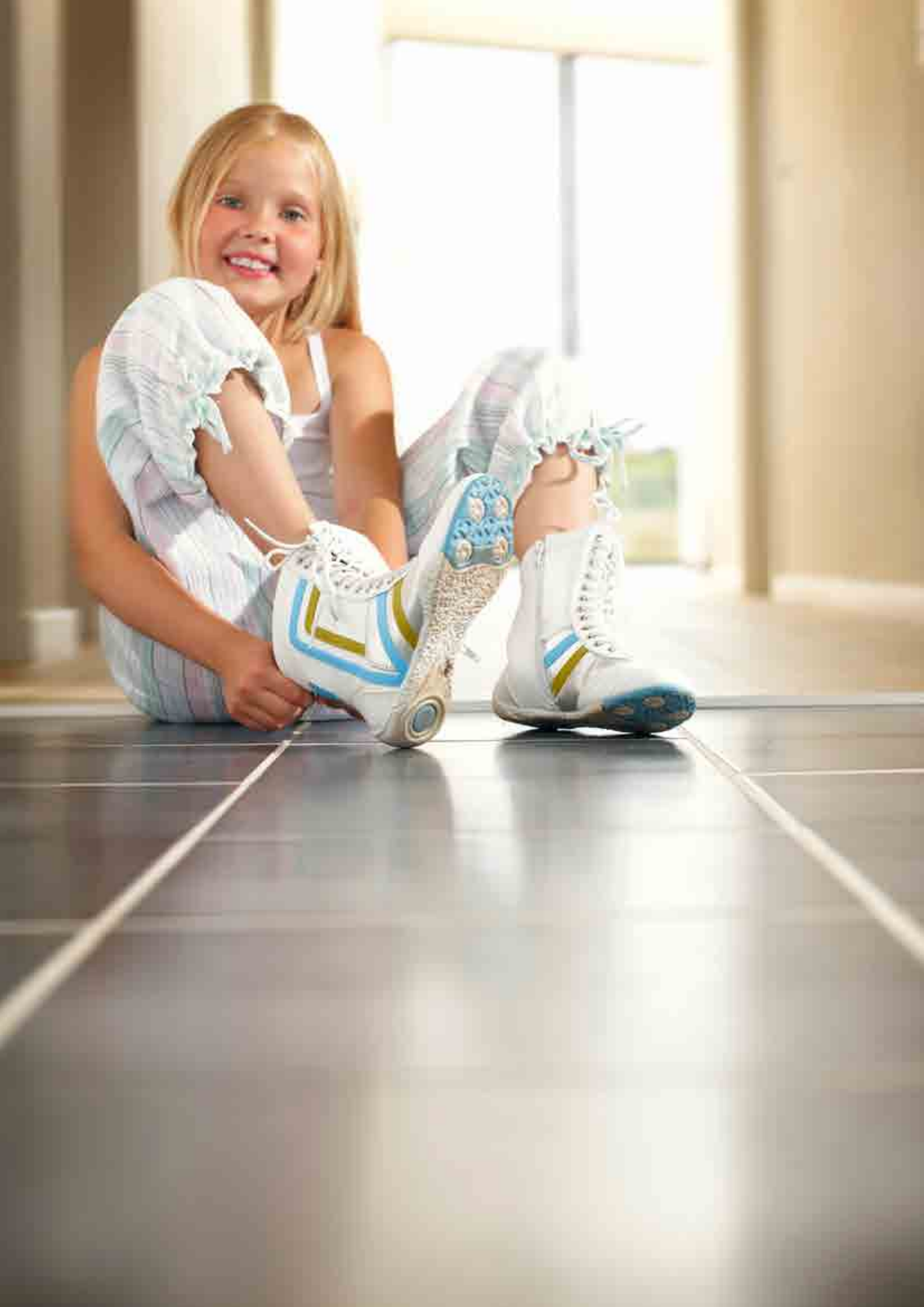




Indendørs gulvvarmesystemer

Applikationsmanual

Intelligente løsninger med vedvarende effekt
Se devi.dk



Indhold

1. DEVI's elektriske varmesystemer	4
2. Applikationsbeskrivelse	5
2.1. Generelle oplysninger	5
3. Produktoversigt	6
3.1. Kabler	6
3.2. Måtter	6
3.3. Termostater	7
4. Varmesystemer i gulvkonstruktioner	9
4.1. Komfortgulvvarme	9
4.2. Total (direkte) gulvvarme	13
4.3. Akkumulerende varme via elektrisk gulvvarmesystem	18
5. Elektrisk varmesystem i gulvkonstruktioner	21
5.1. Kabelopvarmning af gulvkonstruktioner i tyk beton	21
5.2. Elektrisk varmesystem i tynde gulvkonstruktioner	25
5.3. Opvarmning af trægulve	30
Bilag	48
A.1. C-C-afstand og tilsvarende effekt W/m ²	48
A.2. Montage	49
A.3. Installation af gulvføler	50
A.4. Generel installationsvejledning	51
6. Cases	52

Laadunhallintajärjestelmämme sertifioinnit ja vaatimustenmukaisuudet

✓ ISO 9001

✓ TS 16949

✓ ISO 14001

Yhdessä EU-direktiivien ja tuotehyväksyntien täyden vaatimustenmukaisuuden kanssa

Lad DEVI klare opgaven

DEVI – en forkortelse for Dansk El-Varme Industri – blev grundlagt i København i 1942. Fra 1. januar 2003 har DEVI været en del af Danfoss-koncernen – Danmarks største industrikoncern. Danfoss er en af verdens førende virksomheder inden for varme, køling og airconditioning. Danfoss-koncernen har mere end 23.000 medarbejdere og betjener kunder i over 100 lande.

DEVI er Europas førende mærke inden for elektriske kabelvarmesystemer og elektriske rørvarmesystemer med mere end 70 års erfaring. Produktion af varmekabler finder sted i Frankrig og Polen, mens hovedkontoret er placeret i Danmark.

Værdien af erfaring

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

Indendørs gulvvarmesystemer

Denne beregningsguide præsenterer DEVI's anbefalinger vedrørende beregning og installation af kabelgulvvarmesystemer til indendørs applikationer. Den giver vejledning i placering af varmekabler, elektriske data og systemkonfigurationer.

Nedenstående anbefalinger fra DEVI sikrer energieffektive, pålidelige og vedligeholdelsesfrie løsninger til konstant watt-varmekabler med 20 års garanti.



1. DEVI's elektriske varmesystemer

Dette dokument indeholder al nødvendig information om DEVI's kabelvarmesystemer, som kan være en hjælp i din beslutningsproces i forbindelse med beregning, installation og drift. Det særlige ved DEVI's profil er produktionen af kabelvarmesystemer.

DEVI A/S blev etableret i Danmark i 1942, og i løbet af de 75 år, som firmaet har eksisteret, har det udviklet sig fra et privat firma til en stor industrikoncern, der udvikler og tilbyder løsninger til elektriske varmekabler i mere end 100 lande i hele verden. DEVI har en førende position som grundlægger og innovator inden for området af elektriske kabelvarmesystemer til indendørs og udendørs installation.

Siden 2003 har DEVI været en del af Danfoss-koncernen.

DEVI er Europas største leverandør af elektrisk gulvvarme. Vores forretningsfilosofi er baseret på markedsføringen af elektriske varmeløsninger, der tydeligt skiller sig ud ved følgende:

- Forbedret komfort i hverdagen
- Stor pålidelighed
- Bedre design
- Forbedrede driftsomkostninger.

DEVI udvikler, producerer og sælger kabelvarmesystemer til følgende primære applikationer:

- Elektrisk gulvvarme som helheds-løsning
- Elektrisk komfortgulvvarme
- Is- og snesmeltning på jorden – veje, fortove/gangbroer til fodgængere, broer mv.
- Isbeskyttelse og snesmeltning på tage og i tagrender
- Beskyttelse mod frysning og temperaturkontrol af rør, tanke og andre industriapplikationer
- Opvarmning af sportspladser med naturgræs eller kunstgræs, jord i drivhuse mv.
- Opvarmning af landbrugsejendomme
- Frostsikring af fundament og gulve i frysehuse og isstadioner såvel som mange andre varmeløsninger.

Komplette systemer

DEVI er det eneste globale firma i branchen, der udvikler, producerer og markedsfører komplette systemer, der omfatter både varmekabler og termostater på det globale marked. Der er derfor fuldstændig balance mellem de enkeltkomponenter, der udgør dit varmesystem, hvilket medfører høj ydeevne, optimal pålidelighed og brugervenlighed og derved et lavt energiforbrug.

Integrerede løsninger

I næsten 75 år har DEVI produceret en lang række dokumenterede og testede varmekabelløsninger – lige fra systemer med tynde varmemåtter, der primært er tilsigtet renoveringsprojekter, til komplette varmesystemer til rumopvarmning i private boliger såvel som kontorer og industribygninger. DEVI leverer også løsninger til is- og snesmeltning. Vores kabler og termostater sørger for at holde trafikerede områder, læsseramper og tagkonstruktioner sikre i kolde områder i hele verden. Vi tilbyder anti-frostsystemer til rør og tagrender, og vi opvarmer jorden i drivhuse, og endda også under fodboldbaner.

Intelligente varmesystemer

Det primære DEVI-produkt er det komplette varmesystem (varmekabel eller -matte, termostat og tilbehør).

Det er energieffektivt, og den intelligente anvendelse har været indbygget i DEVI-termostaterne siden 1990'erne. Du sparer op til 30 % på varmeregningen sammenlignet med en avanceret elektronisk termostat uden timer. Derfor er DEVI's intelligente termostater et verdensførende eksempel, som andre følger inden for området med intelligent elektrisk gulvvarme.

Varmeelementer af høj kvalitet – produceret i EU

DEVI's varmeelementer er en skærmet dobbelt- eller enkeltleder, der er konstrueret med forskellige specifikke udgange og isoleringsmuligheder. DEVI's varmeelementer produceres i mere end 30 forskellige typer,

hvilket gør det muligt at anvende produktet til netop dit behov.

Der er størst efterspørgsel på de tynde varmemåtter til installation under gulvfliser. DEVI-måtterne består af et tyndt kabel, der er fastgjort på et selvklæbende net af komposit eller glasfiber. Derved er måtterne nemme at installere og det logiske valg til tynde gulve. Når der lægges varmemåtter, er gulvniveauet stort set det samme, da installation kan udføres med en standardtykkelse for fliseklæberen.

Systeminstallation og beregning af ønsket effekt skal foretages ud fra de specifikke forhold for ejendommen (applikation). For at sikre korrekt installation og drift af hvert DEVI-system medfølger der en detaljeret vejledning på flere sprog. Derudover har de fleste varmekabler og -måtter 20 års garanti.

DEVIreg™ Smart er den nyeste løsning, der er værd at bemærke. Den rummer essensen af DEVI's engagement til at forbedre komfort for brugeren, sammenspillet med intelligente elektroniske enheder, nordisk design og energieffektivitet. DEVIreg™ Smart-termostaten omfatter:

- brugervenlig brugerflade via App og wi-fi-styring
- berøringsskærm
- intelligente timerfunktioner med en intuitiv og brugervenlig brugerflade, der er specifikt skabt til at imødekomme behovet hos moderne brugere
- udvidet garantiperiode – 5 år.

Pålideligt valg

DEVI er verdensførende inden for produktion af elektriske varmekablersystemer og er en del af Danfoss-koncernen. DEVI har været til stede på det globale marked i næsten 75 år og er tilgængelig i mere end 100 lande på fem kontinenter. Du kan roligt anbefale produkterne til dine kunder, da DEVI-varemærket har haft en førende position på verdensmarkedet og har været en fortrolig partner i årtier.

2. Applikationsbeskrivelse

2.1 Generelle oplysninger

Optimal komfort

Al varme stiger opad! Dette enkle faktum forklarer, hvorfor et gulvvarmesystem giver mere komfortabel varme end det alternative radiatorsystem. Radiatorsystemet giver konvektiv luftbevægelse op til hovedhøjde og til loftet, for kun at bevæge sig nedad igen som en kold luftstrøm omkring fødderne.

DEVI's gulvvarmesystem giver derimod en behagelig varme til fødder, krop og hoved.

Da det kun giver en meget blid opadgående luftbevægelse, reduceres mængden af bevægelige støvpartikler betragteligt, hvilket gør systemet meget praktisk for folk, der lider af allergi eller astma. Det minimerer også tilstedeværelsen af fugt på gulvniveau.

Minimalt energiforbrug

Takket være varmefordelingen fra gulvet og et nøjagtigt temperaturstyringssystem via en DEVIreg™-termostat kan den gennemsnitlige rumtemperatur reduceres med 1-2 °C sammenlignet med traditionel radiatoropvarmning, uden at det påvirker den termiske komfort, men faktisk forbedrer den. Dette muliggør en reduktion af energitabet fra en bolig med 10-20 %, hvilket er både en økonomisk og miljømæssig fordel.

Fleksibelt system

DEVI's gulvvarmesystem sikrer komfortable rumtemperaturer, både derhjemme, på kontoret, på værkstedet, i sportshaller eller stort set alle steder, hvor der er behov for komfortabel varme. At DEVI's gulvvarmesystem kan installeres i alle gulvtyper er ligeledes vigtigt, uanset om det er gulve af beton eller træ eller renoverede gulve.

Usynlig varmekilde

DEVI's gulvvarmesystem er usynligt. Da systemet er gemt under gulvet, giver det spændende nye muligheder for møblering og indretning, hvorved de pladskrævende og ikke særligt attraktive radiatorer (eller varmeapparater) ikke længere er et problem.

Nem installation

DEVI's elektriske gulvvarme leveres som et system; enten i form af en varmemåtte, kabel med installationstilbehør eller en termostat med nemme opsætningsegenskaber samt hurtig og problemfri installation.

Høj robusthed, ingen vedligeholdelse

DEVI's gulvvarmesystem har lang levetid. Helt praktisk så holder DEVI's varmekabler og -mætter lige så længe som huset, hvor de er installeret, og der er ikke behov for vedligeholdelse!

Hurtig og præcis reaktionstid

Det elektriske gulvvarmesystem har en hurtig reaktionstid. I kombination med de intelligente DEVIreg™-termostater tilbyder det også nøjagtig øgning og regulering af rumtemperaturen sammenlignet med vandbaserede gulvvarmesystemer. Systemets følsomhed over for temperaturændringer og brugertilpasninger er også bedre.

20 års DEVI-garanti med DEVI Warranty™ og garanti med fuld service

DEVI's 20 års DEVI Warranty™ gælder for de fleste DEVI-varmemåtter og -varmekabler. DEVI's garanti med fuld service dækker kabler og måtter, der er installeret som indendørs gulvvarme – herunder omkostninger til installation og gulvmaterialer såsom skader på murværk og fliser. Den 20-årige garanti med fuld service betyder, at når der er en sag inden for garantiperioden, så påtager DEVI sig ansvaret for at rette fejlen uden beregning eller tilbyder en produktstatning i løbet af garantiperioden. DEVI dækker derudover alle omkostninger i forbindelse med udskiftning af ethvert varmesystemelement samt udgifter til istandsættelse af gulvet.



3. Produktoversigt

3.1. Kabler

Det elektriske gulvarmesystem består af to hovedkomponenter:

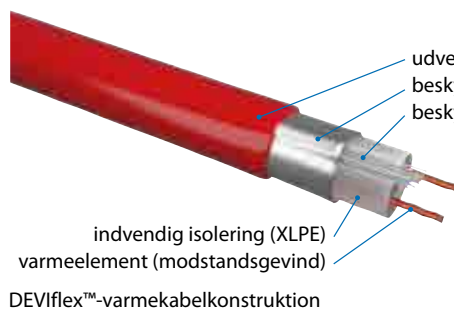
- Varmeelement (kabel, tynd varmemåtte eller varmeelement til f.eks. laminatgulve)
- Termostat med luft- eller/og gulvtemperaturfølere.

Varmekabler installeres normalt i tykke gulve/gulvkonstruktioner i beton. Den primære egenskab ved en tynd varmemåtte er dens minimale tykkelse. Dette gør det muligt at installere den på et tyndt lag fliseklæber, således at man undgår en betragtelig øgning af gulvniveaet.

DEVI-varmekablet (for eksempel DEVIflex™) er udformet til installation i tykke gulvkonstruktioner i beton. Normal tykkelse på det øverste gulvlag er mindst 3 cm. Varmekabler, der anvendes i gulvkonstruktioner, er serieresistive kabler, fortrinsvist dobbeltleder, men der findes også et begrænset udvalg af enkeltleder kabler. Kablerne fremstilles som installationsfærdige varmeelementer med en specifik længde (dvs. 7, 10, 15 op til ca. 410 m), med et strømforsyningskabel (koldkabel) og hermetisk lukkede forbindelser (muffer eller endetermineringer).

Effekten fra varmekabler til installation i gulvkonstruktioner er begrænset til 20 W/m, og DEVI-kabler fås med 6, 10, 18 og 20 W/m til 230 og 400 V. De fleste DEVI-kabler er produceret og godkendt i henhold til den seneste version af IEC 60800:2009 og har mekanisk styrke klasse M2 (til råstøbte betonkonstruktioner). Den primære type DEVI-varmekabler til installation i gulvkonstruktioner er Deviflex™.

I figurerne nedenfor er vist den indvendige og udvendige udformning af et moderne Deviflex™-kabel.



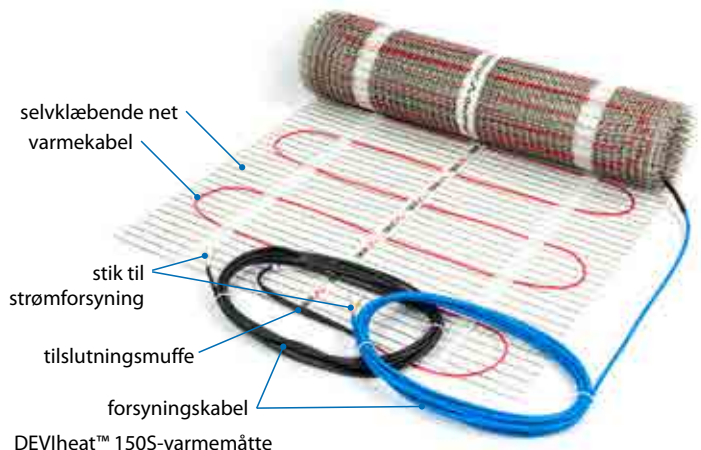
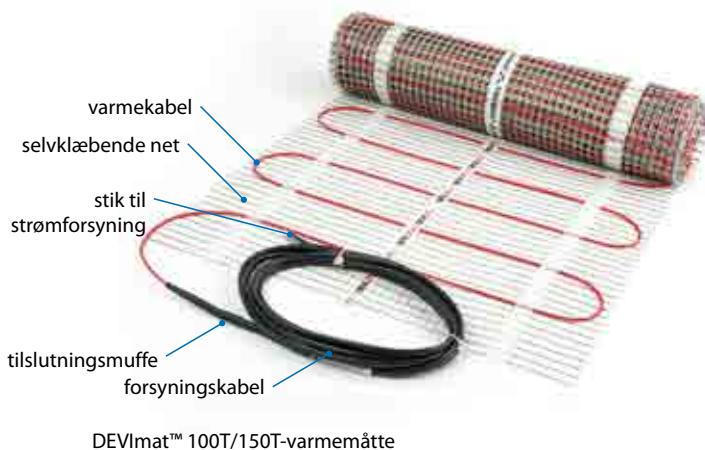
3.2 Måtter

Den tynde varmemåtte er udformet til installation i et tyndt lag fliseklæber, en selvnivellerende blanding eller lignende. Standard minimumtykkelse for gulvlaget er 5-8 mm, mens tykkelsen på DEVI-måtter er 3-4,5 mm. Det gør det muligt at minimere en eventuel øgning af gulvhøjden. DEVI's tynde varmemåtter består af et tyndt kabel, der er fastgjort på et selvklæbende glasfibernet, som

normalt har en bredde på 50 cm. De tynde varmekabler er serieresistive kabler med dobbelt- eller enkeltleder. De produceres som installationsfærdige varmesektioner med et specifikt areal (dvs. 0,5, 1, 1,5 til 12 m²), inklusive et strømforsyningskabel (koldkabel) og hermetisk forseglede forbindelser.

De tynde varmemåtter fås med forskellig effekt, for eksempel: 70 W/m², 100 W/m², 150 W/m² og 200 W/m². Derudover opfylder de IEC 60335-1 og IEC 60335-2-96.

De mest almindeligt brugte dobbeltledervarmemåtter fra DEVI til installation i gulvkonstruktioner er DEVI^{mat}™ og DEVI^{comfort}™.



Afstanden fra centrum til centrum mellem varmemåttens kabelstreng er normalt 7,5 cm. Det muliggør en jævn varmefordeling på gulvoverfladen, således at der ikke opstår kolde zoner mellem kabelstrengene.

Nedenfor ses den moderne tynde dobbeltledermatte DEVI^{mat}™ og enkeltledermatte DEVI^{heat}™.

3.3 Termostater

DEVI tilbyder specialiserede termostater til elektriske gulvvarmesystemer. Alle termostater er elektroniske enheder, der muliggør præcis styring af gulvoverfladen eller lufttemperaturen. Generelt findes der tre typer termostater:

- til luft-/rumtemperaturstyring og begrænsning af gulvtemperatur – med rumføler og gulvføler
- til gulvtemperaturstyring – kun med gulvføler
- til luft-/rumtemperaturstyring – kun med rumføler.

DEVI tilbyder termostater, der er:

- Intelligente, PWM (reguleret impulsbreddemodulering)
- Enkle (reguleret hysteres).

Intelligente termostater har det mest avancerede trådløse styringssystem til styring af varmenheder og elektriske enheder i private hjem. Nogle termostater har wi-fi, hvilket muliggør trådløs fjernbetjening af varmesystemer via en mobilapp.

De enkle termostater er elektroniske styreenheder med eller uden display, der muliggør indstilling af varmeanlægstypen, justering af kontrolparametre og timertilstand.

NYHED!!

Tilpas din gulvvarme fra din smartphone



DEVIreg™ Smart

DEVI-varmekabler og de tynde varmemåtter, der er nævnt ovenfor, er de mest brugte gulvvarmeelementer. DEVI producerer også andre gulvvarmeelementer, som for eksempel varmefordelingspanelerne DEVIDry™ og DEVICell™ til varmekonstruktioner med træoverflade (laminat, flerlagsbrædder,

parket mv.) eller/og på undergulve i træ. DEVIDry™ har en effekt på 55 og 100 W/m².

Der henvises til DEVI's produktkatalog for yderligere oplysninger.

DEVIreg™ Smart er DEVI's nyeste løsning og en videreudvikling af den velkendte DEVIreg™ Touch med wi-fi-styring via mobilapp, unikt nordisk design og avanceret brugeroplevelse med en applikation, der gør det muligt for op til 10 forskellige brugere at styre de elektriske varmesystemer fra et hvilket som helst sted i verden ved hjælp af en smartphone eller tablet.

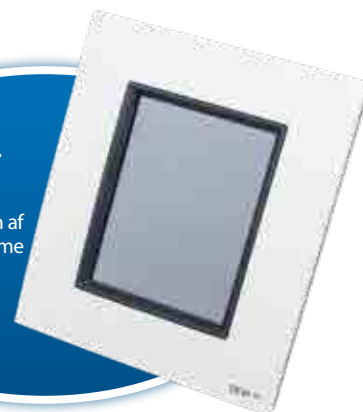
DEVIreg™ Smart er en intuitiv, programmerbar intelligent timer-termostat, der bruges til styring af elektriske gulvvarmeelementer. Termostaten er beregnet til indbygning i en standard vægmonteret installationsdåse, eller til montering på væggen med en speciel vægboks. På grund af den specielle todelte konstruktion passer den til en lang række rammer og følere.

