdot (2 \cdot 10) = 6.000\text{ W}$.

DEVlasphalt™ 30T, 6.470 W, 215 m, 230 V
vælges ved en C-C-afstand på 10 cm.

Der kan eventuelt opvarmes $21,5\text{ m}^2$.

Der kan eventuelt vælges to
DEVlasphalt™ 300T-måtter, 3.285 W,
 $0,5 \times 22\text{ m}$, 230 V.



AFTALE OM VEJPROJEKT Ankara, Tyrkiet.

Til North Ankara Urban Transformation-projektet skal der anvendes en is- og snesmeltningsapplikation til en ny vej på 2,8 km.

2.800 m, heraf 600 m på broen.

245 km varmekabler med samlet
strømeffekt på 6,7 MW.

Varmekablerne installeres med en
hjulsporsbredde på 50 cm med 6
vejbaner og et samlet applikations-
område på 16.800 m^2 .