DEVIreg™ Smart bygger videre på de energibesparende funktioner, som tidligere er blevet indført med DEVIreg™ Touch, såsom:

- hurtig og intuitiv opsætning via den indbyggede guide
- energibesparende program – inklusive optimal start-/slutstyring, der sikrer den ønskede temperatur på det rigtige tidspunkt og derved reducerer varmeudgifterne
- åbent vindue-funktion
- meget nøjagtig regulering af brugerindstillet rumtemperatur ved hjælp af den særligt udviklede PWM (impulsbreddemodulering)-regulering, herunder optimal ændring fra komfortabel til økonomisk tilstand.

DEVI Link-systemet

dækker styringen af både radiatorvarme og gulvvarme – individuelt eller kombineret



DEVIlink™ CC

DEVIlink™ CC (Central styring) er den centrale hjerne i DEVIlink™-systemet, hvilket omfatter adskillige trådløse DEVIlink™-enheder, der er installeret inde i bygningen.

Adskillige funktioner såsom rumstyring, intelligent timer, tilstande for hele huset – "Ikke til stede", "Komfort", "Frostsikring" er integreret i enheden for at reducere energiforbruget, når der anvendes et elektrisk gulvvarmesystem.

Idéen bag DEVIlink™ System er at give trådløs forbindelse til dit varmesystem og at styre det fra et centralt sted. DEVIlink™ CC kommunikerer trådløst med alle andre DEVIlink™-enheder i installationen. En enkelt DEVIlink™ CC kan styre op til 30 rum og gør det muligt at tilslutte op til 50 enheder, og den er særligt udviklet til at imødekomme behovene i et hvilket som helst familiehuse: Den kan også anvendes i lejligheder og flerfamiliehuse.

DEVIlink™ er udstyret med Danfoss Link™ App, og den nyeste version giver mulighed for wi-fi-styring via en mobilapp, hvor som helst i verden.



DEVIreg™ Touch

DEVIreg™ Touch er en termostat med et display og en intelligent timer. Den er beregnet til indbygning i en standard vægmonteret installationsdåse. Den fungerer med to følere – gulvledning og en indbygget rumføler. Den muliggør styreindstilling for én af tre varmesystemer: med ledningsbaseret gulvtemperaturføler, med indbygget rumføler eller med indbygget rumføler og ledningsbaseret gulvføler til begrænsning af gulvtemperaturen. Menuen på den berøringsfølsomme skærm og den intuitive brugerflade gør den nem at anvende og hurtig at betjene. Termostaten har fire originale farver – polarhvid, ren hvid, elfenben og sort. Den kan installeres i komplekse rammer fra forskellige producenter.

Det er hurtigt og intuitivt at opsætte DEVIreg™ Touch ved hjælp af den indbyggede guide. Den har et energibesparende program, inklusive optimal start-/slutstyring, der sikrer den ønskede temperatur på det rigtige tidspunkt og derved reducerer varmeudgifterne.



DEVIreg™ 530

DEVIreg™ 53x-seriens termostater er beregnet til vægindbygning i en standard installationsdåse. Der findes tre modeller:

- DEVIreg™ 530 med kabeltemperaturføler
- DEVIreg™ 531 med indbygget rumføler
- DEVIreg™ 532 med indbygget



DEVIreg™ 130

rumføler og ledningsbaseret gulvføler til begrænsning af gulvtemperaturen.

DEVIreg™ 13x-seriens termostater er beregnet til montage direkte på væggen. Følgende modeller er tilgængelige:

- DEVIreg™ 130 med kabeltemperaturføler



DEVIreg™ 233

- DEVIreg™ 132 med indbygget rumføler og ledningsbaseret gulvføler til begrænsning af gulvtemperaturen.

DEVIreg™ 233 er en elektronisk termostat beregnet til indbygning i en installationsdåse med rammer fra LK FUGA-serien. Termostaten leveres med en enkeltpolet kontakt og en gulvføler (ledning) til at måle og styre den ønskede gulvtemperatur. Alternativt kan der anvendes en ekstern rumføler til regulering af rumtemperaturen.

Termostaten har en knap til justering af temperaturindstillingen inden for området (0) 1 til 6.



DEVIreg™ 330

DEVIreg™ 330 (5-45 °C) – er en elektronisk termostat til installation i elskabe med DIN-skinnebeslag. Sættet inkluderer kabeltemperaturføler. Det er nødvendigt med en ekstern luftføler for at styre rumtemperaturen.

DEVI tilbyder mere end 20 forskellige typer termostater. Produktudvalget omfatter intelligente wi-fi-styrede termostater, der er nemme at betjene (via en app) til specifikt designede digitale termostater med fugtfølere til is- og snesmeltning på jorden såvel som isbeskyttelse på tage og i tagrender (se systembeskrivelse for is- og snesmeltning). DEVIlink™- og DEVIreg™ Smart-systemerne er udstyret med trådløse funktioner og wi-fi-styring af varmesystemer og indendørs elektrisk udstyr.

DEVI tilbyder en enestående løsning – der består af et "intelligent varmesystem af høj kvalitet", hvilket giver forbrugerne det højeste niveau af komfort og sikkerhed! Den intelligente komponent i disse systemer er den elektroniske termostat DEVIreg™, der kan fås med flere optioner, for eksempel til totalopvarmning eller komfortgulvvarme.

Du kan finde yderligere information om DEVI-termostater i dette dokument og i DEVI's produktkatalog.

4. Varmesystemer i gulvkonstruktioner

Elektriske gulvvarmesystemer til indendørs opvarmning kan inddeles i tre hovedkategorier (typer) for opvarmning:

- Komfortgulvvarme
- Total eller direkte opvarmning
- Akkumulerende opvarmning

Disse vil blive beskrevet nærmere på de følgende sider.

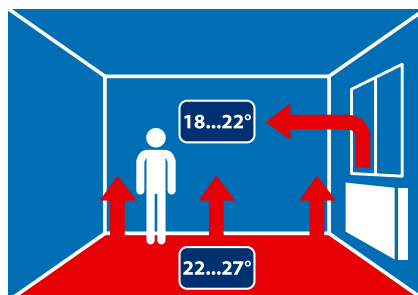
4.1. Komfortgulvvarme

4.1.1. Om systemet

Komfortgulvvarme eller "Varmt gulv"-systemet sørger for opvarmede gulvoverflader i ethvert rum og anvendes især i badeværelser og køkkener. Komfortgulvvarme kan anvendes i ethvert rum, der er udstyret med et andet varmesystem (f.eks. vandbaserede væghængte radiatorer), så man opnår den rette lufttemperatur. Varmt gulv/komfortvarme, der er installeret i sådanne ejendomme, opretholder en konstant gulvtemperatur på alle tidspunkter, uafhængigt af årstiden. En yderligere fordel ved komfortvarme er, at den øger lufttemperaturen i rummet, og på grund af store opvarmede gulvoverflader er det muligt at kompensere for utilstrækkelig opvarmning på ekstremt kolde vinterdage eller i tilfælde af manglende regulering i rum, som ikke er udstyret med et moderne termostatstyret varmesystem. Et gulvvarmesystem med komfortvarme er styret af en termostat med gulvføler (normalt en kabelføler). Varmeelementet aktiveres af en termostat baseret på gulvtemperaturen, der er indstillet af brugeren.

En komfortabel gulvtemperatur er blevet vurderet mange gange, for eksempel som beskrevet i standarden ISO/TS 13732-2. Den maksimale langsigtede komforttemperatur for gulvoverflader er defineret til et niveau på 29,5 °C. Endvidere har stillesiddende mennesker brug for 1-2 °C ekstra. Til gulve i vådrum kan maksimumtemperaturen nå 31 °C. Disse maksimumtemperaturværdier kan bruges til at beregne og vælge den installerede effekt (i [W/m²]) for gulvvarmesystemer med komfortvarme. Forskellige typer gulvoverflader har brug for forskellige komforttemperaturer; en gulvoverflade i træ har eksempelvis en optimal komforttemperatur på ca. 26 °C, hvorimod den for gulvtæpper er ca. 24 °C. Men det er umuligt at forudsige de

forskellige gulvoverfladetyper i løbet af hele gulvkonstruktionens levetid, lige såvel som at komforttemperatur opfattes forskelligt af forskellige personer. Det tilrådes at benytte det maksimale komfortniveau for gulvtemperatur for at imødekomme alle mulige scenarier, men som regel vil en gulvtemperatur et par grader over den aktuelle rumtemperatur gøre de fleste brugere tilfredse. Det er vigtigt at bemærke, at de fleste gulvoverflader i træ har en begrænset maksimumtemperatur på 27 °C (kontakt gulvproducenten for yderligere oplysninger om tilladte maksimumtemperaturer for gulvoverflader).



EKSEMPEL:

Den optimale nødvendige effekt (i [W/m²]) for gulvvarmesystemer med komfortvarme kan anslås ved hjælp af en simpel beregning. Vi antager, at rumtemperaturen er 20 °C (understøttet af et andet varmesystem i opvarmnings-sæsonen), og gulvoverfladen skal nå 29 °C. Gulvtemperaturen skal øges som følger: 29 - 20 = 9 °C. Oplysninger om den installerede effekt (i [W/m²]), som er nødvendig for at kunne opvarme 1 m² gulvoverflade til 1 °C, kan findes i bøger og standarder (for eksempel DS/EN 1264). Varmevækslingskoefficienten, normalt kaldet alfa - α [W/(m²·K)], kan variere. Til en almindelig vurdering kan man dog bruge $\alpha = 10$ W/(m²·K).

For at opvarme 1 m² gulv til 9 °C i forhold til lufttemperaturen er det

derfor nødvendigt med en installation på $9 \text{ °C} \cdot 10 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) = 90 \text{ W}/\text{m}^2$.

Som en tommelfingerregel bør der også tilføjes en sikkerhedsværdi på 30 %, som giver en minimeffekt for det elektriske varmeelement, der anvendes i gulvvarmesystemer med komfortvarme, og som beregnes som i følgende eksempel: $90 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot 1,3 \approx 120 \text{ W}/\text{m}^2$

Anbefaling: Effekten for et gulvvarmesystem med komfortvarme bør ikke være mindre end 120 W/m², medmindre der er angivet særlige begrænsninger.

Der anbefales følgende effekt til gulvvarmesystemer med komfortvarme baseret på gulvkonstruktioner, isoleringsniveauer, overfladetyper, rummets lufttemperatur og individuelle brugerpræferencer:

- Gulvkonstruktioner i træ – ikke mere end 100 W/m²
- Tørre rum, termisk isolerede gulve – 100 W/m² eller mere
- Gulve uden termisk isolering – 130-160 W/m²
- Vådrum – 150-180 W/m²
- Lavspænding, utilstrækkelig isolering, tildækket balkonlag – 160-200 W/m²
- Maksimal effekt for gulvkonstruktion – bør ikke overstige 200 W/m².

Find flere oplysninger og begrænsninger for særlige gulvkonstruktioner, som for eksempel træ, senere i dette dokument.

Gulvvarmesystemer med komfortvarme kræver ikke en beregning af varmetab. Det tilrådes at installere en effekt på mindst 100 W/m^2 i alle tørre lokaler, og mindst 150 W/m^2 i alle vådrum. Bemærk dog, at normerne for trægulve angiver ikke mere end 100 W/m^2 og kræver en termostat med gulvføler for at begrænse den maksimale gulvtemperatur. Varmesystemer skal styres af en termostat, og det er værd at nævne, at installation af en større effekt, for eksempel 150 W/m^2 i stedet for 100 W/m^2 , ikke påvirker energiforbruget i systemet, men det kan påvirke brugerens følelse af komfort.

C-C-afstand

Varmekabler installeres inde i gulvkonstruktionen med en vis afstand imellem dem (eller såkaldte installationstrin, center-center- eller kabel til kabel-afstand: C-C-afstanden eller indbyrdes kabelafstand). For at opnå et varmt gulv med jævn varmfordeling og give en komfortabel temperatur på gulvoverfladen bør gulvets overfladetemperatur ikke variere mere end $1,5 \text{ }^\circ\text{C}$ (for eksempel DIN 44576). Der vil altid være en forskel i temperaturen på gulvoverfladen i områder mellem varmekablerne og lige over dem. Jo større C-C-afstand desto tykkere et lag af beton over kablet er nødvendigt for at sikre en ensartet/komfortabel temperaturfordeling langs gulvoverfladen. Forskellen er altid mere udtalt i perioder, hvor de elektriske varmekabler er tændt (og giver varme til gulvvarmen). Den hurtigt reagerende termostat afbryder varmekablerne, når den ønskede gulvtemperatur er nået, og temperaturen oven på gulvoverfladen udjævnes helt, hvilket giver en endnu mere komfortabel gulvoverflade.

En tommelfingerregel er:

- Tykkelsen på beton og gulvkonstruktionen over varmekablerne skal være $\sim 1/2$ af C-C-afstanden.

Her er en yderligere forklaring:

For varmt gulv-systemer, der er installeret i et tykt betonelement, anbefales en C-C-afstand på 5-10 cm. Tykkelsen på det øverste lag af betonelementet er normalt ikke mindre 3-5 cm, uanset om varmekablerne skal installeres der eller ej. For tynde gulvkonstruktioner, såsom fliseklæber eller laminat, bør

C-C-afstanden ikke overstige 10 cm og anbefales at være endnu mindre: 7,5 cm. For at installere varmekabler under fliseklæberen er den bedste løsning at anvende DEVI's tynde varmemåtter med C-C = 7,5 cm, hvilket garanterer en gulvoverflade uden kolde zoner.

Anbefaling: Det tilrådes altid at isolere gulvkonstruktionen under varmekablerne.

Flere oplysninger om kabelinstallationsstrin (C-C-afstanden) og passende effekt findes nedenfor i dette dokument.

Termostat med gulvføler:

Termostaten anvender en kabelføler til at måle temperaturen inde i gulvkonstruktionen. Føleren skal være placeret direkte imellem, og hvis det er muligt, lidt over strengene på et varmekabel eller en måtte. Den temperatur, der måles af gulvføleren, er ikke den rigtige overfladetemperatur og afhænger af gulvfølerens placering. Det er svært at give anbefalinger til termostatindstillinger for en specifik gulvkonstruktion.

Termostaten med gulvføler har en skala uden markering af grader.

4.1.2. Systemspecifikation

Følgende trin hjælper dig med at finde den rigtige løsning til dit gulvvarmesystem med komfortvarme (flere oplysninger om produkter fra DEVI findes i DEVI's produktkatalog):

Valg af varmeelementtype (måtte eller kabel)

Definér tykkelsen på gulvkonstruktionen over kablet samt installations-type. I forbindelse med renovering, hvor en mindre gulvkonstruktion skal udvides, vil en varmemåtte eksempelvis være den foretrukne løsning på grund af elementets højde.

Hvis du planlægger at øge gulvkonstruktionen med mindre end 30 mm, er det bedst at anvende en varmemåtte, der egner sig til en gulvforøgelse på 3-5 mm.

Hvis du planlægger at øge gulvkonstruktionen med mere end 30 mm, er det almindeligt at anvende et varmekabel. Det bør bemærkes, at der ikke er nogen begrænsninger for brugen

af varmemåtter i betonkonstruktioner eller konstruktioner med tykt gulv. I forbindelse med termisk isolering bør installationstykkelsen i gulvkonstruktionen også adresseres, da det er vigtigt at minimere varmetabet nedad.

Valg af specifik effekt

Specifik effekt (p i $[\text{W/m}^2]$) til komfortgulvvarme kræver normalt ikke en beregning og vælges på baggrund af anbefalinger til specifikke gulvkonstruktioner og miljøet. Til standardgulve uden isolering vælges der som regel en effekt på ikke mindre end 100 W/m^2 , og 150 W/m^2 i vådrum. Hvis der mangler pålidelig information om gulvkonstruktionen, gulvtypen, forsyningsspændingen eller lignende, er det bedre at vælge en effekt så tæt som muligt på den maksimalt anbefalede (se ovenfor).

Til fastgørelse af varmekabler anvendes normalt DEVIfast™-montagebånd. Det fastgør kablet med en trinvis afstand (C-C) på 2,5 cm. Det giver en situation, hvor værdien for den specifikke effekt for et varmekabel ikke kan vælges vilkårligt, og der bør tages hensyn til, at kablet kun kan installeres i 2,5 cm intervaller; effekten vil således være tilpasset fastgørelsesafstanden.

For eksempel hvis:

- kablet er DEVIflex™ 18T,
 - forsyningsspændingen er 230 V,
 - og C-C-afstanden er 12,5 cm,
- så giver det en effekt på 145 W/m^2 Og for installationstrin med C-C på 10 cm – 180 W/m^2 (se DEVI's produktkatalog for produktudvalg). Derfor bør værdien for den specifikke effekt for det opvarmede område – $p_{INST} [\text{W/m}^2]$, som faktisk er installeret, vælges for den fastsatte C-C, idet tabellen eller den beregnede værdi følges.

Det bør bemærkes, at forsyningsspændingen i nogle lande er lavere end 230 V, hvilket medfølger et fald i den kabelspecifikke effekt samt en anderledes $[\text{W/m}^2]$ med samme trin (C-C). Hvis den angivne effekt eksempelvis er 230 V, bør en koefficient på 0,915 anvendes med en 220 V-forsyning.

Vurdering af det opvarmede gulvareal

Installationsområdet for varmekablet/-måtten skal beregnes som A_{INST}

[m²]. For at kunne gøre dette trækkes områder under stationære genstande fra det totale rumareal (f.eks. badekar, toilet, brusekabine, kabinetter, skabe). Det samme gør man med en bane med frit gulv langs væggene (normalt en bredde på 10-15 cm). Derudover skal der tages hensyn til kundens særlige behov.

Varmekablet eller -måtten sidder i gulvet i mange år, så det tilrådes at se bort fra genstande/møbler i det opvarmede område, som kan flyttes rundt: skabe, kabinetter, senge osv.

Langs de indvendige vægge, hvor der mest sandsynligt vil blive placeret møbler, kan der tillades op til 30-40 cm. Til varmesystemer, der er installeret i gulvkonstruktionen, anbefales det at anvende møbler med ben, så der er luftcirkulation nedenunder.

Valg af specifikt varmeelement (længde på varmekabel eller varmemåteareal)

Varmekablet vælges normalt ud fra den påkrævede varmeeffekt for rummet (den beregnede samlede effekt P_{CALC} [W]). Denne effekt beregnes som den valgte specifikke effekt P_{INST} [W/m²] ganget med installationsområdet A_{INST} [m²]:
 P_{CALC} [W] = P_{INST} [W/m²] · A_{INST} [m²]. Varmeelementet vælges fra produktlisten over fabriksfremstillede elementer, med specifik effekt P_{INST} [W]. Vælg altid det produkt, der ligger nærmest, men højere end, den beregnede samlede effekt P_{CALC} [W]. Til indendørs opvarmning anbefaler DEVI, at der anvendes skærmede DEVIflex™ 18T-, DEVIflex™ 10T-, DEVIflex™ 6T-varmekabler med dobbeltleder, eller hvis der ikke findes andet, der er egnet, et skærmet DEVIbasic™ 20S-varmekabel med enkeltleder.

Tallet til sidst i kablets navn henviser til dets specifikke effekt for 1 m i [W/m] ved 230 V. Bogstavet "T" betyder dobbeltlederkabel (Twin), mens bogstavet "S" betyder enkeltlederkabel (Single).

Den mest hyppigt brugte kabeltype er DEVIflex™ 18T – dobbeltleder, 18 W/m ved 230 V (16,5 W/m ved 220 V). En lineær effekt i DEVIbasic™ på 20 W/m er ikke det bedste valg til at opnå en jævn temperaturfordeling langs gulvkonstruktionen, hvis det in-

stalleres i samme gulv, sammenlignet med DEVIflex™ 6, 10 eller 18 W/m.

Varmemåtten vælges fra et udvalg af fabriksfremstillede elementer (der dækker et område fra 0,5 til 12 m²) med et område, der normalt dækker den nærmeste mindre værdi for det tilgængelige installationsområde A_{INST} [m²]. Hvis installationsområdet (A_{INST} [m²]) overstiger 12 m², skal der ganges op med de valgte varmemåtter.

Eksempel: DEVI's skærmede varmemåtter til gulvinstallation har en kabel/måttetykkelse til:

- dobbeltleder på ~3,0 mm: DEVIimat™ 70T, DEVIimat™ 100T, DEVIimat™ 150T, DEVIimat™ 200T;
- dobbeltleder på ~4,0 mm: DEVIcomfort™ 100T, DEVIcomfort™ 150T;
- enkeltleder på ~3,0 mm: DEVIheat™ 100S eller DEVIheat™ 150S.

Tallet til sidst i måttens navn henviser til dens specifikke effekt på 1 m² i [W/m²] ved 230 V. Bogstavet "T" betyder dobbeltledermåtte (Twin), mens bogstavet "S" betyder enkeltledermåtte (Single). En enkeltledervarmemåtte kræver mere planlægning forud for installationen for at sikre, at strømforsyningsledningen, der er fastgjort i begge ender af varmemåtten, starter og slutter samme sted.

Til komfortgulvvarme anvendes oftest DEVIimat™ 150T- og DEVIcomfort™ 150T-varmemåtter – dobbeltleder, 150 W/m² ved 230 V (135 W/m² til 220 V).

Beregning af længde på montagebånd (DEVIfast™)

Hvis der anvendes varmekabel, anbefales det at bruge montagebånd til at fastgøre det til gulvet. For eksempel metalgalvaniseret DEVIfast™-montagebånd. Det fastgøres til gulvet (med søm, skruer eller lim) i parallelle linjer, normalt for hver 50 cm.

Det svarer til to (2) meter bånd for hver kvadratmeter [m²] kabelinstallation.

Enkel beregning af længde på montagebånd L_{FIX} (m): kabelinstallationsområdet ganges med to, f.eks.:

$$L_{FIX} = S_{INST} \cdot 2 \text{ (m)}.$$

Valg af termostat

Termostater til gulvvarmesystemer med komfortvarme bør have en gulvtemperaturføler.

Anbefalinger til valg: Varmeområdet er større end 5 m² – kloktermostat med timer, for eksempel DEVIreg™ Smart; Varmeområdet er mindre end 5 m² – enkel termostat uden timer, for eksempel DEVIreg™ 530 eller DEVIreg™ 130. Enkle termostater anbefales kun på grund af den lave pris, og fordi der ikke er nogen begrænsninger for brug af timer-termostat ved små installationsområder.

Den maksimale effekt (i ampere), som termostaten er i stand til at slå til, varierer normalt mellem 3.450-3.600 W (15-16 A). Dette skal der tages hensyn til i større rum. Hvis der er behov for mere end maks. 3.450-3.600 W, er følgende to løsninger mulige:

1. Opvarmningsområdet inddeles i uafhængige zoner med separate kabler og individuelle termostater. For hver zone, som ikke overstiger den tilsluttede effekt som angivet ovenfor og med samme effekt (i [W/m²]) installeret, gælder:
2. Der anvendes en kontaktor (ekstra relæ) med øget maksimumstrøm (for eksempel 20 A eller mere), normalt monteret på en DIN-skinne på eltavlen.

Anbefaling: Det tilrådes at vælge en termostatbelastning på 70-80 % af den maksimale installerede effekt.

Valg af ekstraudstyr

Montagedåse til termostat, ledningsrør til gulvtemperaturføler, skruer, søm eller rawplugs til at fastgøre montagebånd til gulvet osv.

Det antages, at forsyningsspændingen er stabil og tilsluttet korrekt i henhold til lovgivningen på elområdet i installationslandet; f.eks. at

sikringen og RCD (fejlstrømsafbryderen) er installeret i eltavle, og der er valgt korrekt kabelstykke og længde og kabeltværsnit for

strømforsyningskablet. Ellers skal disse elementer også vælges.

Gulvkonstruktion

Følg installationsvejledningen, som medfølger fra producenten af gulvelementerne, samt de lokale bygningsregulativer.

4.1.3 Konstruktionseksempel. Beregning og valg af udstyr

Komfortgulvvarme i badeværelse

Effektdata: badeværelse, 2. etage (over opvarmet rum), ingen gulvisolering, størrelse 3 x 4 m, samlet rumareal på 12 m², med monteret badekar på 0,9 x 1,7 m, stabil strømforsyningsspænding på 230 V, gulvoverflade i fliser. Begrænsninger for gulvhøjde: kan øges med maks. 2 cm.

Varmemåtte eller varmekabel?

Eftersom gulvhøjden er et vigtigt element, er tykkelsen på betonlaget mindre end 3 cm. Vælg en måtte, skærmet DEVI[™]mat eller DEVI[™]comfort-dobbeltlederemåtte (se en detaljeret produktbeskrivelse i DEVI's produktkatalog).

Installeret effekt

Vådtrum, stabil spænding, 2. etage, fliser, opvarmet rum nedenunder: Der anbefales en effekt på 150-180 W/m² (kapitel 4.1.1).

Beregning af opvarmet gulvareal (areal med kabelinstallation)

Fra det samlede areal A (i [m²]) er arealet til badekar (0,9 x 1,7 m) og baner med bart gulv på 10 cm langs væggene fratrukket:

$$A_{INST} = 12 \text{ m}^2 - (0,9 \text{ m} \cdot 1,7 \text{ m}) - ((3 \text{ m} + 4 \text{ m}) + (3 \text{ m} - 0,9 \text{ m}) + (4 \text{ m} - 1,7 \text{ m})) \cdot 0,1 \text{ m} = 12 \text{ m}^2 - 1,53 \text{ m}^2 - 1,14 \text{ m}^2 \approx 9,33 \text{ m}^2.$$

Vælg den ønskede størrelse for måtte

Tilgængeligt gulvareal er 9,33 m².

Der vælges DEVI[™]mat 150T, som dækker 9 m² gulv og har en samlet effekt på 1.235 W ved 230 V.

Hvis der vælges en måtte, der dækker 10 m² gulv, vil der være et overskydende måtteareal på 0,67 m². Og da det ikke er tilladt at skære i eller forkorte varmekabler og -mætter, skal der vælges en varmemåtte, som dækker 9 m².

Montagebånd

Der er ikke behov for montagebånd, da DEVI[™]mat har en selvklæbende lim på undersiden. Vi anbefaler, at gulvet rengøres, og at skidt og støv fjernes.

Valg af termostat

DEVI[™]mat 150T med en effekt på 1.235 W, mindre end tilladt maks. på 3.450- 3.680 W, kan tilsluttes en DEVI-termostat. Hvis varmeområdet er større end 5 m², anbefales det at bruge en timer-termostat. Vælg for eksempel den mest moderne wi-fi-klokke-termostat med intelligent timer – DEVI[™]reg Smart.

Type	System	Temperaturføler	Område	IP-klasse	Maks. belastning
DEVI [™] reg Smart	Programmerbar: Komfortgulvvarme eller varme med gulvtemperaturbegrænsning	Luft: integreret Gulv: inkluderet kabelføler	Gulv 5-45 °C. Luft 5-35 °C	IP21	3.680 W

En enkel termostat med gulvføler kan vælges som option: for eksempel DEVI[™]reg 530. Når termostaten er installeret i et vådrum, skal kravene til sikkerhedsnormerne på elområdet og tilsvarende IP-klasse nøje følges! Det anbefales at installere termostaten uden for badeværelset.

Ekstraudstyr

Elektriske materialer, der er nødvendige for installationen, vil typisk være følgende: Vægdåse til termostat, 4-5 m ledningsrør til gulvtemperaturføler og yderligere strømforsyning, hvis det er nødvendigt. Det antages, at der er en egnet strømforsyning i overensstemmelse med de gældende regler og bestemmelser vedr. sikkerhed for elementer i en elektrisk instal-

lation, for eksempel at sikring og RCD (fejlstrømsafbryder) er installeret.

Resume:

For at opnå komfortabel gulvvarme i et badeværelse på 12 m² (med et frit areal på 9,33 m²) anbefaler vi følgende gulvsystemelementer fra DEVI:

Udstyr	Egenskaber	Antal
Skærmet DEVI [™] mat 150T-varmemåtte med dobbeltleder	9 m ² 1.235 W (ved 230 V), (150 W/m ²)	1 stk.
DEVI [™] reg Smart-termostat	Programmerbar, wi-fi, aktiveret via App, intelligent timer, luft- og gulvfølere, IP21	1 stk.
Ledningsrør	Ø 16	4 m
Montagedåse		1 stk.

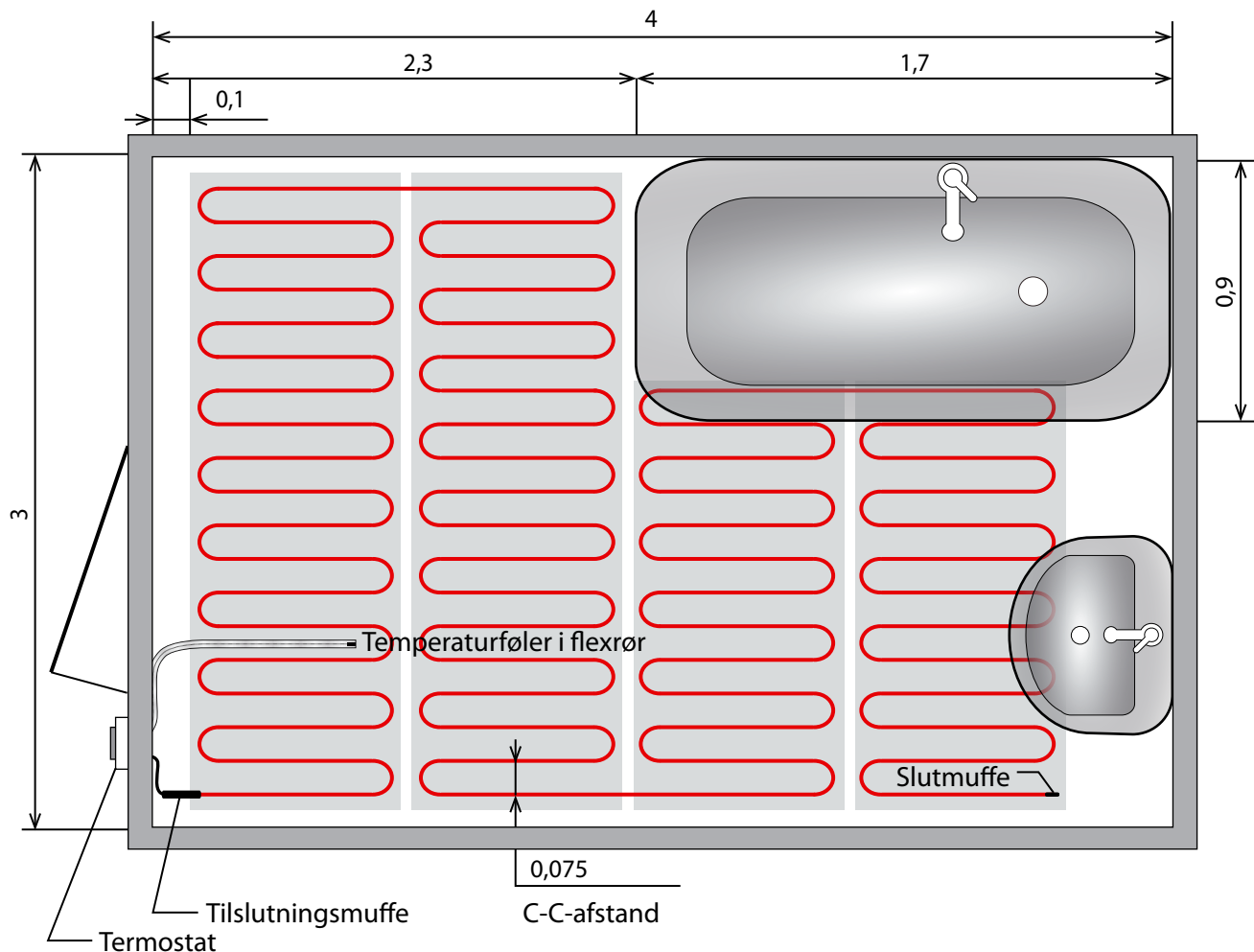


Fig. 1 – Eksempel på installation af varmematte i badeværelse. Alle afstande er i [m].

4.2. Total (direkte) gulvvarme

4.2.1. Om systemet

Total eller direkte elektrisk gulvvarme er det eneste varmesystem, der er installeret i et rum (eller område), til opretholdelse af en brugerdefineret rumtemperatur. Det sikres ved at justere gulvets overfladetemperatur, hvilket skyldes den foranderlige varmeoverførsel fra overfladen til gulvet. Et sådant system reguleres af en termostat med luft- og gulvføler eller kun rumtemperaturføler. En rumføler til luft er en integreret del af DEVIreg™-rumtermostater. Et gulvvarmesystem har en stor opvarmet gulvoverflade, og det er et varmesystem med konvektion og varmeudstråling. Fordelen ved et gulvvarmesystem er, at det giver varme i den nederste del af rummet omkring benene og relativt mindre varme ved loftet, hvor der ikke er så meget brug for det. Det er dokumenteret i mange studier, at en sådan temperaturfordeling er den mest

behagelige for mennesker, uafhængigt af køn, alder og aktivitetsniveau. Et gulvvarmesystem giver en følelse af samme eller forbedret varmekomfort ved en lavere samlet rumtemperatur.

Som resultat heraf kan temperaturen sænkes med ca. 1-2 °C sammenlignet med et gammelt radiatorvarmesystem, hvor varmeelementet er synligt under vinduet. Det giver brugeren forbedret varmekomfort og energibesparelser på ca. 10-20 %.

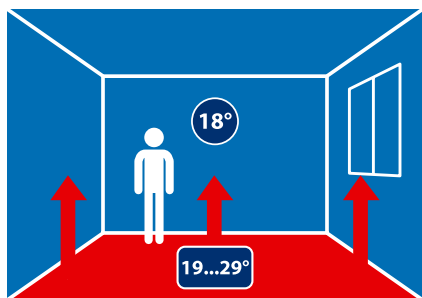
Effekten for et varmesystem vælges på baggrund af niveauet for beregnet varmetab (i watt). Energien, som leveres via gulvvarmesystemet, skal dække varmetabet og understøtte en specifik lufttemperatur (rum). Der tilføjes normalt en sikkerhedsfaktor på 20-30 % til den beregnede effektværdi for varmetabet afhængigt af rummets specifikke varmekonforhold. Da varmesystemet styres af en termostat, påvir-

ker det ikke det samlede forbrug af elektrisk varmeenergi at installere en større effekt.

Total elektrisk gulvvarme, "Opvarmning via gulv", bør ikke forveksles med "Komfortgulvvarme/varmt gulv". Behovet for varme er vekslende, hvilket skyldes ændringer i udetemperaturen i opvarmningsperioden, og derfor varierer gulvtemperaturerne også. I oktober, når udetemperaturen er +5 °C, vil det eksempelvis være tilstrækkeligt at opvarme gulvet til 21-22 °C for at opretholde en indetemperatur på 20 °C. Men i februar, når udetemperaturen er lavere, eksempelvis -15 °C, vil gulvet skulle opvarmes mere, eksempelvis 25-26 °C, for at opretholde den samme rumtemperatur.

Når der anvendes et gulvvarmesystem som samlet opvarmningsløsning, bør du altid vælge den teknisk korrekte løsning, men overholde begrænsning-

gen for maksimal gulvtemperatur. Til regulering af det overordnede varmesystem anbefales det at anvende en termostat, der måler lufttemperaturen (rum), og som har en gulvtemperaturføler. Ved at indstille det maksimale gulvtemperaturniveau og konstant at overvåge systemet undgår man, at gulvet overophedes. Sådanne begrænsninger er absolut nødvendige for gulve med træoverflader.



Der anvendes særlige DEVI-termostater, hvor indstillingen af den maksimale gulvtemperatur er nødvendig eller tilrådelig:

- i programmerbare modeller: ved indstilling af en særlig option.
- i enkle modeller: ved hjælp af manuelt potentiometer under termostatsens dæksel.

Standardfabriksindstillingen for maksimal gulvtemperaturbegrænsning er 35 °C.

Selvom en specifik gulvinstallation ikke i særdeleshed kræver, at der installeres en gulvføler, tilrådes det på det kraftigste at gøre det. Installér et plasticrør, hvor der senere kan installeres en gulvføler. Varmeelementet (kabel eller måtte) er installeret i gulvkonstruktionen, hvor det danner parallelle strenge. Når der anvendes et varmekabel bestemmes varmesystemets effekttæthed (i $[W/m^2]$) af varmekablets C-C-afstand (afstanden fra kabel til kabel eller centrum til centrum). Øges afstanden mellem kablerne medfører det en nedgang i effekt og omvendt. Når der er udregnet og valgt en ønsket effekttæthed, beregnes C-C-afstanden, der bestemmer antallet af kabelstrenge pr. $1 m^2$ gulv eller kabellængde pr. $1 m^2$. Ved at gange den valgte kabellængde for et samlet område med varmekabelin-

station fås den beregnede længde på varmekablet.

$$C-C\text{-afstand (cm)} = \frac{\text{tilgængeligt gulvareal (m}^2\text{)} \cdot 100 \text{ (cm/m)}}{\text{Længde på valgt kabel (m)}}$$

Detaljerede oplysninger om proceduren for kabelinstallation findes senere i dette dokument.

For moderne huse og boliger er det beregnede varmetab lille, og derfor er gulvvarmesystemets effekt også begrænset. For at forhindre at et kabel som resultat heraf installeres med en stor C-C-afstand, anbefales det at bruge et med mindre lineær effekt. For et beregnet varmetab på $50 W/m^2$ vil C-C-afstanden, når det mest almindelige DEVI-kabel, DEVIflex™ 18T, anvendes, f.eks. være helt op til 36 cm. Det er uundgåeligt, at det vil medføre en gulvoverflade med spredte kolde zoner, der ligger mellem de installerede varmekablers strenge. Det er målet for et gulvvarmesystem at opnå og opretholde en konstant og behagelig gulvtemperatur, og for varmesystemer med påkrævet lav specifik effekt anbefaler vi varmekabler med lavere lineær effekt (i $[W/m^2]$): for eksempel DEVIflex™ 10T eller DEVIflex™ 6T. Derved er det muligt at reducere C-C-afstanden, hvilket giver en mere jævn temperaturfordeling på gulvet.

Sikkerhedskoefficient

For varmesystemer, der er installeret i en gulvkonstruktionen, er det nødvendigt at tilføje en sikkerhedskoefficient på 1,2-1,3 ved beregning af den effekt, der skal installeres i gulvet. Denne faktor er en erfaringsværdi, der bruges i branchen, og som er baseret på følgende fakta:

- varmekablernes længde, modstands- og watt-tolerance
- strømforsyningspænding har en delvis nøjagtighed
- varmetab nedad, gulvforøgelse og materialetype på overfladen.

Gulvets overfladetemperatur

Der bør tages hensyn til, at et stort varmetab medfører nødvendigheden af høj effekt fra varmesystemet, og således også en høj og måske ikke så behagelig temperatur på gulvoverfladen. De maksimale temperaturer for gulvoverfladen i forskellige typer applikationer er nærmere angivet i de relevante standarder. For at få

en overslagsvurdering af en mulig gulvtemperatur for en given effekt, skal værdien for varmevekslingskoefficienten på $\alpha = 10 W/(m^2 \cdot K)$ anvendes (yderligere beskrivelse findes i afsnittet om Komfortgulvvarme). Hvis varmesystemets effekt er på $150 W/m^2$ og varmetabet nedad er $\sim 20\%$, så vil varmeopstigningen være $150 - (150 \cdot 20\%) = 120 W/m^2$.

Hvis det faktiske varmetab er tæt på den værdi, betyder det, at det er nødvendigt at øge gulvets overfladetemperatur med op til 12 °C ($120 W/m^2 / 10 W/(m^2 \cdot K)$) i forhold til lufttemperaturen. Hvis luft-/rumtemperaturen eksempelvis er 18 °C , kan gulvtemperaturen nå op på $18 + 12 = 30\text{ °C}$ på den koldeste tid af året for at imødekomme rummenes faktiske varmetab.

4.2.2. Beregning og valg af elementer/produkter

Se DEVI's produktkatalog og tidligere kapitler i dette dokument for yderligere oplysninger.

Vurdering af varmesystemets beregnede effekt

Definér varmetabet for ejendommen $Q [W]$: fra dokumentation eller via beregning (for eksempel EN 12831).

Beregnet effekt for gulvvarmesystemet bestemmes, idet der tages hensyn til en sikkerhedsfaktor på 1,3:
 $P = Q \cdot 1,3 [W]$.

Valg af specifikt varmeelement (måtte eller kabel)

Definér tykkelsen på gulvkonstruktionen over kablet. Hvis den planlagte højde på betonen er 3 cm eller mere, installeres der normalt et varmekabel. Hvis gulvkonstruktionen er tynd (f.eks. fliseklæber), er det at foretrække at bruge en varmemåtte (med en tykkelse på $\sim 3-4,5$ mm). Det bør bemærkes, at der ikke er nogen begrænsninger for brugen af en varmemåtte i betonkonstruktioner eller konstruktioner med tykt gulv.

Det anbefales på det kraftigste at installere isolering i gulvkonstruktionen, hvis det er muligt. Tykkelsen på isoleringen bør vælges i henhold til lokale normer. Når et varmesystem er i drift i temmelig lange perioder i løbet af året (i de nordiske lande i 6-8 måneder om året), har varmeisoleringens tykkelse i gulvet en direkte indflydelse på varmetabet og dermed også på de ekstra elektricitetsudgifter. For at opnå en god slidstyrke på gulvkonstruktionen, skal betonlaget, som er installeret over/på isoleringen, have en tykkelse på mindst 3 cm og være i overensstemmelse med det lokale bygningsreglement.

Vurdering af det opvarmede gulvareal

For at fastslå installationsområdet for et varmekabel eller en varmemåtte A_{INST} (i $[m^2]$): Fratræk det område, hvor kablet ikke er installeret, fra det samlede installationsareal (rum). Det anbefales, at den frie bane langs væggene uden kabel/måtte har en bredde på ~ 10-15 cm og at bredden langs de indvendige vægge, hvor der mest sandsynligt vil være placeret møbler, er inden for 30-40 cm. Til varmesystemer i gulvkonstruktionen anbefales møbler med ben (min. 5 cm luftafstand til gulvet), hvilket giver luftcirkulation nedeunder, således at kablet/måtten under møblerne ikke bliver overophedet.

Vurdering af den beregnede effekt pr. $[m^2]$

Specifik beregnet effekt for området, p_{CALC} $[W/m^2]$, beregnes ved at dividere det beregnede varmetab Q $[W]$ med installationsområdet A_{INST} $[m^2]$:

$$p_{CALC} = Q / A_{INST} \text{ [W/m}^2\text{]}.$$

Det bør bemærkes, at den beregnede effekt normalt er noget mindre end den faktiske valgte effekt for varmekablet, der er installeret i gulvet. Det skyldes, at kablet kun kan fastgøres på et DEVIfast™-montagebånd med en fast afstand på 2,5 cm (eller ved at gange op).

Valg af varmekabellængde eller varmemåtteareal

Den samlede effekt for kablet/måtten må ikke være mindre end det beregnede varmetab, inklusive sikkerhedsfaktoren på 1,3.

Varmekabel

Kablet fastgøres normalt ved hjælp af DEVIfast™-metalmontagebånd, med fastgørelsespunkter for hver 2,5 cm, og det er muligt at implementere en anden fast effekt på 1 $[m^2]$. Dette faktum bør der tages højde for ved beregning af en specifik løsning. Hvis kablet eksempelvis er et DEVIflex™ 18T og forsyningsspændingen er 230 V med en C-C-afstand på 12,5 cm, er effekten 145 $[W/m^2]$, og med C-C = 10 cm – 180 $[W/m^2]$ (se også bilag A.1).

Det bør bemærkes, at forsyningsspændingen i nogle lande er lavere end 230 V, hvilket medfører et fald i kabeleffekten samt en anderledes $[W/m^2]$ med samme installationsafstand. For eksempel:

Ved en elforsyning på 220 V er effekten fra et varmeelement, nominel 230 V, kun 91,5 % (koefficient 0,915) bør påføres varmeelementets effekt ud fra DEVI's produktkatalog.

Til varmekabel med en defineret C-C-afstand vælges en specifik effekt p_{INST} $[W/m^2]$ ved hjælp af produkttabellen eller beregnet ved hjælp af formlen. Normalt vælges der et produkt med den nærmeste højere værdi i forhold til beregnet effekt p_{CALC} . Denne valgte/beregnete effekt vil være den faktiske effekt for 1 m^2 af varmesystemet. Det er med andre ord en områdespecifik effekt p_{INST} $[W/m^2]$ af C-C-afstand for den valgte varmekabelinstallation.

Den samlede effekt for varmekablet p_{CALC} $[W]$ beregnes som den specifikke effekt p_{INST} $[W/m^2]$ ganget med installationsområdet A_{INST} $[m^2]$:

$$p_{CALC} \text{ [W]} = p_{INST} \text{ [W/m}^2\text{]} \cdot A_{INST} \text{ [m}^2\text{]}$$

Kablet vælges ud fra en liste af fabriksfremstillede produkter med effekt p_{INST} $[W]$, normalt den nærmeste højere værdi i forhold til beregnet effekt p_{CALC} $[W]$. Den nærmeste lavere effekt kan kun anbefales, hvis den ikke adskiller sig fra den anslåede værdi med mere end ~5 %.

Effekten for det valgte kabel er den faktiske effekt for varmesystemet.

Til total rumopvarmning anbefaler DEVI, at der vælges skærmede DEVIflex™ 18T-, DEVIflex™ 10T-, DEVIflex™ 6T-varmekabler med dobbeltleder, eller, kun hvis det er nødvendigt, et DEVIbasic™ 20S-varmekabel med enkeltleder.

Tallet til sidst i kablets navn henviser til dets specifikke effekt på 1 m – W/m ved 230 V. Bogstavet T betyder dobbeltlederkabel (Twin), mens bogstavet S betyder enkeltlederkabel (Single).

I gulvkonstruktioner er den mest hyppigt brugte kabeltype DEVIflex™ 18T – dobbeltleder, 18 W/m ved 230 V.

Varmemåtte

Når der installeres en tynd varmemåtte, vælges den med en specifik effekt p_{INST} $[W/m^2]$, den nærmeste højere i forhold til beregnet effekt p_{CALC} . Der skal for installationen dog også kigges på det tilgængelige gulvareal A_{INST} $[m^2]$, og der skal vælges en måtte, der dækker et areal tæt på det tilgængelige. Ellers vil installationen efterlade nogle uopvarmede og kolde gulvarealer, hvilket resulterer i brugere, der er utilfredse med hele varmesystemet.

DEVI's skærmede varmemåtter er eksempelvis beregnet til installation i gulvkonstruktioner:

- dobbeltleder på ~3,0 mm: DEVI mat ™ 70T, DEVI mat ™ 100T, DEVI mat ™ 150T, DEVI mat ™ 200T;
- dobbeltleder på ~4,0 mm: DEVI $comfort$ ™ 100T, DEVI $comfort$ ™ 150T
- enkeltleder på ~3,0 mm: DEVI $heat$ ™ 150S.

Tallet til sidst i måttens navn henviser til dens specifikke effekt på 1 m^2 i $[W/m^2]$ ved 230 V. Bogstavet T betyder dobbeltledermåtte (Twin), mens bogstavet S betyder enkeltledermåtte (Single).

DEVIcomfort™ 100T-varmemåttan er for eksempel en dobbeltleder, 100 W/m² ved 230 V (91 W/m² ved 220 V).

Effekten for den valgte varmemåtte vil være den faktiske effekt for varmesystemet.

Beregning af montagebåndets længde

Hvis der er valgt varmekabel, anbefales det at bruge et montagebånd til at fastgøre det til gulvet, for eksempel et galvaniseret DEVIfast™-montagebånd. DEVIfast™ er normalt fastgjort til gulvet (med skruer, søm eller lim) i parallelle strenge med mellemrum på 50 cm, men ikke mere end 1 m. Det vil sige, at der bruges ca. 2 m bånd for hver kvadratmeter installationsareal.

Beregning af montagebåndslængde L_{FIX} (m) – kabelinstallationsareal ganges med to:

$$L_{FIX} = A_{INST} \cdot 2 \text{ [m]}.$$

Hvis installationen tillader det, kan varmekablet alternativt fastgøres til et armeringsnet i metal, der er placeret i gulvkonstruktionen ved hjælp af Deviclip™ Twist.

Valg af termostat

Termostater til elektriske gulvvarmesystemer til totalopvarmning har en intern lufttemperaturføler og

normalt også en ekstra gulvtemperaturføler (følger med termostaten). Gulvføleren gør det muligt at styre og begrænse den maksimale temperatur for gulvoverfladen. Denne begrænsning er ofte påkrævet og standardiseret af nogle producenter af gulvlægning, for eksempel laminat- eller parketgulve.

Følgende anbefales, hvis:

- opvarmningsområdet er større end 5 m²: Kloktermostat med timer, for eksempel DEVIreg™ Smart eller DEVIreg™ Touch.
- opvarmningsområdet er mindre end 5 m²: Der kan vælges en enkel termostat uden timer, for eksempel DEVIreg™ 532 eller DEVIreg™ 132.

Enkle termostater anbefales kun på grund af den lavere pris. Men til varmesystemer er timer-termostater det mest energieffektive valg, da det giver mulighed for at spare energi, når der ikke er personer til stede i rummet, for eksempel ved at sænke rumtemperaturen om natten.

Termostater har et internt relæ, som er begrænset ved den maksimale effekt (ampere), som termostaten kan slå til: typisk 3.450-3.680 W (15-16 A).

Hvis der er behov for at installere mere end maksimum 3.450-3.600 W, er følgende to løsninger mulige:

3. Opvarmningsområdet er inddelt i uafhængige zoner med separate kabler og individuelle termostater, hvor hver zone ikke overstiger den tilsluttede effekt, som angivet ovenfor, og med den samme installerede effekt (i [W/m²]).
4. Der anvendes en kontaktor til korrekt strøm (ekstra større relæ), som normalt er monteret på en DIN-skinne på eltavlen.

Anbefaling: Det er bedre at vælge en termostatbelastning på 70-80 % af maksimum.

Valg af ekstraudstyr

Montagedåse til termostat, ledningsrør til gulvtemperaturføler, søm eller rawlplugs til at fastgøre montagebånd til gulvet mv.

Det antages, at spændingen forsyner termostatinstallationen korrekt, f.eks. at sikring og RCD er installeret i en eltavle, og der er valgt korrekt kabelstykke og længde for strømkabel mv. Ellers skal disse elementer også vælges.

Gulvkonstruktion

I gulvkonstruktioner med flere lag, som består af mange elementer, skal der gøres en lang række overvejelser. Følg altid de nationale regler for byggeri, og kontakt din lokale DEVI-produktleverandør, hvis du har spørgsmål.

Eksempel. Direkte gulvvarme – beregning og valg af udstyr

Totalvarmesystem til stue i nybyggeri

Totalopvarmning via elektrisk gulv, der anvender varmekabel inklusive en begrænsning af den maksimale gulvtemperatur.

Data:

Rumstørrelse 3 x 5 m, samlet areal på 15 m², betongulv, stabil forsynings-spænding på 230 V, stueetage, betonlaget antages at være mere end 3 cm tyk, beregnet varmetab er 1.100 W.

Definition af kabelsystemets beregnede effekt

Det beregnede varmetab Q er 1.100 W. For at vælge varmekabel/varmekabler skal der tages hensyn til en sikkerhedsfaktor på 1,3. Den beregnede effekt er: $P = 1.100 \text{ W} \cdot 1,3 = 1.430 \text{ W}$ eller pr. [m²]: 95,3 W/m².

Valg: varmemåtte eller varmekabel

Betonlaget antages at være mindst 3 cm tyk, gulvkonstruktionen er "tyk". Til installationen er der valgt et skærmet DEVIflex™ 18T-varmekabel med dobbeltleder.

Det antages, at der lægges isolering med den nødvendige tykkelse under kablet, så varmetabet nedad minimeres og ikke skal tages med i betragtning.

Vurdering af installationsareal for varmekabel

Det foreslås, at kablet placeres med en afstand på 10 cm (0,1 m) fra den udvendige væg med en længde på 3 m, og på samme måde for den modsatte væg med dør. Permanente (faste) installationer antages at ligge

langs de indre vægge på 5 m. Det foreslås, at kablet placeres med en afstand på 35 cm (0,35 m) fra de indvendige vægge med en længde på 5 m. Med disse antagelser for et rum på 3 x 5 m er kabelinstallationsområdet følgende:

$$\begin{aligned} A_{INST} &= 15 \text{ m}^2 - (3 + 3) \text{ m} \cdot 0,1 \text{ m} - \\ &\quad - (5 + 5) \text{ m} \cdot 0,8 \text{ m} = \\ &= 15 \text{ m}^2 - 0,6 \text{ m}^2 - 3,5 \text{ m}^2 = \\ &= 10,9 \text{ m}^2 \approx 11 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

4. Vurdering af den beregnede effekt pr. 1 m²

Det beregnede varmetab Q [W] divideres med kabelinstallationsarealet A_{INST} [m²]:

$$\begin{aligned} p_{CALC} &= Q / A_{INST} = 1.430 \text{ W} / 11 \text{ m}^2 = \\ &= 130,3 \approx 131 \text{ W/m}^2. \end{aligned}$$

Beregning af varmekablets længde

Vælg et skærmet DEVIflex™ 18T-varmekabel med dobbeltleder. Kabelinstallation på DEVIfast™-montagebånd kræver, at der vælges en C-C-afstand med trin på 2,5 cm (se bilag A.1.). Specifik effekt p_{INST} [W/m²] vælges ud fra tabellen eller beregnes ved at benytte formlen som den nærmeste større udgligning af beregnet effekt p_{CALC} .

For det ovenfor beregnede $p_{CALC} = 131$ [W/m²] for kabel 18 [W/m] – DEVIflex™18T, vælges der fra tabellen den nærmeste større specifikke effekt (ved 230 V) og passende C-C-afstand (se bilag A.1):

C-C-afstand, cm	18 W/m DEVIflex™18T
...	...
12,5	144 W/m ²
15	120 W/m ²
17,5	103 W/m ²
...	...

Vælg specifik installationseffekt $p_{INST} = 144$ W/m² og henholdsvis C-C = 12,5 cm.

Bemærk: Et varmemåtteelement kan også installeres i beton i dette varmesystem. Den nærmeste større værdi til $p_{CALC} = 131$ W/m² er en måtteeffekt på 150 W/m². Dvs. måtter, hvor navnet ender på 150T, er egnede (f.eks. DEVIcomfort™ 150T).

Beregnet specifik effekt for varmekabel:

$$P_{CALC} = p_{INST} \cdot A_{INST} = 144 \text{ W/m}^2 \cdot 11 \text{ m}^2 = 1.584 \text{ W.}$$

Et fabriksfremstillet DEVIflex™ 18T-kabel med den nærmeste større værdi til 1.584 W effekt er 1.625 W kabel 90 m (se DEVI's produktkatalog).

Det bør bemærkes, at et kabel med mindre effekt – 1.485 W (82 m) ikke kan vælges som en variant, da effekten varierer mere end 5 % i forhold til den beregnede på 1.584 W.

Beregning af montagebåndets længde

Det antages, at der anvendes et Devifast™-metalmontagebånd til fastgørelse af kablet. Båndet fastgøres til gulvet i parallelle strenge med mellemrum på 50 cm. Båndlængden kan således defineres som kabelinstallationsområdet ganget med to:

$$L_{FIX} = A_{INST} \cdot 2 = 11 \text{ m}^2 \cdot 2 = 22 \text{ m} \approx 23 \text{ m.}$$

Du kan for eksempel vælge 1 pakke med 25 m Devifast™.

Valg af termostat

Der skal vælges en termostat, der er beregnet til varmesystemer, for eksempel en termostat med lufttemperaturføler og en ekstra gulvtemperaturføler. Varmesystemet vil være i drift i hele opvarmningsperioden. Det er derfor vigtigt at spare elektricitet. Det gøres ved at vælge en timer-termostat med mulighed for at indstille en lav temperatur om natten og i perioder uden tilstedeværelse af personer i rummet.

Til rum, der er mindre end 5 m², skal man også overveje de økonomiske konsekvenser af at vælge en termostat uden timer.

I dette eksempel er effekten 1.625 W for det valgte varmekabel. Det er mindre end det maksimalt tilladte 3.500 W (15-16 A) for de fleste DEVI-termostater såsom DEVIreg™ Smart-termostaten. Den kan anvendes til komfortvarme eller totalopvarmning med mulighed for at begrænse den maksimale gulvtemperatur. Med DEVI Smart App, en intelligent timer og stilfuldt design, bør den installeres i en dåse i væggen, maksimumbelastning er 3,7 kW (16 A), 230 V, IP21.

Valg af ekstraudstyr

Montagedåse til termostat, ledningsrør til gulvtemperaturføler, søm eller rawlplugs til at fastgøre montagebånd til gulvet mv.

Det antages, at der er en stabil forsyningsspænding til termostatinstallationen, og at sikkerhedssikring og RCD er installeret i en eltavle, og der er valgt korrekt kabelstykke og længde for strømkabel mv. Ellers skal disse elementer også vælges.

Sammenfatning af ovenstående: DEVI's elektriske gulvvarmesystem til totalopvarmning (direkte varme via gulv) med begrænsning af maksimal gulvtemperatur implementeres i et gulvareal på 15 m² med et beregnet varmetab på 1.100 W. Følgende udstyr er nødvendigt:

Udstyr	Egenskaber	Antal
Skærmet DEVIflex™ 18T-varmekabel med dobbeltleder	90 m, 1.625 W (ved 230 V), C-C-afstand på 12,5 cm, ~144 [W/m ²], tilgængeligt gulvareal på 11 m ²	1 stk.
DEVIfast™-metalmontagebånd	Galvaniseret metal, afstand på 2,5 cm	1 stk. 25 m-pakke
DEVIreg™ Smart-termostat, hvid	Programmerbar, wi-fi, kan tilgås via App, intelligent timer, luft- og gulvfølere, IP21	1 stk.
Ledningsrør	Ø 16	4 m
Montagedåse		1 stk.

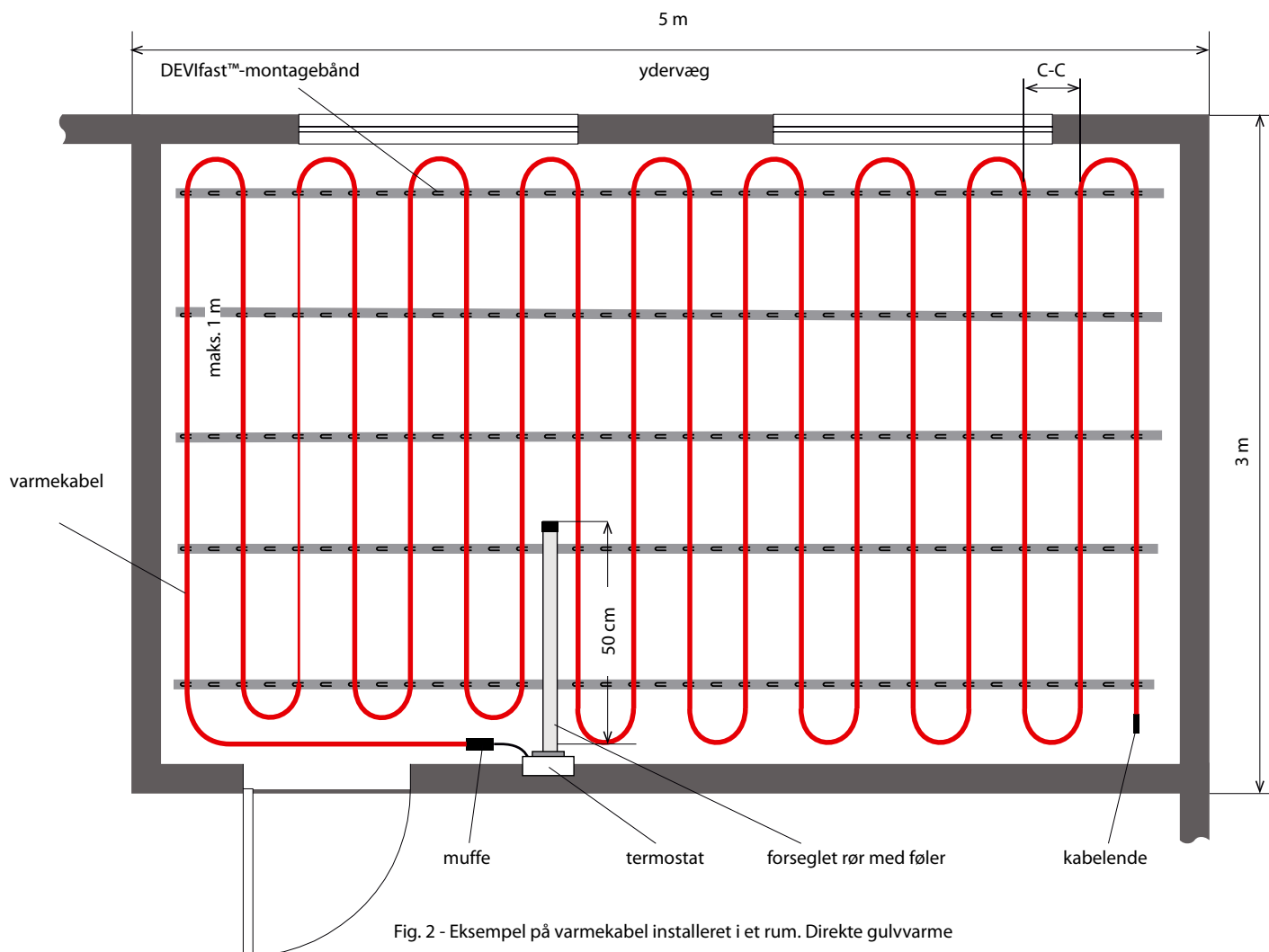


Fig. 2 - Eksempel på varmekabel installeret i et rum. Direkte gulvvarme

4.3. Akkumulerende varme via elektrisk gulvvarmesystem

4.3.1. Om systemet

DEVI's akkumulerende varmesystem er beregnet til brug i huse, kontorer og fabrikker, hvor der er mulighed for at spare elektricitet i lavtarifperioder.

Varmekablerne er indstøbt i et tykt lag beton (7-15 cm) typisk >10 cm, der akkumulerer den varme, der produceres i lavtarifperioden. Jo større mængde beton, der er anlagt, og som indeholder varmekablerne, desto større er varmekapaciteten i gulvet (der kan lagres mere energi).

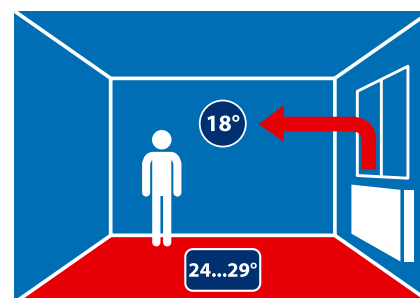
Installeret effekt

Som allerede beskrevet i det foregående kapitel skal man kende varmetabet i rummet for at kunne beregne den installerede effekt for akkumuleret opvarmning.

En lavtarifperiode på eksempelvis otte timer om natten betyder, at kablerne/måtterne har otte timer til at generere den nødvendige mængde varme, der

skal afgives over de næste ca. 16 timer, før den næste lavtarifperiode indtræder. Så effekten for det akkumulerende system skal være tre gange højere end effekten fra et direkte varmesystem. For at sikre at systemet reagerer hurtigt, skal der inkluderes en sikkerhedsfaktor på ca. 1,3 i beregningen af effekt.

Det bør bemærkes, at regulering af lufttemperaturen (rum) er anderledes, med stort set ingen mulighed for justeringer i løbet af dagen. Det skyldes, at gulvet er overophedet om morgenen på grund af varmeakkumuleringen om natten og underopvarmet sidst på dagen. Forskellen i lufttemperatur (rum) bør normalt ikke være mere end 4 °C i henhold til standarderne. For at undgå ubehagelige rumtemperaturer om vinteren, tilrådes det at installere et ekstra direkte varmesystem. Det skal konstrueres på en sådan måde, at det akkumulerende varmesystem suppleres med direkte varme med kabelrandzoner eller en anden varmekilde.



Det akkumulerende varmesystem skal styres af en særlig timer-termostat, så varmelagringen i gulvet reguleres i lavtarifperioder, og der spares energi. Termostaten er normalt tilsluttet en udendørs føler for konstant at kunne måle udetemperaturen eller vejrforhold samt beregne mængden af energi, der skal lagres i gulvet. Alternativt kan en timer-termostat også bruges som styreenhed.

Yderligere oplysninger om akkumuleret opvarmning findes i specialiserede standarder, for eksempel DIN 44576.

4.3.2. Beregning og valg af udstyr til akkumulerende varmesystem

Installeret effekt

Som allerede beskrevet i det foregående afsnit skal man kende varmetabet i rummet for at kunne beregne den installerede effekt for akkumuleret opvarmning.

For at sikre at systemet reagerer hurtigt, skal der inkluderes en sikkerhedsfaktor på ca. 1,3 i beregningen.

En lavtarifperiode på eksempelvis otte timer betyder, at kablerne/måtterne har otte timer til at generere den nødvendige mængde varme, der skal afgives over de næste ca. 16 timer, før den næste lavtarifperiode indtræder.

Følgende ligning bruges til at beregne den samlede nødvendige effekt [W] for akkumulerende varmesystemer:

$$P = \frac{\text{beregnet varmetab} \cdot T \cdot C}{t}$$

Hvor:

- T – tændte timer, 24 timer
- C – sikkerhedsfaktor, 1,3
- t – lavtariftid, timer.

Den installerede effekt for et akkumulerende varmesystem er normalt mellem: 125-200 W/m². Hvis beregningen viser en installeret effekt over 200 W/m², bør varmesystemet suppleres med randzoneopvarmning (et mindre varmekabel eller måtte, der er installeret langs ydervæggene og tilsluttet en separat termostat).

Randzoneopvarmning

Randzoneopvarmning har følgende formål:

1. I huse med store glaspartier og døre beskytter det mod træk.
2. I huse med et stort varmetab fungerer det som en ekstra varmekilde.

Et randzoneområde er et område, hvor effekten pr. kvadratmeter øges, således at der installeres mere varme (højere effekt) i randzoneområdet end i resten af gulvet. Det kan gøres ved at lægge kablerne foran et stort glasparti og reducere C-C-afstanden, indtil den nødvendige effekt opnås, idet der tages højde for en minimum bøjningsradius for varmekablet. Bredden på et randzoneområde er normalt 0,5-1,5 m. Den anbefalede effekt i et randzoneområde er 200-250 W/m².

Randzoneområder kræver separate termostater og følere til at styre dem, da de kun tændes på de tidspunkter, hvor regulatoren af akkumuleret gulvvarme er slukket.

Randzoneopvarmning kan reguleres af en termostat med kombineret gulv- og rumføler eller en termostat, der kun har en gulvføler.

Da et randzonesystem er et varmesystem, der reagerer direkte, bør det ikke dækkes af mere end 3 cm beton. Sammen med den høje effekt vil dette sikre, at systemet reagerer hurtigt og effektivt på temperaturændringer.

Der henvises til senere afsnit om trægulve for yderligere oplysninger om gulvbelægning i træ.

Valg af produkt

Når DEVI's akkumulerende varmesystem er installeret, bør der anvendes varmekabler med en minimumeffekt på 18 [W/m]:

- DEVIflex™ 20T-varmekabler med dobbeltleder DEVIflex™ 18T
- DEVIbasic™ 20S-varmekabler med enkeltleder.

Anvend DEVIfast™-montagebånd til at sikre hurtig og nem installation, eller DEVIclip™ til fastgørelse af varmekablet til armeringsnet i metal i gulvet.

Alternativt kan der anvendes DEVI-varmemåtter med en effekt på op til 200 W/m².

Regulering

For at styre temperaturen for det akkumulerende varmesystem bør der anvendes en særlig termostat for at spare energi og regulere varmelagringsen i gulvet i lavtarifperioder. Enheden bør tilsluttes en udendørs føler for konstant at måle udetemperaturen. Den skal kunne forudsige vejrændringer og generere præcis den krævede mængde varme for at give behagelige forhold til den næste lavtarifperiode. Termostaten skal monteres med en gulvføler til måling af den resterende varme i gulvet og til begrænsning af gulvtemperaturen.

Regulering af den akkumulerende gulvvarme kan gøres med en termostat

med mulighed for tilførsel til eltarif II (lavpristrafik) såsom DEVIlink™.

DEVIlink™, med indbygget intelligent timer, er en brugbar løsning til regulering af akkumulerende gulvvarme.

En enklere, men mindre behagelig og intelligent løsning, kan udføres med DEVIreg™ 130/132 (til vægmontage) eller DEVIreg™ 520/532 (til vægindbygning) med en ekstern timer og tilslutningsrelæer. Kontakt din lokale leverandør af DEVI-systemer for yderligere oplysninger.

Installation

Der bør lægges en egnet isolering under kablerne i overensstemmelse med byggestandarderne. Når kablerne er lagt, må de under ingen omstændigheder røre ved isoleringsmaterialet eller på nogen måde blive omsluttet af det.

Kablerne fastgøres til DEVIfast™-montagebånd eller stålforstærkning ved hjælp af DEVIclip™ med en passende C-C-afstand.

Da randzonesystemet er et varmesystem, der reagerer direkte, bør det ikke dækkes af mere end 3 cm beton. Sammen med den høje effekt vil dette sikre, at systemet reagerer hurtigt og effektivt på temperaturændringer.

Det er vigtigt, at gulvkonstruktionen er godt isoleret, således at varmetabet nedad holdes på et minimum.

Et andet vigtigt element er den vertikale randzoneisolering. Denne isolering skal være effektiv for at kunne forhindre, at varmen transporteres til væggene eller tilstødende rum. Den bør derudover være i stand til at reagere på gulvkonstruktionens horisontale udvidelse.

Endelig skal isoleringen være i overensstemmelse med generelle og lokale regulativer.

Det tilrådes altid at installere mere isolering end den minimumsmængde, der er angivet af det pågældende lands gældende byggekrav.

Gulvoverflader

Næsten alle typer gulvoverflader er egnede til gulve, hvori der er installeret akkumulerende opvarmning. Rådfør dig dog altid med din gulvleverandør med hensyn til temperaturtolerance og hvilke klæbemidler, der skal anvendes. Følg altid leverandørens vejledning omhyggeligt, når der lægges trægulv direkte på betonkonstruktioner, hvori der er installeret akkumulerende gulvvarme.

Særlig vigtig er oplysninger om den maksimale temperaturtolerance for gulvoverfladens materiale. Den er typisk sat til +27 °C for gulvoverflader i træ.

Gulvoverfladematerialer med en høj isoleringsværdi, såsom tykke uldtæpper, kan begrænse varmefordelingen fra gulvet. Kontakt venligst gulvleverandøren i disse tilfælde for at få yderligere oplysninger.

Eksempel 1

Et kontor på 13 m² med et tilgængeligt gulvareal på 12 m² skal opvarmes med et akkumulerende varmesystem. Det samlede varmetab er beregnet til 650 W. Hele lavtarifperioden varer 10 timer (otte timer om natten og to timer om dagen).

1. Nødvendig installeret effekt:
$$\frac{650 \text{ W} \cdot 24 \text{ timer} \cdot 1,3}{10 \text{ timer}} = 2.028 \text{ W}$$

2. Valg af nærmeste kabel: Hvis vi vælger DEViflex™ 18T, er det nærmeste kabel 2.135 W, 118 m.
3. Beregning af C-C-afstand:
 $12 \text{ m}^2 \cdot 100 \text{ cm/m} / 118 \text{ m} = 10,17 \text{ cm}$.
Fastgør kablet ved hjælp af DEVifast™-montagebånd med en C-C-afstand på 10 cm.
4. Valg af termostat:
Det akkumulerende varmesystem bør styres af en særlig termostat, for eksempel DEVilink™. En timer-termostat kan vælges som option, hvor timeren kan tændes, når lavtarif er tilgængelig. Alternativt kan en ekstra timer tilsluttes for at afbryde strømmen til varmekablets relæ i perioder med høj eltarif.

Eksempel 2

I dette eksempel varer lavtarifperioden otte timer. Et lager på 26 m² har et tilgængeligt gulvareal på 23 m². Det samlede varmetab er beregnet til 1.320 W.

1. Nødvendig samlet installeret effekt:
$$\frac{1.320 \text{ W} \cdot 24 \text{ timer} \cdot 1,3}{8 \text{ timer}} = 5.148 \text{ W}$$
2. Valg af nærmeste kabel:
Den største DEVibasic™ 20S er 4.565 W, 228 m.
Det valgte kabel kan ikke give den nødvendige effekt. Et randzonesystem under vinduerne kunne derfor være en tilfredsstillende løsning.

Hvis vi trækker 4.565 W fra den nødvendige effekt (5.148 W), kan vi beregne, at den nødvendige effekt stadig overstiger kablets effekt, da vi mangler yderligere 583 W.

Da randzonesystemet er et varmesystem, der reagerer direkte, i modsætning til akkumulerende opvarmning, skal de 583 W konverteres tilbage til deres oprindelige status.

Det gøres bedst ved at dele de 583 W lagret varme med 3 (24 t/8 t), hvilket betyder, at sikkerhedsfaktoren stadig er inkluderet i det endelige resultat. $583 \text{ W} / 3 = 194 \text{ W}$ af direkte reagerende varme.

Hvis vi vælger DEViflex™ 18T, er det nærmeste kabel 270 W, 15 m.

3. Beregning af C-C-afstand:
 $23 \text{ m}^2 \cdot 100 \text{ cm/m} / 228 \text{ m} = 10 \text{ cm}$.
4. C-C-afstand for randzonen. Hvis randzoneområdet er 0,5 m · 2,4 m = 1,2 m², giver dette en C-C-afstand på: $1,2 \text{ m}^2 \cdot 100 \text{ cm/m} / 15 \text{ m} = 8 \text{ cm}$.
5. Valg af termostat: I dette eksempel bør det akkumulerende varmesystem styres af en særlig termostat. Randzonen kan styres af en hvilken som helst DEVI-termostat med timer.

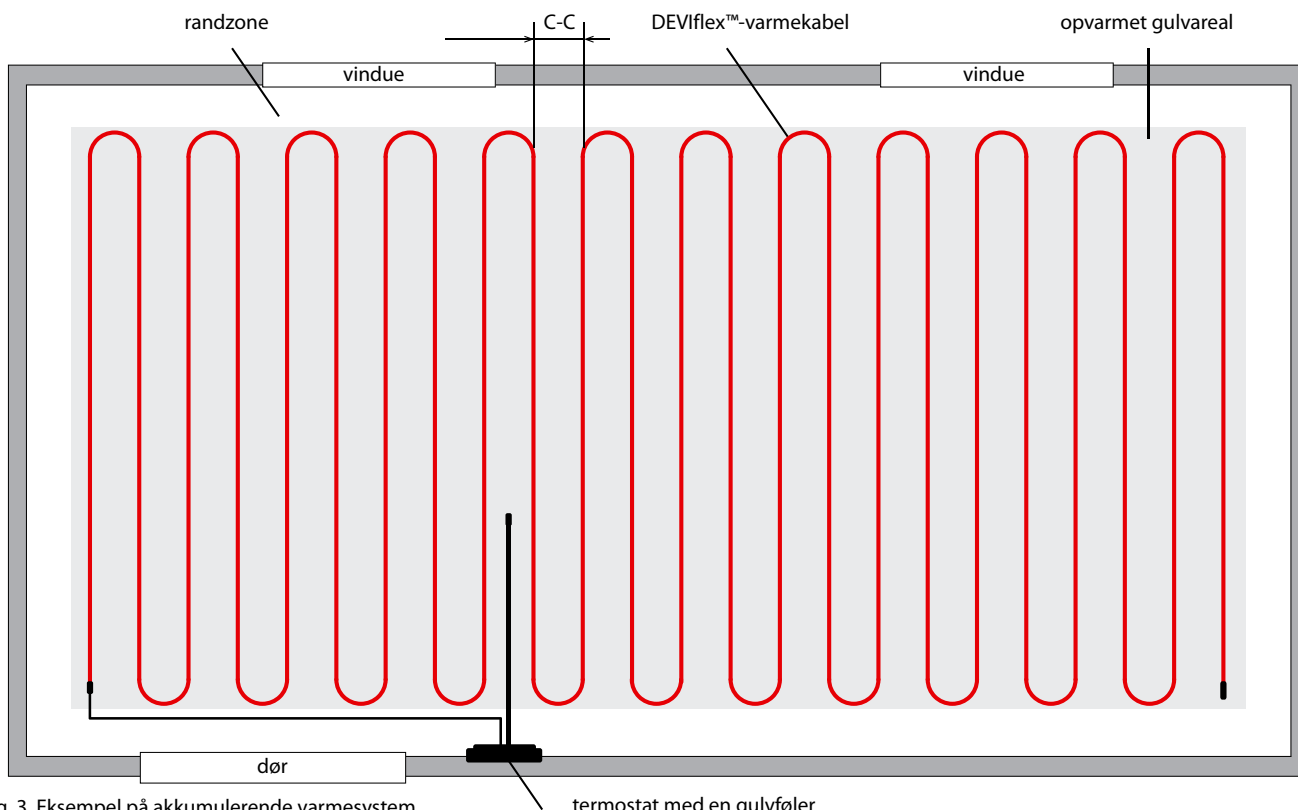


Fig. 3. Eksempel på akkumulerende varmesystem.

termostat med en gulvføler

5. Elektrisk varmesystem i gulvkonstruktioner

DEVI designer og producerer varmeudstyr: kabler, måtter, varmeelementer, termostater, fastgørelse, og opfylder derved installationskravene for de følgende mest almindelige gulvkonstruktioner:

1. Gulvkonstruktion i tyk (>3 cm) beton

2. Tyndt (<3 cm) gulv og lignende gulvkonstruktioner

3. Trægulve:

- trægulve på strøer
- gulve med træoverflade og undergulv i beton eller træ
- DEVIdry™ – specielle varmeelementer/-måtter til tør installation under laminat

- DEVICell™ – varmesystem med varmfordelingsplader under laminat.

Alle disse gulvkonstruktioner og tilhørende varmeudstyr er beskrevet i kapitlerne nedenfor.

5.1. Kabelopvarmning af gulvkonstruktioner i tyk beton

De mest brugte gulvkonstruktioner er dem, hvor varmeelementet er installeret i beton. Varmekabler eller måtter er indstøbt i et lag af beton og placeres normalt i den nederste del af det øvre betonlag. Til systemer med direkte varme og komfortgulvvarme er den typiske betontykkelse over kablerne 3-7 cm. Til akkumulerende varmesystemer er varmekablerne normalt indstøbt i et tykt betonlag på 7-15 cm.

Bygningsreglementer begrænser normalt minimumtykkelsen for det øverste betonlag til 3-4 cm på grund af gulvets mekaniske integritet (følg de lokale reglementer). Denne begrænsning er ikke afhængig af installationen af et varmekabel i gulvet. Overhold altid nøje de specifikke normer og regulativer vedrørende gulvkonstruktioner, som er gældende i det pågældende land.

Anbefaling: Installér varmekablerne, så de ikke ligger for langt fra gulvoverfladen (ca. 3-5 cm under), da det giver en forbedret reaktionstid ved styring af systemet. Sørg dog for, at C-C-afstanden mellem kablerne ikke er større end to gange tykkelsen på betonen over varmekablerne, og at der er installeret tilstrækkelig isolering under varmeelementet. Ellers kan en gulvoverflade udvikle kolde områder og vil ikke føles behageligt for brugeren.

C-C-afstand

Til gulvvarmesystemer med komfortvarme er et af de vigtigste krav at understøtte ensartet/komfortabel temperaturfordeling på gulvoverfladen (se kapitel 4.1). For at kunne garantere dette anbefales det, at C-C-afstanden for varmekabler, der

er installeret i et betonelement med en tykkelse på 3 cm eller mere, er på 5-15 cm, hvor 10 cm eller mindre er at foretrække. C-C-afstanden for tynde gulvkonstruktioner med en tykkelse på mindre end 3 cm (f.eks. beton, selvnivellerende, lim) bør ikke være bredere end 10 cm og anbefales at være endnu mindre:

7,5 cm. Mængden af isolering i gulvet såvel som andre varmekonforhold ved installationen (som for eksempel installation over et opvarmet rum) spiller også en vigtig rolle, når der skal opnås en stabil temperatur for gulvoverfladen.

Gulvvarmesystemer med direkte varme er mindre følsomme over for ensartet komforttemperaturfordeling på gulvoverfladen (se kapitel 4.2).

C-C-afstanden afhænger hovedsageligt af varmetabet, som er lille for moderne ejendomme, for eksempel 30-60 W/m². Det medfører nogle temmelig store afstande, for eksempel C-C = 30-50 cm. Det minder om den situation, der er beskrevet for akkumulerende gulvvarmesystemer (se kapitel 4.3).

Fordele

- Optimal komfort.
- Varme fødder.
- Designfrihed.
- Nem installation.
- Under enhver type øvre gulvbelægning.
- Høj robusthed, ingen vedligeholdelse.
- Totalopvarmning uden radiatorer.
- Betjen dine elektriske varmesystemer fra andre lokationer.
- Central styring til kombineret styring af både radiatorvarme og gulvvarme.

Installeret effekt

Tykk betongulve med en tykkelse på 3 cm eller mere

Den anbefalede maksimale lineære kabeffect er 20 W/m. Det bør bemærkes, at nogle lokale regulativer specificerer lavere værdier; disse bør følges nøje. For at opnå lavere kabeltemperaturer og en forbedret varmefordeling på hele gulvoverfladen tilråder DEVI at anvende et kabel med en lavere lineær effekt, for eksempel 10-18 W/m, eller endda 6 W/m for lavenergihuse.

Den maksimale specifikke effekt i denne gulvkonstruktion i beton må være på 200 W/m².

Betongulve med en tykkelse på mindre end 3 cm

Den anbefalede maksimale lineære kabeffect er 20 [W/m]. For lavere kabeltemperaturer og som resultat heraf længere kabelevetid er det at foretrække at anvende kabler med lavere specifik effekt, for eksempel 10-15 W/m.

Specifik effekt i denne gulvkonstruktion i beton må ikke overstige 200 W/m².

Betongulve med træoverflade (f.eks. laminat, flerlagsgulve, parket)

Den specifikke effekt i denne gulvkonstruktion i beton skal være maksimum 150 W/m², men for nogle applikationer så lidt som 100 eller endda 55 W/m². Hvis gulvkonstruktionen ikke har isolering, skal varmetabet nedad vurderes, og den specifikke effekt bør øges, så den svarer til varmetabsværdien.

Gulvoverflader i træ har altid en maks. gulvtemperatur, hvilket giver mulighed for en maksimal overfladetemperatur for gulvoverfladen på 27 °C. Vi anbefaler, at der altid anvendes en termostat, der udover at have en rumføler har en gulvføler til installationer med trægulv.

Yderligere oplysninger om trægulve findes i del 5.3 i dette kompendium.

Bemærk: Varmekabler kan også installeres i væg- og lofts konstruktioner. Til denne type applikationer anbefaler vi at bruge et kabel med specifik effekt på maksimum 20 W/m og en overfladespecifik effekt på maksimum 100 W/m².

Til sådanne applikationer bør DEVI altid kontaktes, da man skal være ekstra omhyggelig i forbindelse med beregning og installation af sådanne systemer.

Valg af produkt

Når varmesystemet er installeret i betongulvet, anbefales det at anvende følgende skærmede varmekabler fra DEVI:

- varmekabler med dobbeltleder: DEVIflex™ 20T, DEVIflex™ 18T, DEVIflex™ 10T og DEVIflex™ 6T
- tyndt varmekabel med dobbeltleder: DEVIcomfort™ 10T
- varmekabler med enkeltleder: DEVIbasic™ 10S, DEVIbasic™ 20S

Tallet i kablets navn er dets specifikke effekt, for eksempel betyder 18T en lineær effekt på 18 W/m ved 230 V, T (Twin): dobbeltleder.

Det bør bemærkes, at det også er muligt at anvende tynde varmemåtter i gulvtyper med tykkere beton.

Varme i gulvet er ikke afhængigt af varmeelementets (kabel eller måtte) tykkelse, men afhænger af arealets specifikke effekt (i [W/m²]).

Fastgørelse

Til installation af varmekabler anbefaler vi brug af Devifast™-metalmontagebånd med mulighed for fastgørelse af varmekabler for hver 2,5 cm. Alternativt kan der anvendes montagebånd i plast, for eksempel DEVIclip™ C-C (fastgørelseselementer for hver 1 cm) eller Montagestege™ (fastgørelseselementer for hver 2,5 cm). Som et andet alternativ kan varmekablerne fastgøres til betonarmeringen (metalnet indstøbt i beton) ved hjælp af et specielt fastgørelseselement: DEVIclip™ Twist – til hurtig og nem installation. Flere oplysninger om produkter til installation findes i DEVI's produktkatalog.

Termisk isolering

Det er vigtigt, at gulvkonstruktionen er godt termisk isoleret i overensstemmelse med generelle og lokale bygningsregulativer og standarder. Målet er, at holde varmetabet nedad på et minimum. Ellers skal det evalueres, og der skal tages en beslutning om yderligere korrekt effekt. Nybyggeri følger kravene for moderne byggeri, og det er standard med isolering under gulvkonstruktionen. Renoveringsprojekter

er dog en anden sag, og i de tilfælde skal der gøres en ekstra indsats for at afklare, om der er isolering til stede. Hvis det mangler, anbefales det på det kraftigste, at der som minimum installeres DEVIcell™ med 12 mm isolering og et aluminiumslag til varmefordeling. Selv en lille mængde isolering er bedre end ingenting.

Varmekablet må ikke komme i direkte kontakt med isoleringen. Ellers kan isoleringens arbejdstemperatur blive for høj, hvilket kan resultere i defekte kabler i værste tilfælde. Undgå direkte kontakt med isoleringen ved at anlægge et fysisk adskillende lag ovenpå isoleringen og for at undgå at skulle indstøbe kablet i isoleringen. Et sådant adskillende lag kan for eksempel være:

- tyndt betondække
- aluminium (med PE-plade) eller tyk plastfolie, som må komme i kontakt med elektriske varmekabler
- trådnæt med en diameter på 1-2 mm og en netstørrelse på maks. 2 x 2 cm.

Et andet vigtigt element i forbindelse med isolering er den vertikale isolering tæt på udvendige vægge, som ikke er ordentligt isoleret. Denne isolering skal være effektiv for at forhindre, at varmen transporteres udenfor. Den bør derudover være i stand til at reagere på gulvkonstruktionens horisontale udvidelse.

Gulvoverflader

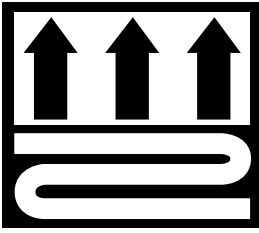
Næsten alle typer gulvoverflader er egnede til gulve, hvori der kan installeres varmekabler, men rådfør dig altid med gulvleverandøren.

Følg altid leverandørens vejledning omhyggeligt, når der lægges trægulv over gulvvarme. Der henvises til senere afsnit i dette dokument for yderligere oplysninger om opvarmning med trægulve.

Gulvmaterialer med en høj isoleringsværdi, såsom tykke uldtæpper, kan begrænse varmefordelingen fra gulvet. Kontakt gulvleverandøren i disse tilfælde for at få yderligere oplysninger.

Den maksimale værdi for den termiske modstand for det øverste gulvmateriale bør ikke overstige 0,125 m²·K/W.

Gulvmaterialer, der er egnet til gulvvarme, vil være udstyret med følgende mærkat:



Installation og gulvkonstruktion

Gulvkonstruktionen skal udføres i henhold til byggestandarderne. Generelt har en gulvkonstruktion med elektrisk varmeelement (kabel eller måtte), som er installeret i et betonlag, ikke nogen særlige krav eller begrænsninger.

Det tilrådes dog at installere et dæmpningslag i vertikale sektioner af gulvbetonlaget, som støder op til vægge (og især ydervægge), for eksempel med blød tape af minimum 5 mm tykkelse, tynd varmeisolering eller lignende. Det gør det muligt at reagere på gulvkonstruktionens horisontale udvidelse samt forhindre revner i gulvet.

Behovet for forstærkning af gulvkonstruktionen bør imødekommes i henhold til de lokale bygningsreglementer.

Den mindste kabel til kabel-afstand er baseret på kablets ydre diameter, og det er 6x dets diameter. Det betyder i praksis ~5 cm mellem to vilkårlige kabelstrengene.

For yderligere installationsvejledning henvises der til bilag A.4 "Generel installationsvejledning" og relevante installationsvejledninger for varmekabler/-mætter/-elementer.

Gulvkonstruktioner i beton med varmekabelsystem og forskellige metoder til fastgørelse er vist på figuren nedenfor.

- 1 – termostat
- 2 – fliser
- 3 – fliseklæber til opvarmede gulve
- 4 – primer
- 5 – øverste betonlag
- 6 – ledningsrør i plast til føler (forseglet ved endestykket)
- 7 – DEVIfast™- eller DEViClip™ C-C-montagebånd
- 8 – tilslutningskabel og muffe
- 9 – slutmuffe
- 10 – varmekabel med dobbeltleder
- 11 – adskillende lag, for eksempel tyndt betonlag
- 12 – termisk isolering
- 13 – betonfundament

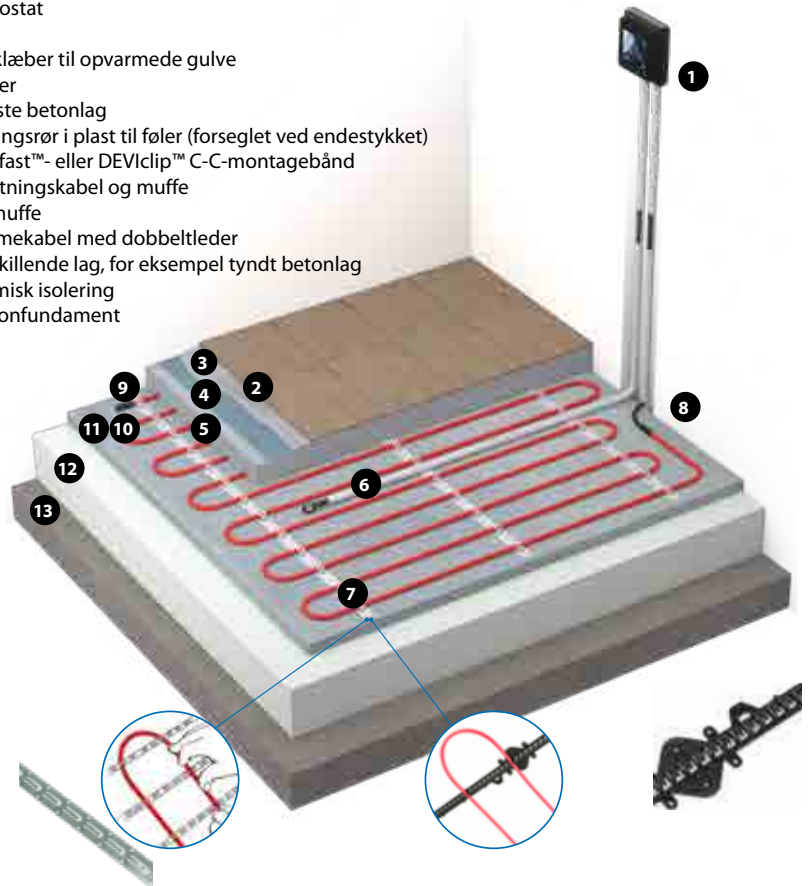


Fig. 4. Kabelvarme i betongulv med kabel fastgjort med DEVIfast™ eller DEViClip™ C-C-montagebånd.

- 1 – gulvbelægning
- 2 – klæbemiddel
- 3 – dampspærre (vådum), primer
- 4 – øverste betonlag
- 5 – ledningsrør til gulvføler
- 6 – DEVI-varmekabel
- 7 – armeringsnet
- 8 – DEViClip™ Twist-fastgørelse
- 9 – afstandsstykke til armeringsnet
- 10 – termisk isolering
- 11 – nivellerende lag
- 12 – betonfundament

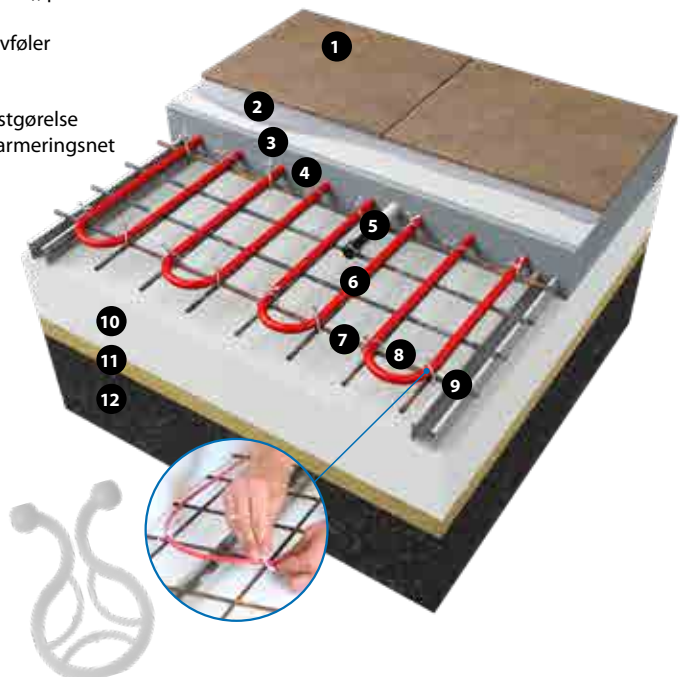
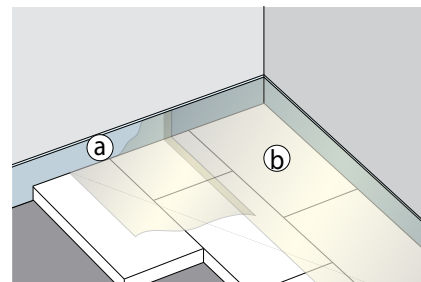
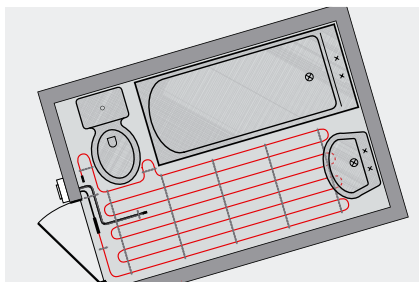


Fig. 5. Kabelvarme i beton med kabel fastgjort til armeringsnet med DEViClip™ Twist.

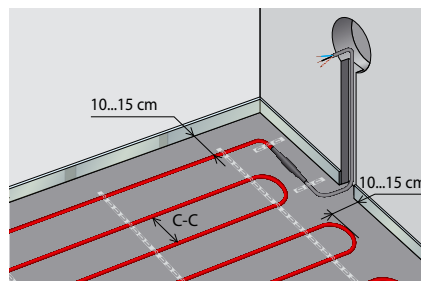
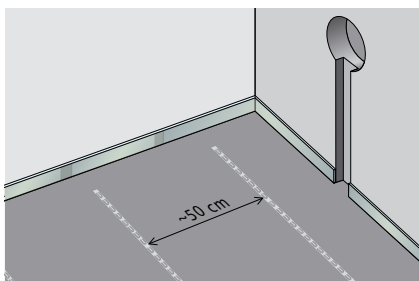
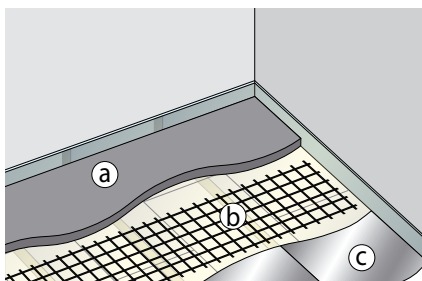
Installationsprocedure for varmekabelsystem i beton



1. Varmekabelsystem: varmekabel, termostat med gulvtemperaturføler, montagebånd, ledningsrør.

2. Lav en plantegning over placeringen af det opvarmede område, kabel, koldkabel, gulvføler, termostat og tilslutningsboks, hvis denne findes.

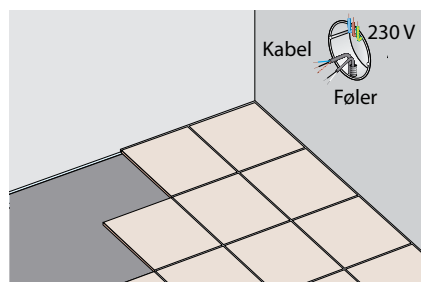
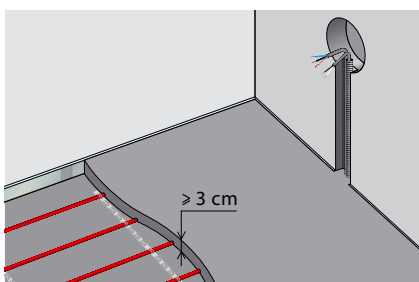
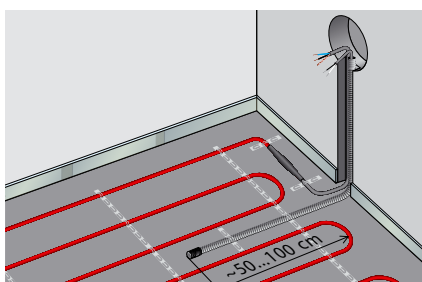
3. Installér isolering: deformations-tape (a), termisk isolering (b)



4. Installér et adskillende lag, for eksempel beton (a), metalnet (b) eller aluminiumsfolie (c).

5. Fastgør DEVIfast™-montagebånd med en afstand på 50 cm (ved hjælp af søm, skruer, dyvler, varmelim mv.).

6. Kontrollér kablets modstands- og isoleringsværdier. Installér varmekablet: ca. 10-15 cm fra væggene. Til komfortvarme er den foretrukne C-C = 7,5 cm.



7. Installér ledningsrør til gulvføler (skal være forseglet ved endestykket, der er installeret i beton). Kontrollér følerens modstand før installation i rør.

8. Kontrollér kablets og følerens modstands- og isoleringsværdier. Påfør beton.

9. Kontrollér kablets modstands- og isoleringsværdier og følerens modstand. Monter gulvet, og tilslut termostat.

Konsultér derudover installationsvejledningerne, der følger med hvert enkelt element til varmesystemet (kabel, måtte og termostat).

Kablet skal være fastgjort sikkert til et gulvfundament for at forhindre, at det flytter sig i den efterfølgende betonstøbningsproces. Det skal undgås, at der opstår luftlommer omkring kablet i løbet af processen.

Varmekabelstrengene må ikke røre ved eller krydse hinanden. Hvis denne vigtige regel ikke overholdes, vil kablet blive overophedet og medføre fejl på et senere tidspunkt!

5.2. Elektrisk varmesystem i tynde gulvkonstruktioner

DEVI har designet et specielt varmesystem: tynde varmemåtter til applikationer, hvor gulvenes konstruktionshøjde skal være lav. Tynde varmemåtter kræver en højde på ca. 3-4,5 mm, hvilket er mindre end lagets højde ved de mest brugte klæbeflisematerialer (klæbemiddel, selvsnivellerende middel). De tynde varmemåtter kan installeres på eksisterende fliser, trægulve eller betongulve. Det er et krav, at underkonstruktionen er fri for mekanisk eller termisk fremkaldt bevægelse og skarpe genstande. Typiske applikationsområder er køkkener og badeværelser, men det tynde varmesystem kan bruges hvor som helst i et hus eller en lejlighed.

Et varmekabel kan også anvendes til installation i tynde gulvkonstruktioner. Men konstruktionshøjden er højere end ved en måtte på grund af fastgørelsesmetoden, og varmekabler har normalt en større diameter (måske endda dobbelt så stor som måtten). Anvendelsen af varmekabel kræver en minimumhøjde på ca. 1-2 cm og anbefales ikke til installationer med tyndt gulv.

For at opnå en komfortabel temperatur øverst på det nye gulv med en tynd gulvkonstruktion skal opbygningen af gulvet gennemgås, især hvad angår isolering. Det anbefales altid på det kraftigste at isolere under elektrisk gulvvarme. Manglende isolering kan medføre utilfredsstillende overfladetemperaturer i varmesystemet ved tynde gulvkonstruktioner. Følg altid bygningsregulativerne i det pågældende land. Kontakt en DEVI-repræsentant, hvis du er i tvivl.

C-C-afstand

Til gulvvarmesystemer med komfortvarme er et af de vigtigste krav at understøtte ensartet/komfortabel temperaturfordeling på gulvoverfladen (se kapitel 3.1 "Komfortgulvvarme"). For at kunne garantere dette, skal C-C-afstanden for tynde gulvkonstruktioner med en tykkelse på mindre end 3 cm ikke være bredere end 10 cm og anbefales at være mindre: 7,5 cm (eller endda 5 cm).

Fordele

- Varme fødder.
- Det er ikke nødvendigt at brække det gamle gulv op.
- Designfrihed.
- Nem og hurtig installation.
- Under enhver type øvre gulvbelægning.
- Øgning af konstruktionshøjde med kun 3-5 mm.
- Gulvvarme med hurtig reaktionstid.
- Reducér varmetabet.
- Totalopvarmning uden radiatorer.
- Præcis og energibesparende regulering.
- Betjen dine elektriske varmesystemer fra andre lokationer.
- Central styring til kombineret styring af både radiatorvarme og gulvvarme.

Selvom direkte gulvvarmesystemer ikke direkte kræver en ensartet gulvtemperatur, er det stadig ønskeligt (se kapitel 3.2).

Da isoleringen altid installeres i nye installationer, er C-C-afstanden dog mere afhængig af varmetabet, og en hvilken som helst værdi er mulig. Det tilrådes dog at holde C-C-afstanden i denne applikation under 15 cm.

Installeret effekt

Tynd lim/klæbemiddel, selvsnivellerende middel mv. til gulve med en tykkelse på mindre end 3 cm.

Der skal anvendes varmekabler/-måtter med en maksimal specifik effekt på 20 W/m. Alle tynde varmemåtter fra DEVI opfylder dette.

Specifik effekt i denne gulvkonstruktion skal være maks. 200 W/m², normalt mellem 100-150 W/m².

Tynde gulve med træoverflade (f.eks. laminat, flerlagsgulve, parket)

Det er tilladt at anvende varmekabler/-måtter med en specifik lineær effekt på maksimum 10 W/m.

Specifik effekt i denne gulvkonstruktion i beton må være på maks. 100 W/m². Men her skal gulvet være tilstrækkeligt termisk isoleret for at forhindre et betydeligt varmetab nedad. Hvis gulvet ikke har isolering, skal varmetabet nedad vurderes, og den specifikke effekt bør overvejes.

Flere detaljer om trægulve findes i kapitel 5.3.

Gulve med undergulv i træ

Hvis der installeres en varmemåtte/et varmekabel i et undergulv i træ, er begrænsningen for den maksimale kabelspecifikke effekt 10 W/m i henhold til de gældende normer og byggeregulativer.

Specifik effekt i denne gulvkonstruktion bør være på maks. 55 W/m². Det bør bemærkes, at 55 W/m² kun kan opvarme 1 m² gulv op til maksimum 5 °C i forhold til lufttemperaturen. For hvert enkelt tilfælde af denne type skal det vurderes, om dette effektniveau er tilfredsstillende ved direkte varmesystemer.

Flere detaljer om trægulve findes i kapitel 4.3.

Bemærk: Tynde varmemåtter/-kabler kan også installeres i væg- og lofts-konstruktioner. I sådanne tilfælde anbefales det at anvende et varmeelement med specifik effekt på maksimum 20 W/m og en overfladespecifik effekt på maksimum 100 W/m².

Valg af produkt

Når varmesystemet er installeret i tyndt gulv, anbefales det at anvende følgende skærmede varmemåtter fra DEVI:

- dobbeltleder på 3 mm:
DEVI[™]mat 70T, DEVI[™]mat 100T, DEVI[™]mat 150T, DEVI[™]mat 200T
- dobbeltleder på 4 mm:
DEVI[™]comfort 100T, DEVI[™]comfort 150T
- enkeltleder på 3 mm:
DEVI[™]heat 150S.

Bredden på måtten dækker ~ 50 cm, mens længden normalt strækker sig fra 1 til 24 m (0,5-12 m²).

Hvis gulvhøjden ikke er afgørende, anbefales skærmede varmekabler fra DEVI på maksimum 10 W/m:

- DEVI[™]flex 10T- og DEVI[™]flex 6T-varmekabler med dobbeltleder
- tynde DEVI[™]comfort 10T-varmekabler med dobbeltleder
- DEVI[™]basic 10S-varmekabler med enkeltleder.

Bemærk: Tallet i kablets navn er dets specifikke effekt, for eksempel betyder 10T 10 W/m ved 230 V, T (Twin) – dobbeltleder.

Yderligere information om varmemåtter og -kabler kan findes i kapitel 3 og 4 i denne manual eller i DEVI's produktkatalog og installationsvejledninger.

Fastgørelse

Ved installation af tynde varmemåtter på undergulv, er der ikke behov for fastgørelse. Måtterne har et selvklæbende glasfibernet, der gør installationen hurtig og sikker.

Til installation af varmekabler anbefaler vi brug af Devifast[™]-metalmontagebånd med mulighed for en C-C-afstand på 2,5 cm, eller DEVIclip[™] med en C-C-afstand på 1 cm. Det er også muligt at fastgøre kablerne direkte på fundamentet med en limpistol, men sørg for at overholde de maksimumtemperaturer, som kablerne må udsættes for.

Måtter og kabler skal installeres sikkert for at undgå, at de flytter sig under installationen. Det er ikke tilladt for varmekabelstrengene at røre eller krydse hinanden. Hvis denne regel ikke strengt overholdes, vil det resultere i overophedning af kablet og sandsynligvis en fejl i installationen.

Termisk isolering

Det er vigtigt, at gulvkonstruktionen er godt termisk isoleret i overensstemmelse med lokale bygningsregulativer og standarder. Således holdes varmetabet nedad på et minimum. Ellers skal varmetabet nedad evalueres, og der skal tages en beslutning om yderligere korrekt effekt.

Det bør bemærkes, at varmekablet ikke må komme i direkte kontakt med isoleringen. Ellers kan temperaturen blive for høj, hvilket kan resultere i defekte kabler over tid.

Vertikal isolering er også et vigtigt element i en installation, og isoleringen bør installeres tæt på ydervægge, som ikke er ordentligt isolerede. Denne isolering skal være effektiv for at forhindre, at varmen transporteres udenfor. Den bør derudover være i stand til at reagere på gulvkonstruktionens horisontale udvidelse.

Gulvoverflader

Næsten alle typer gulvoverflader er egnede til gulve, hvori der kan installeres varmemåtter/-kabler, men rådfør dig altid med gulvleverandøren.

Kablerne skal dækkes med mindst 20 mm lim, klæbemiddel, beton eller lignende., hvis belægningsmaterialet består af træ eller plast.

Følg altid leverandørens vejledning omhyggeligt, når trægulve eller tykke uldtæpper lægges direkte på betonkonstruktioner, hvori der er installeret gulvvarme. Disse materialer begrænser varmfordelingen fra gulvet. I sådanne tilfælde skal en termostat med gulvtemperaturføler anvendes. Der henvises til relevant afsnit i dette dokument for yderligere information om opvarmning med trægulve, eller kontakt gulvleverandøren.

Gulvmaterialer med en høj isoleringsværdi, såsom tykke uldtæpper, kan begrænse varmfordelingen fra gulvet. Kontakt gulvleverandøren i disse tilfælde for at få yderligere oplysninger.

Den maksimale værdi for den termiske modstand for gulvet over varmeelementerne bør ikke overstige 0,125 m²·K/W.

Sørg for, at der er et luftgab på minimum 5 cm under permanente genstande såsom skabe, borde, senge og lignende.

Installation og gulvkonstruktion

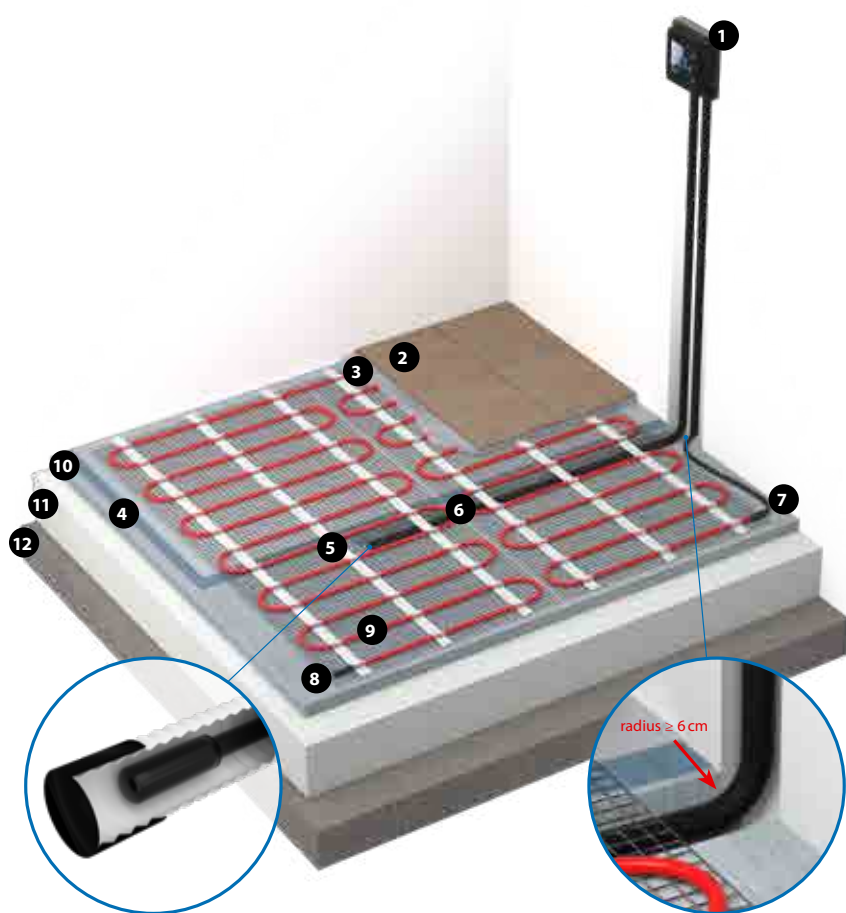
Gulvkonstruktionen skal udføres i henhold til de lokale byggestandarder. Ved tynde gulvkonstruktioner med varmeelementer placeret i lim, klæbemiddel eller lignende er der ikke nogen særlige krav eller begrænsninger. Lim, klæbemiddel osv. skal være designet af producenten, til brug i opvarmede gulvkonstruktioner.

Da der er installeret et dæmpningslag i de vertikale sektioner (ender) af gulvbetonlaget, anbefales det at montere en særlig blød tape på minimum 5 cm, for eksempel tynd termisk isolering eller lignende. Det gør det muligt at reagere på gulvkonstruktionens horisontale udvidelse samt forhindre revner.

Der anbefales en afstand på minimum 3-5 cm mellem to kabelstrengene eller nærliggende måtter.

Det er meget vigtigt at vælge en måtte med de rette mål, lidt mindre end det tilgængelige område for gulvinstallationen, da en måtte ikke kan afkortes.

For yderligere information om installation henvises der til bilag A.4 og relevante installationsvejledninger for varmekabler/-måtter/-elementer.



- 1 – termostat
- 2 – fliser
- 3 – fliseklæber/klæbemiddel til opvarmede gulve
- 4 – primer
- 5 – rørenden skal være forseglet
- 6 – ledningsrør til gulvtemperaturføler
- 7 – tilslutningskabel og muffe
- 8 – slutmuffe
- 9 – varmemåtte med dobbeltleder
- 10 – beton
- 11 – termisk isolering
- 12 – betonfundament

Fig. 6. Tynd gulvkonstruktion med tynde varmemåtter med dobbeltleder

Installationsprocedure – tynd varmemåtte i fliseklæber



1. Varmesystem med tynd måtte: varmemåtte, termostat med gulvtemperaturføler, ledningsrør.

2. Kontrollér/lav en plantegning over placeringen af det opvarmede område, måtte, koldkabel, gulvføler, termostat og tilslutningsboks, hvis denne findes.

3. Lav en rille til ledningsrøret til følerkredsen og koldkablet.



4. Installér ledningsrør til gulvføler (skal være forseglet ved endestykket). Kontrollér følerens modstand før installation i rør. Installér kabelføler i røret.

5. Kontrollér måttens modstands- og isoleringsværdier. Udrul varmemåttten fra termostatpositionen. Fastgør den til undergulvet.

6. Ved vægge eller forhindringer skæres og vendes måttens net. SKÆR IKKE kablet over.



7. Installér varmemåttten, idet forhindringer og fremtidige gulvfaste genstande undgås. Min. 3 cm mellem to kabelstrengte.

8. Installér måttten på hele overfladen. Ca. 3-4 cm mellem nærliggende måtter. Kontrollér måttens modstands- og isoleringsværdier og følerens modstand.

9. Påfør fliseklæber, og installér fliser. Kontrollér måttens modstands- og isoleringsværdier og følerens modstand.

Endvidere Følg installationsvejledningerne for varmekabel/-måtte og termostat, der følger med hvert produkt.

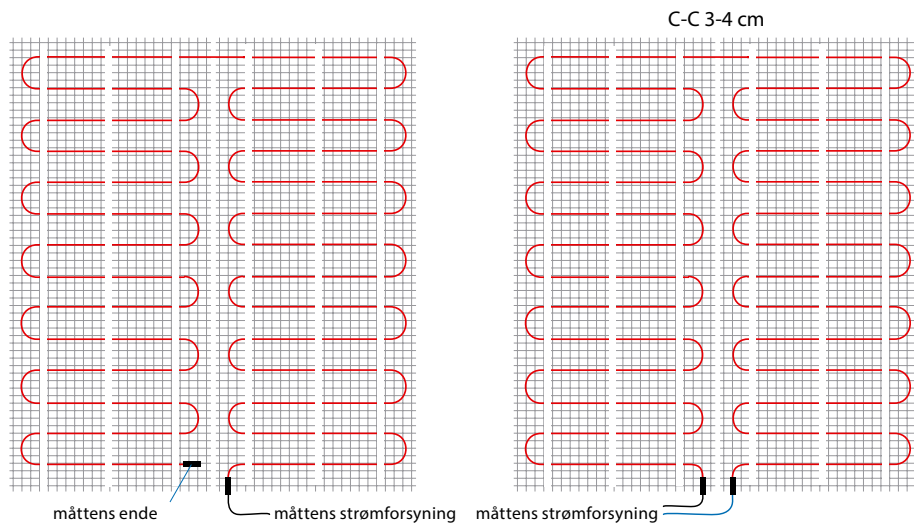


Fig. 7. Eksempel på layout med en varmemåtte med dobbelt- og enkeltleder.

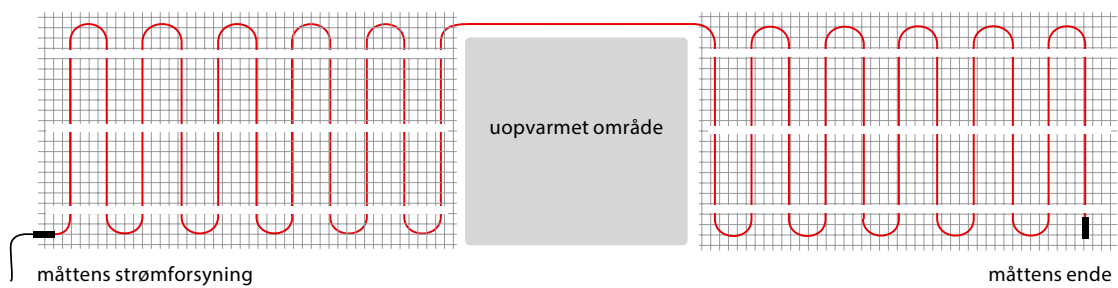
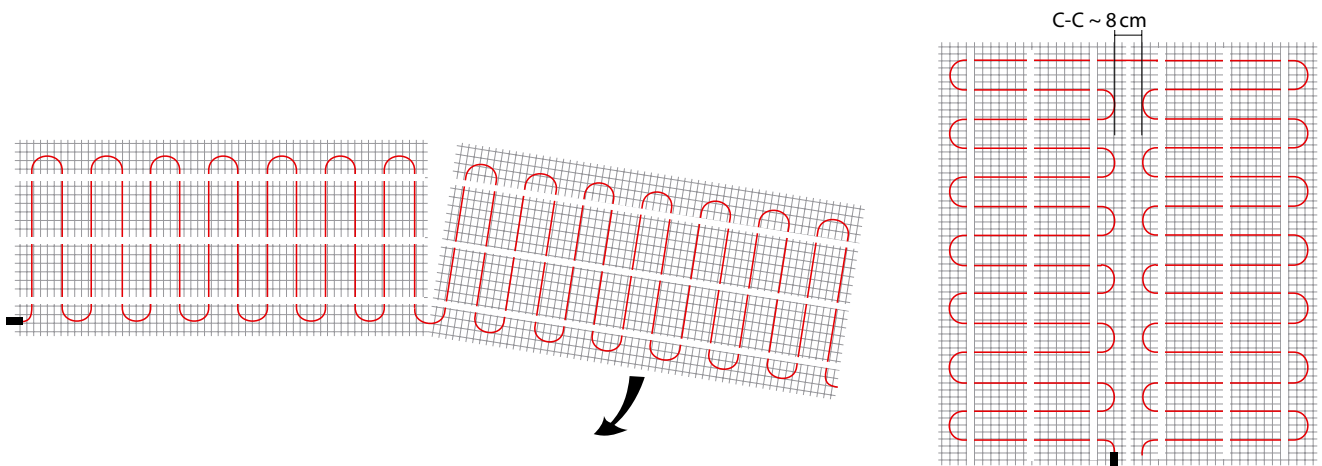


Fig. 8. Layout for en måtte rundt om et uopvarmet område/en forhindring.



**Fig. 9. Varmemåtterne kan meget nemt tilpasses formen på den opvarmede overflade.
Eksempel ovenfor: placering af DEVImat™ 150T 50 x 300 cm på 100 x 150 cm.**

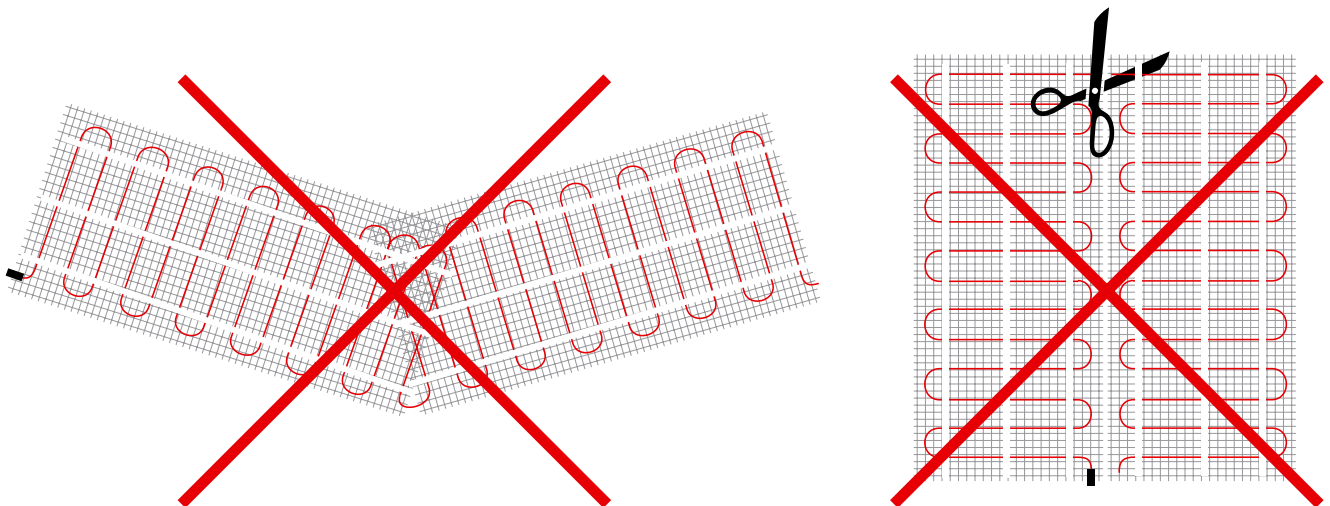


Fig. 10. Man må aldrig overlappe eller skære i kablet i varmemåtten.

5.3. Opvarmning af trægulve

DEVI's varmesystem kan installeres i alle typer trægulve, så længe installationskravene overholdes og følges. DEVI producerer varmeudstyr: kabler, måtter, varmeelementer, termostater, fastgørelse mv. til de følgende mest almindelige gulvkonstruktioner i træ:

- træoverflade på beton eller undergulv i træ
- trægulve på strøer
- DEVIdry™ – specielle varmeelementer/-måtter til tør installation under laminat mv.
- DEVIcell™ – varmesystem med varmefordelingsplader til tør installation under laminat mv.

Alle disse gulvkonstruktioner og tilhørende varmeudstyr er beskrevet i kapitlerne nedenfor.

Temperaturbegrænsning

Når der installeres varme i trægulve på beton eller på eksisterende trægulve, må trægulvets overfladetemperatur ikke overstige det niveau, som anbefales af gulvproducenten. Normalt anbefaler producenten en maksimal begrænsning af overfladetemperaturen på 27 °C.



Fordele

- Behagelig temperatur for træoverflade.
- Varme fødder.
- Designfrihed.
- Alle typer gulvbelægning i træ.
- Varme uden radiatorer.
- Betjen dine elektriske varmesystemer fra andre lokationer.
- Central styring til kombineret styring af både radiatorvarme og gulvvarme.

Anbefaling: Der bør altid anvendes en gulvføler til at styre temperaturen i gulvet. Gulvføleren skal tilsluttes en elektronisk termostat med temperaturbegrænsningsfunktionalitet. Som en ekstra sikkerhedsfaktor bør termostaten afbryde varmesystemet, hvis en føler fejler.

I henhold til ISO 13732-2 afhænger en behagelig gulvoverfladetemperatur af gulvmaterialet. Men for de fleste typer trægulve gælder det, at maksimumværdien for behagelig gulvoverfladetemperatur skal være 27 °C.

Alle gulvtemperaturindstillinger for følere, der er installeret i gulvkonstruktioner, skal sættes et par grader højere for at kompensere for varmefordelingsmodstanden i gulvbelægningen.

Omtrentlig termisk modstand, m ² ·K/W	Eksempler på gulvtyper	Detaljer	Omtrentlig indstilling/ begrænsning af en gulvtemperatur på 27 °C
0,05	8 mm HDF-baseret laminat	>800 kg/m ³	30 °C
0,10	14 mm bøgeparket	650-800 kg/m ³	33 °C
0,13	22 mm massive egeplanker	>800 kg/m ³	35 °C
<0,17 maks.	Maks. egnet tæppe tykkelse ved gulvvarme	Iht. EN 1307	36 °C
0,18	22 mm massive fyrreplanker	450-650 kg/m ³	37 °C

Gulvtemperaturen skal øges langsomt i løbet af den første uge efter installationen, så det nye gulv får tid til at sætte sig. Denne fremgangsmåde anbefales også i starten af en opvarmningssæson.

Træ trækker sig sammen og udvider sig naturligt afhængigt af rummets relative luftfugtighed (RH). Det optimale område er 30-60 % RH og må aldrig være mindre end 30 %.

Varmesystemet skal konstrueres således, at det giver en meget ensartet overfladetemperatur i hele gulvarealet med varmeelementer (kabler eller måtter), der er jævnt fordelt.

Installeret effekt

Der er nogle få begrænsninger, der skal overholdes, når der installeres gulvvarme i kombination med trægulve:

1. Den installerede effekt for trægulve med undergulv i træ må ikke overstige 55 W/m^2 .
2. Den installerede effekt for trægulve på strøer må ikke overstige 80 W/m^2 .
3. Den installerede effekt for flisegulve på træ må ikke overstige 100 W/m^2 .
4. Den installerede effekt for tynde gulve (tykkelse på $<3 \text{ cm}$, for eksempel måtter i fliseklæber) må ikke overstige 100 W/m^2 .
5. Den installerede effekt for tykke betongulve (tykkelse på $>3 \text{ cm}$) må ikke overstige 150 W/m^2 .

Hvis der installeres et varmeelement (måtte eller kabel) kun på et undergulv i træ, er begrænsningen for den maksimale kabelspecifikke effekt 10 W/m i henhold til de gældende normer og byggregulativer.

Det bør bemærkes, at 55 W/m^2 kan opvarme 1 m^2 gulv op til maksimum 5 °C i forhold til lufttemperaturen (se kapitel 4.1.1). Hvis lufttemperaturen eksempelvis er 18 °C , er den mulige maksimale overfladetemperatur $18 + 5 = 23 \text{ °C}$.

Nogle gange er det ikke nok at levere en følelse af behagelig varme. I sådanne tilfælde skal en effekt på 55 W/m^2 vurderes for om muligt at nå den krævede gulvoverfladetemperatur.

Hvis en installeret maksimal effekt ikke opfylder det specifikke varmetab ($i \text{ [W/m}^2\text{]}$), skal der ved direkte varmesystemer installeres et yderligere varmesystem for at sikre den krævede rumtemperatur på de koldeste dage i året.

Typer af gulvoverflader

DEVI's gulvvarmesystemer kan anvendes i forbindelse med alle kendte typer træ, både planker og laminat. Det er vigtigt, at producentens anbefalinger for maksimumtemperaturer overholdes nøje.

Brug ikke bøg eller ahorn i konstruktioner med flere lag, medmindre det er pressetørret.

Den maksimale værdi for den termiske modstand for gulvet over kabler bør ikke overstige $0,125 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$.

Med hensyn til tykkelsen af trægulve skal gulvvarme kun installeres hvis:

1. Den maksimale tykkelse for blødt træ (tæthed på $400\text{-}600 \text{ kg/m}^3$ – fyr mv.) er $\leq 2 \text{ cm}$.
2. Den maksimale tykkelse for hårdt træ (tæthed på 600 kg/m^3 – eg mv.) er $\leq 3 \text{ cm}$.

Sørg for, at der er et luftgab på minimum 5 cm under genstande såsom skabe, borde, senge. Undlad at installere gulvvarmeelementet under møbler, hvor der ikke er luftcirkulation nedenunder.

Trægulve skal altid beskyttes mod fugt fra undergulvet. Hvis et trægulv installeres over gulvvarmen, skal der altid være en fugtbarriere i konstruktionen så tæt på trægulvet som muligt. Hvis den relative luftfugtighed i fundamentet overstiger 95% , er det ikke tilstrækkeligt med en fugtbarriere; så skal den erstattes med en dampspærre.

Gulvleverandøren bør informeres om, at der skal installeres varme, så den rette type klæbemiddel kan anvendes. Følg altid gulvproducentens anbefalinger vedrørende installation af gulvvarme under trægulve.

Produktvalg – styring

Vælg elektroniske termostater med gulvføler til begrænsning af gulvtemperaturen.

DEVI-termostater er forudindstillede med en maksimal gulvtemperatur på 35 °C .

Hvis en højere værdi er nødvendig og tillades af gulvproducenten, skal du kontakte din lokale DEVI-leverandør.

Installation og gulvkonstruktion

Sørg for, at temperaturen i gulvkonstruktionen og den valgte effekt W/m^2 altid svarer til det toleranceniveau, som gulvproducenten anbefaler.

Installér altid en gulvføler for at begrænse gulvets overfladetemperatur.

Nogle leverandører har nogle bestemte krav til opstart af varmesystemet under trægulve. For eksempel, før der lægges et trægulv:

- Gulvvarmesystemet skal have været tændt i mindst tre uger.
- Systemet skal have været i drift ved maksimal effekt i fire dage.
- Når trægulvet er installeret, skal betontemperaturen være under 18 °C .
- Gulvtemperaturen skal øges langsomt i løbet af den første uge. Denne fremgangsmåde anbefales også i starten af en opvarmningssæson.

Det tilrådes altid at oplære slutbrugeren eller den daglige tilsynsførende i varmesystemets drift.

5.3.1. Trægulve på beton eller på tynde gulve

Tykke betongulve og tynde gulve er de mest brugte gulvkonstruktioner. Kabelvarmesystemer til disse gulve anvendes mest til komfortgulvvarme og direkte varme. I disse systemer kan en træoverflade anvendes som det øverste lag i gulvet. Træoverfladens konstruktion er beskrevet i kapitel 4.1 og 4.2.

Installeret effekt

Når der installeres varme i trægulve på beton, er der nogle få begrænsninger, der bør overholdes:

1. Den installerede effekt for tynde gulve (tykkelse på <3 cm, for eksempel måtter i fliseklæber) må ikke overstige 100 W/m².
2. Den installerede effekt for tykke betongulve (tykkelse på >3 cm) må ikke overstige 150 W/m².
3. Den specifikke effekt for varmekabler/-måtter må ikke overstige 20 W/m.

Gulvoverflader

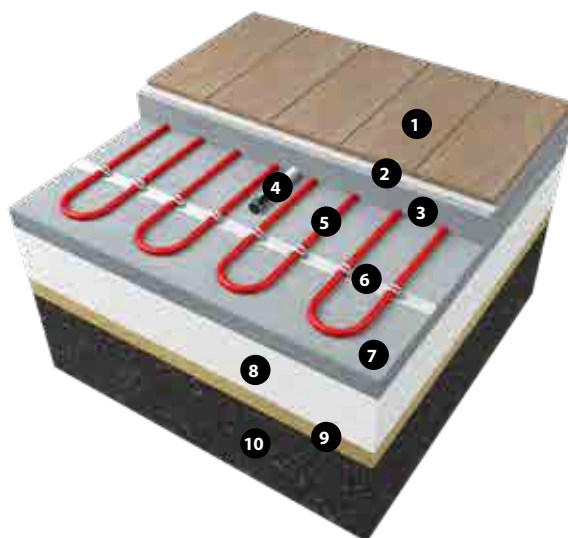
DEVI's gulvvarmesystemer kan anvendes i forbindelse med alle kendte typer træbelægninger, både planker og laminat. Det er vigtigt, at anbefalingerne fra producenten af trægulve overholdes nøje.

Med hensyn til tykkelsen af trægulve skal gulvvarme kun installeres/anvendes hvis:

1. Den maksimale tykkelse for blødt træ (tæthed på 400-600 kg/m³: fyr mv.) er ≤ 2 cm.
2. Den maksimale tykkelse for hårdt træ (tæthed på 600 kg/m³: eg mv.) er ≤ 3 cm.

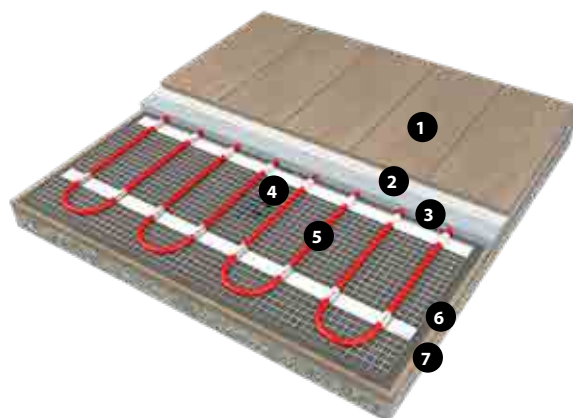
Fordele

- Træoverflade op til 30 mm.
- Nem at installere.
- Designfrihed.
- Varme fødder.
- Effekt på op til 150 W/m².
- Komfortgulvvarme.
- Totalopvarmning uden radiatorer.
- Betjen dine elektriske varmesystemer fra andre lokationer.
- Central styring til kombineret styring af både radiatorvarme og gulvvarme.



- 1 - Øvre gulvbelægning i træ
- 2 - Støjsolering + fugtbarriere
- 3 - Beton
- 4 - Ledningsrør med kabelføler
- 5 - Varmekabel
- 6 - DEVIfast™-montagebånd
- 7 - Adskillende betonlag
- 8 - Isolering
- 9 - Kapillarbrydende lag, beton mv.
- 10 - Jordbund

Fig. 11 - Trægulv på beton



- 1 - Trægulv
- 2 - Støjsolering + fugtbarriere
- 3 - Selvsnivellerende middel
- 4 - Temperaturføler (i et forsejlet rør)
- 5 - Varmemåtte
- 6 - Dampspærre/primer
- 7 - Gulvfundament

Fig. 12 - Trægulv på tyndt gulv

5.3.2. Trægulve på strøer

I trægulve på strøer kan der tilføjes elektrisk varme til den eksisterende konstruktionshøjde. Varmekablet/-måtten installeres i trådnet (eller hønsenet), som placeres mellem strøer under træplankerne.

Installeret effekt

Når der installeres varme i trægulve understøttet af strøer, er der nogle få begrænsninger, der bør overholdes:

1. Den installerede effekt må ikke overstige 80 W/m^2 .
2. Den specifikke effekt for varmekabler/-mætter må ikke overstige 10 W/m .

Valg af produkt

Når kabelvarmesystemet er installeret i trægulve på konstruktioner med strøer, anbefales følgende DEVI-varmekabler og -mætter:

- DEVIflex™ 10T- og DEVIflex™ 6T-varmekabler med dobbeltleder
- tynde DEVIcomfort™ 10T-varmekabler med dobbeltleder
- DEVIbasic™ 10S-varmekabler med enkeltleder
- DEVI mat™ 70T-varmematte med dobbeltleder.

Der skal altid anvendes en termostat med gulvføler til regulering, som er i stand til at begrænse den maksimale gulvtemperatur.

Yderligere information om varmemætter/-kabler kan findes i kapitel 3 eller i DEVI's produktkatalog og installationsvejledninger.

Termisk isolering

Det er vigtigt, at gulvkonstruktionen er godt termisk isoleret i overensstemmelse med generelle og lokale bygningsregulativer og standarder. På den måde holdes varmetabet nedad på et minimum.

Ellers skal varmetabet nedad evalueres, og der skal tages en beslutning om yderligere korrekt effekt.

Det bør bemærkes, at varmekablet ikke må komme i direkte kontakt med isoleringen. For at undgå denne kontakt kan der lægges et fint trådnet (hønsenet, armeringsnet mv.) eller varmeledende folie direkte på eller over isoleringen.

Fordele

- Træplanker op til 30 mm.
- Det er ikke nødvendigt at brække det gamle gulv op.
- Nem og hurtig installation.
- Ingen øgning af gulvhøjden.
- Designfrihed.
- Varme fødder.
- Effekt op til 80 W/m^2 .
- Komfortgulvvarme.
- Totalopvarmning uden radiatorer.
- Betjen dine elektriske varmesystemer fra andre lokationer.
- Central styring til kombineret styring af både radiatorvarme og gulvvarme.

Det er også vigtigt at isolere kuldebroer og begrænse ventilationen, for eksempel mellem gulvkonstruktionen og vægge.

Gulvoverflader

DEVI's gulvvarmesystemer kan anvendes i forbindelse med alle kendte typer træbelægninger, både planker og laminat. Det er vigtigt, at anbefalingerne fra producenten af trægulve overholdes nøje.

Træ trækker sig sammen og udvider sig naturligt afhængigt af rummets relative luftfugtighed (RH). Trægulve med flerlagskonstruktion og et overfladelag i bøg eller ahorn må ikke installeres over gulvvarme.

Med hensyn til tykkelsen af trægulve skal gulvvarme kun installeres hvis:

1. Den maksimale tykkelse for blødt træ (tæthed på $400\text{-}600 \text{ kg/m}^3$ – fyr mv.) er $\leq 2 \text{ cm}$.
2. Den maksimale tykkelse for hårdt træ (tæthed på 600 kg/m^3 – eg mv.) er $\leq 3 \text{ cm}$.

Installation og gulvkonstruktion

Gulvkonstruktionen skal udføres i

henhold til de generelle og lokale bygningsreglementer og standarder.

Afstanden mellem varmekablet og strøerne skal være mindst 3 cm.

Afstanden mellem varmekablerne og undersiden af gulvbelægningen skal være mindst 3 cm.

Varmekablerne installeres i trådnet (hønsenet), som fastgøres til bjælker (strøer). Trådnettet installeres, så der er en minimumafstand på 3,5 cm mellem nettet og undersiden af gulvoverfladen.

Varmekablet skal være fastgjort til net eller folie med maks. 30 cm intervaller.

Varmekabler kan krydse en strø gennem en fordybning på 3 x 6 cm, der er dækket af metal (for eksempel aluminiumstape). Sørg for, at kablet aldrig kommer i kontakt med selve træet. Der må aldrig være mere end ét kabel i hver fordybning.

Kablernes bukkediameter må ikke være mindre end 6 gange kablets diameter. Minimumafstanden er: 5 cm mellem to kabelstrengene.

Der skal installeres en gulvføler til den termostat, der styrer rumtemperaturen, inde i mellemrummet under trægulvet som vist på billedet ved siden af.

Varmekablet skal installeres jævnt i mellemrummene mellem strøerne.

For yderligere information om installation henvises der til bilag A.4 og relevante installationsvejledninger for varmekabler/-mætter/-elementer.

Eksempel

Et godt isoleret køkken på 20 m² (4 x 5 m) skal opvarmes med direkte elektrisk gulvvarme. Gulvtypen er trægulv på strøer. Det anvendelige gulvareal er kun 15 m². Det samlede varmetab er beregnet til 800 W (specifikt varmetab er 800/20 = 40 W/m²). Strømforsyningen er 230 V.

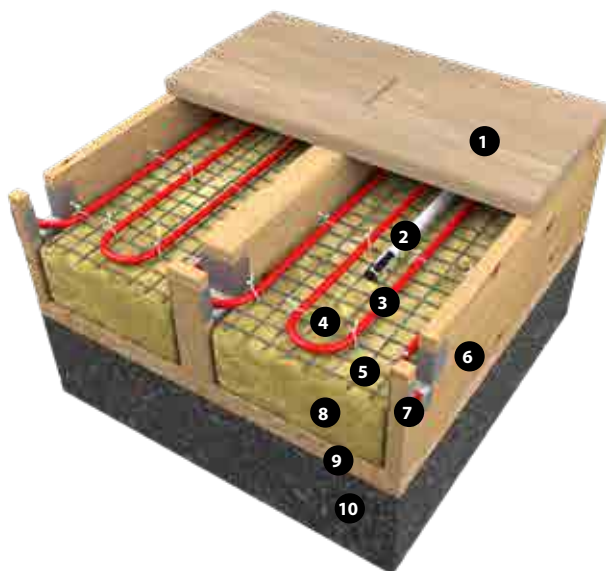
1. Den beregnede samlede nødvendige effekt for kabelvarmesystemet bør være 30 % højere end varmetabet (sikkerhedskoefficient 1,3):
800 W · 1,3 = 1.040 W.

2. Specifik effekt, som svarer til 15 m² anvendeligt gulv:
1.040 W / 15 m² = 69 W/m².

Dette er egnet til gulvvarme under trægulve på strøer: maks. 80 W/m².

3. Valg af DEViflex™ 10T-kabel med nærmeste højere effekt: 1.220 W, 120 m.

4. Samlet installeret effekt pr. m² med valgt kabel:
1.220 W / 15 m² = 81 W/m².



- 1 - Trægulvbelægning
- 2 - Ledningsrør med føler
- 3 - Varmekabel
- 4 - Fastgørelse
- 5 - Net eller aluminiumsfolie
- 6 - Gulvstrøer
- 7 - Selvklæbende aluminiumstape
- 8 - Isolering
- 9 - Fugtbarriere
- 10 - Nivellerende lag/
gulvfundament

Fig. 13. Trægulv på strøer

Dette er et passende valg til gulvvarme under trægulve på strøer: maks. ~80 W/m² (kun 1 W/m² højere).

Hvis dette ikke er egnet, skal der vælges et kabel med nærmeste lavere effekt.

5. Beregning af C-C-afstand: Da kablet dækker op til 15 m², er den beregnede C-C-afstand (se bilag A.1)
15 m² x (100 cm/m) / (120 m) = 12,5 cm.

6. Valg af termostat, for eksempel DEVireg™ Smart med wi-fi og App-styring eller DEVireg™ Touch.

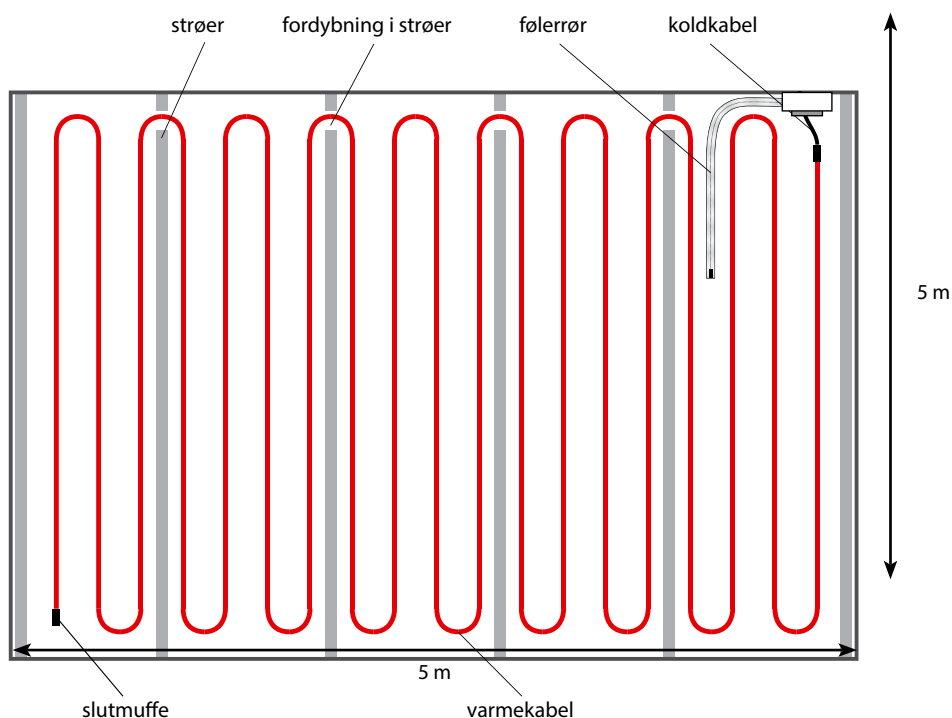


Fig. 14. Trægulv på strøer

Installationsprocedure – trægulv på strøer



1. Varmekabelsystem: DEVIflex™-varmekabel, termostat med gulvføler og maks. temperaturbegrænsning, montagebånd, ledningsrør, aluminiumstape.



2. Skær en fordybning på 3 x 6 cm i strøerne. Kontrollér C-C for kun at lave et minimum antal fordybninger (bedst på én side/ ved enden af strøer).



3. Fordybningen skal være dækket af metal- eller aluminiumstape mv.



4. Påfør net eller folie på isoleringen. Fastgør det til strøerne.



5. Installér kabel med valgt C-C-afstand. Maks. 80 W/m² og kabeleffekt på maks. 10 W/m. Minimumafstand på 3 cm til træet.



6. Fastgør kablet med intervaller på maks. 30 cm. For eksempel kan der anvendes DEVIclip™ Twist. Sørg for, at varmekablet ikke hviler på isoleringen.



7. Installér varmekablet jævnt over hele gulvarealet.



8. Installér følerør og kabelføler. Forsegl/luk rørenden. Kontrollér kablets modstands- og isoleringsværdier og følerens modstand.



9. Installér træoverfladen. Kontrollér kablets modstands- og isoleringsværdier og følerens modstand, og tilslut termostaten.

5.3.3. DEVIDRY – specielt varmeelement til tør installation under laminat mv.

Når gulve i lejligheder, huse, kældre eller uderum renoveres, kan der tilføjes komfortvarme i gulvet uden brug af afretningslag og uden at brække det gamle gulv op. Komfortvarmen leveres af Devidry™, der er designet til at være i kontakt med undergulve i træ eller overfladebelægninger.

DEVIDRY™-systemet

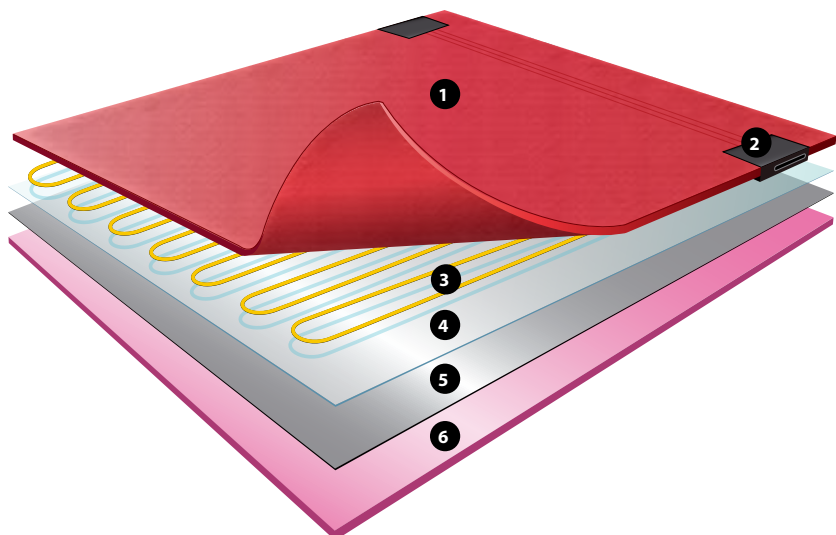
- består af et sandwich-element på 8 mm, hvilket giver et underlag med flere egenskaber
- installeres på det gamle gulv eller undergulv, umiddelbart under den nye gulvflade
- sikrer jævnt distribueret gulvvarme og en hurtig reaktionstid.

Ved brug af DEVIDRY™ er det nødvendigt med en mekanisk stabil og forholdsvis jævn underkonstruktion (DEVIDRY™ udligner ujævnheder i gulvet med op til 3 mm).

Hvis producenten tillader det, kan der med Devidry™ bruges en tykkelse på under 8 mm for parketgulve.

Fordele

- Tør installation.
- Parket og laminat op til 22 mm.
- Mellemtykke tæpper.
- Intet arbejde med afretningslag.
- Indbygget lydæmpende skum.
- Byggehøjde 8 mm + gulvbelægning.
- Støjreduktion 17 dB.
- Gulvvarme med hurtig reaktionstid.
- Ideel til timerstyring.
- Samlet varmeeffekt op til 100 W/m².



- 1 – Gummilag – trykfordeling
- 2 – Tilslutning – hurtig, solid og vandfast IPX7
- 3 – Kabler – giver 55 W/m² eller 100 W/m² ved 230 V
- 4 – Polyesterfolie – forstærkning
- 5 – Aluminiumsfolie – varmefordeling
- 6 – PP-skum – lydæmpende og isolerende

Fig. 15. DEVIDRY™-varmeelementkonstruktion

Tekniske detaljer for DEVIDry™-varmeelement

Tykkelse: 8 mm.
 Bredde: 1 m.
 Længde: 1, 2, 3, 4, 5 m.
 Skæreområder: 25 + 25 cm.
 Netstrøm: 230 V 50 Hz.
 Maks. ampere pr. tilslutning: 10 A.
 IP-klasse: IP X7.
 Effekt: 55 W/m² og 100 W/m².
 Lyddæmpningsværdi: 17 dB.
 Isoleringsværdi (U-værdi): 8 W/m²·K.

Installeret effekt og temperaturbegrænsning

Når der installeres varme i trægulve med Devidry™, er der nogle få begrænsninger, der bør overholdes.

Undergulv i træ:

- Den installerede effekt må ikke overstige 55 W/m².
- Den maksimale temperaturbegrænsning skal være 30 °C.

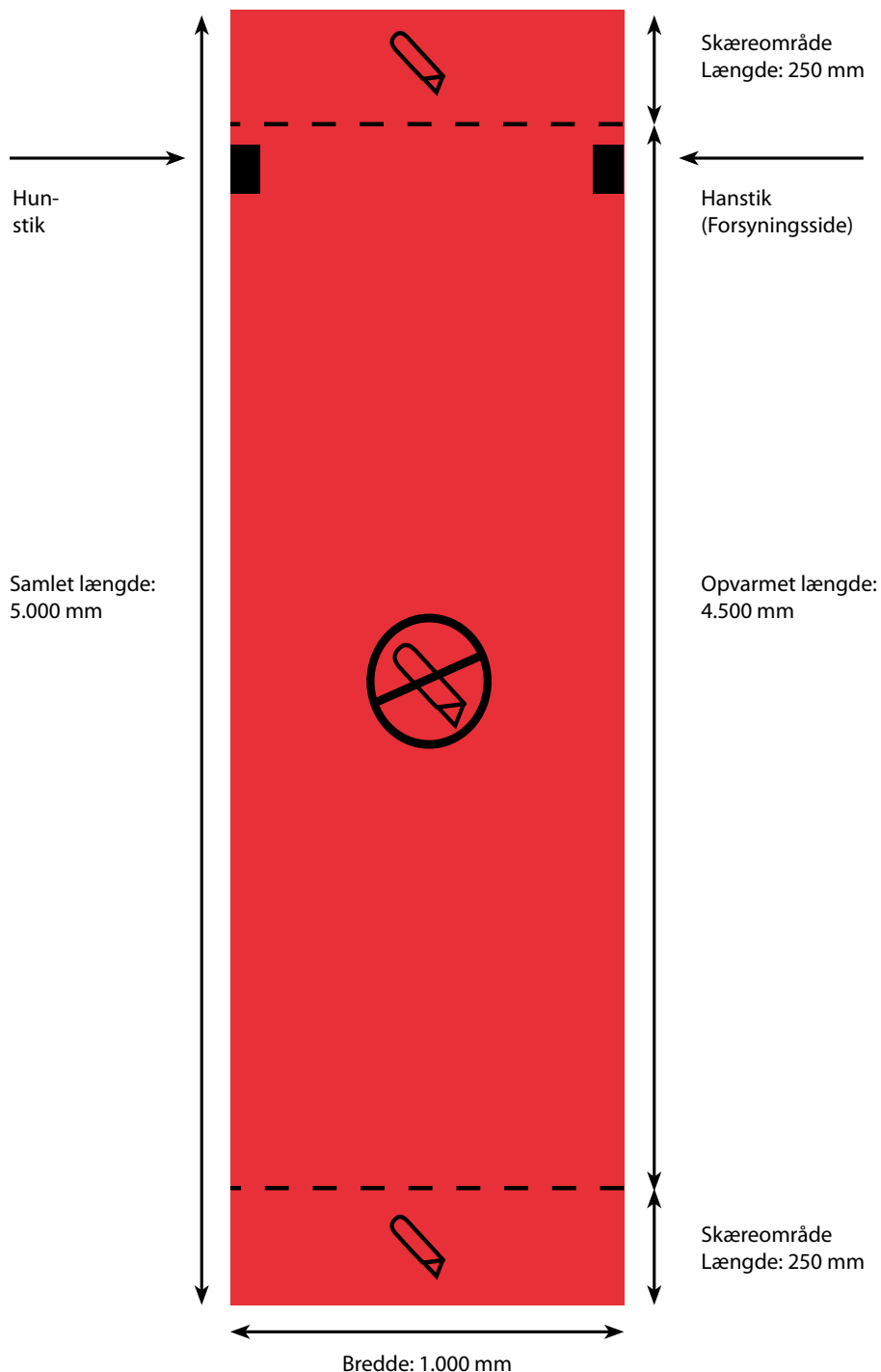
Undergulv i beton:



- Den installerede effekt må ikke overstige 100 W/m².
- Den maksimale temperaturbegrænsning skal være 35 °C.

Det bør bemærkes, at 55 W/m² kan opvarme 1 m² gulv op til maksimum 5 °C i forhold til lufttemperaturen (se også kapitel: 4.1.1). Hvis rumtemperaturen eksempelvis er 18 °C, er den mulige maks. gulvtemperatur 23 °C. Med en sådan effekt er det nogle gange ikke nok at levere en følelse af varmt gulv eller at dække et varmetabskrav.




Valg af produkt

DEVIDry™-systemet kan styres på to måder afhængigt af effekt, gulvkonstruktion og gulvmateriale:



	Styringssæt	DEVIDry™ effekt	Undergulv		Gulvbelægning		
			Træ	Beton	Træ	Laminat	Tæppe
	DEVIDry™ Kit 55	55 W/m ²	•	•	•	•	•
	DEVIDry™ Kit 100	100 W/m ²	—	•	•	•	•
	DEVIDry™ Pro Kit	55 W/m ²	•	•	•	•	—
		100 W/m ²	—	•	•	•	—

DEVIDry™-systemets komponenter kan vælges fra følgende liste:

Produkt	Valgmuligheder	Beskrivelse
 DEVIDry™	DEVIDry™ 55: 1, 2, 3, 4 og 5 m ² . DEVIDry™ 100: 1, 2, 3, 4 og 5 m ²	Til undergulve i træ, maks. 10 A pr. sektion. Til undergulve i beton, maks. 10 A pr. sektion.
 DEVIDry™ Kit	DEVIDry™ Kit 55. DEVIDry™ Kit 100.	Til undergulve i træ, begrænset til 30 °C, 10 A-ledning. Til undergulve i beton, begrænset til 35 °C, 10 A-ledning.
 DEVIDry™ Pro Kit	DEVIDry™ Pro Kit	Med DEVIreg™ Touch, begrænset til 35 °C, 16 A. 10 A-forsyningsledning. Ekstra ledning er påkrævet over 10 A
Alternativ styring	DEVIreg™ 130M. DEVIreg™ 530M	Termostat med gulvføler, begrænset til 35 °C. Termostat med gulvføler, begrænset til 35 °C
Tilbehør	DEVIDry™ FM, 1, 2, og 4 m ² . DEVIDry™ X25, X100, X200. DEVIDry™-forsyningsledning	Fyldmateriale. Forlængerledninger til delte elementer: 25, 100, 200 cm. Forsyningsledning, 3 m, 2 x 1 mm ²

Termisk isolering

Det er vigtigt, at gulvkonstruktionen er godt isoleret i overensstemmelse med generelle og lokale bygningsregulativer og standarder. Således holdes varmetabet nedad på et minimum. Ellers skal varmetabet nedad evalueres, og der skal tages en beslutning om yderligere korrekt effekt.

DEVIDry™ har en isolationsmodstand R på 0,125 m²·K/W og reducerer varmetabet nedad.

Gulvoverflader

DEVIDry™-systemet er designet til at være i kontakt med parket- og laminatgulve samt gulve med tæpper.

Det er vigtigt, at anbefalingerne fra producenten af parketgulve overholdes nøje.

Hvis gulvbelægningen består af tæpper, er det kun påkrævet for DEVIDry™ Kit 55 og DEVIDry™ Kit 100 at styre varmeelementet.

Den totale isoleringsværdi R over kabler er maks. 0,18 m²·K/W (1,8 Tog). Eller maksimal tykkelse for blødt træ (fyr mv.) er 2 cm, og maksimal tykkelse for hårdt træ (eg mv.) er 3 cm.

Tæpper med en tykkelse på op til 0,25 mm med en isoleringsværdi på 0,125 m²·K/W kan anvendes, men

vil reducere gulvtemperaturen med 1-2 °C.

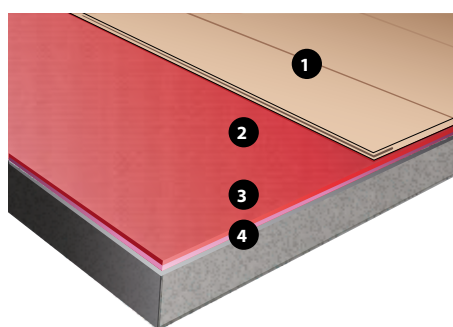
Installation og gulvkonstruktion

For at undgå risiko for brand må DEVIDry™ 100 kun installeres over et betongulv eller lignende materiale.

DEVIDry™ 55 kan installeres enten i betongulv eller trægulv.

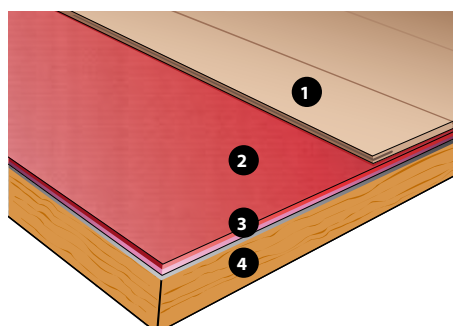
De maksimale sætpunktstemperaturer for termostaten er:

- 30 °C for undergulve i træ
- 35 °C for undergulve i beton



- 1 - Parket/laminat/tæppe
- 2 - DEVIDry™ 55 eller DEVIDry™ 100
- 3 - Dampspærrer
- 4 - Eksisterende undergulv i beton

Fig. 16. Gulvvarme med DEVIDry™ på eksisterende undergulv i beton



- 1 - Parket/laminat/tæppe
- 2 - DEVIDry™ 55
- 3 - Dampspærrer
- 4 - Eksisterende undergulv i træ

Fig. 17. Gulvvarme med DEVIDry™ på eksisterende undergulv i træ

Maksimal opvarmet overflade af ét system, der er sammensat af flere sektioner (delte varmeelementer), og som er begrænset af en maks. strøm på 10 ampere. For to effekttyper med Devidry™: 55 W/m² og 100 W/m² (ved 230 V), det maksimale opvarmede område for ét system er: DEVIdry™ 55: ~42 m²; DEVIdry™ 100: 23 m².

Når flere DEVIdry™-elementer tilsluttes, skal alle have samme områdeeffekt (i W/m²).

Den trykte side af varmeelementet skal være synlig, når elementet udlægges, så dette symbol kan ses: DENNE SIDE OP.

Vi anbefaler, at varmeelementer/-måtter tapes sammen, for eksempel med aluminiumstape eller limtape, især under tæpper.

Bemærk, at du kun kan fastgøre strømforsyningsledningen til én side af det opvarmede område – der hvor hanstikket er placeret. Med andre ord er der kun to zoner i rummet, som er tilgængelige for installation af termostat (tilslutning). Den første illustration nedenfor viser tilslutninger langs den øverste væg, og installationsstedet for termostaten er i det øverste højre hjørne af rummet. Den anden illustration viser tilslutninger langs den nederste væg, og installationsstedet for termostaten er i det nederste venstre hjørne af rummet.

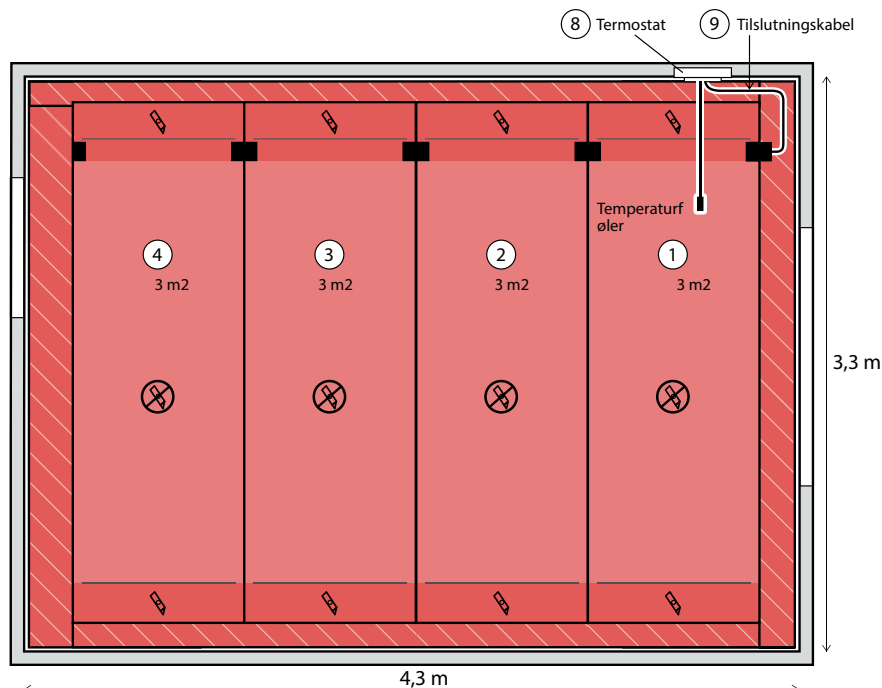


Fig. 18. Tilslutningsstik langs den øverste væg og installationssted for termostaten (tilslutning til varmeelementer) i det øverste højre hjørne af rummet.

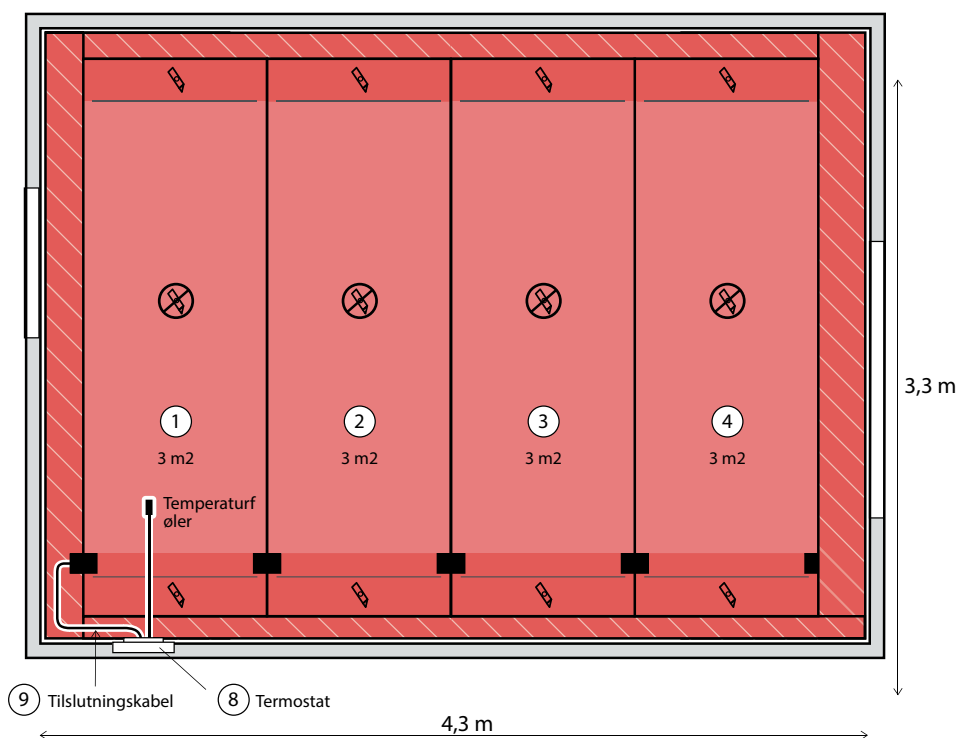
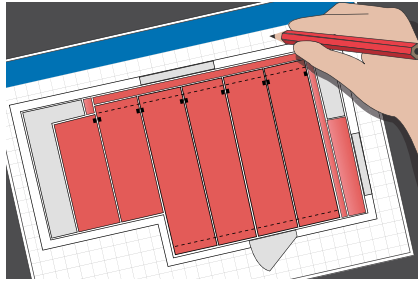


Fig. 19. Tilslutninger langs den nederste væg, og installationsstedet for termostaten er i det nederste venstre hjørne af rummet.

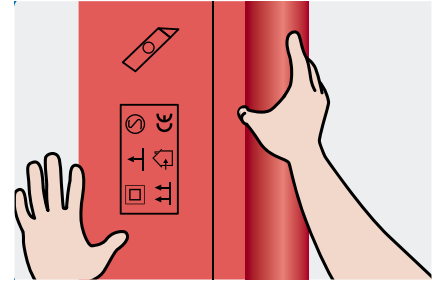
Installationsprocedure – DEVIDry™



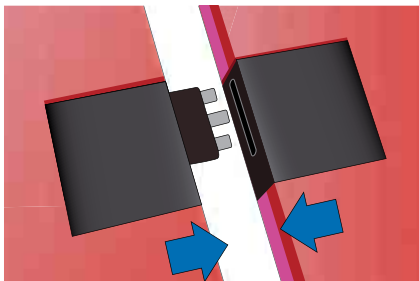
1. DEVIDry™-varmesystem: DEVIDry™ Pro Kit- eller DEVIDry™ Plug Kit-styring, DEVIDry™-varmeelement, DEVIDry™ FM-fyldmateriale, hvis det findes.



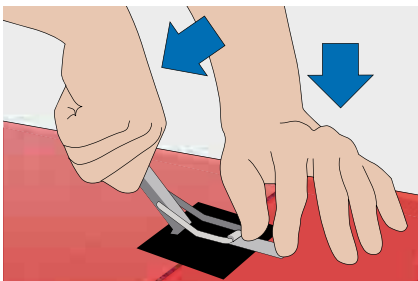
2. Dobbelttjek layoutet, for eksempel placering af styringssæt, gulvfølere tæt på den rigtige side af DEVIDry™ med hanstik.



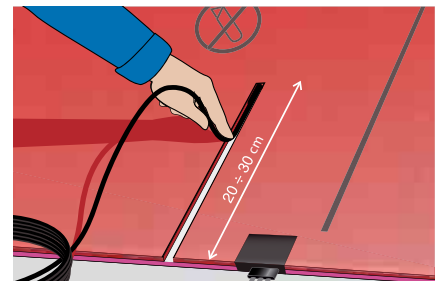
Sørg for, at undergulvet er rimelig plant, fast og stabilt. Læg en fugtbarriere ud. Rul Devidry™-elementerne ud, den trykte side af elementerne skal være synlige.



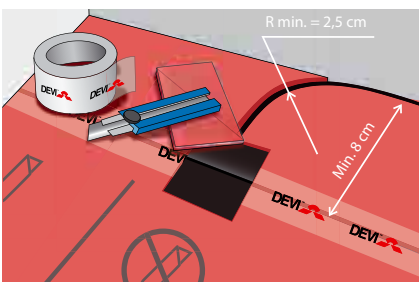
3. Fjern endestoppene fra stikkene. Sæt han- og hunstikket sammen i hånden.



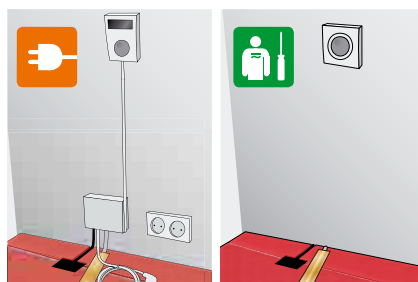
4. Skub elementerne/stikkene godt sammen ved hjælp af tilslutningsværktøjet.



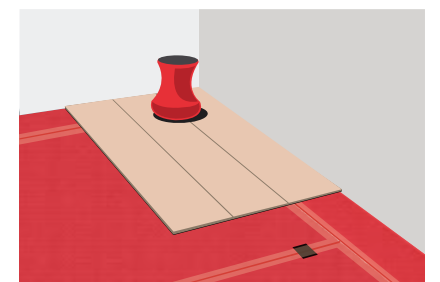
5. Hiv den tilpassede strimmel af tæt på stikket til forsyningsledningen, og læg føleren i renden. Brug den medfølgende aluminiumstape øverst til at fastgøre følerkablet.



6. Dæk det resterende område med fyldmateriale. Skær en plads til forsynings- og følerkablet og evt. til en forlængerledning.



7. Kontrollér varmeelementernes isolationsmodstand. Installér DEVIDry™ Plug Kit- eller DEVIDry™ Pro Kit-styring. Tilslut koldkabel, føler og termostat, eller sæt styringsenheden i kontakten.



8. Sørg for, at Devidry™ giver varme, før den øverste gulvbelægning installeres. Tape elementerne sammen. Installér den øverste gulvbelægning direkte på DEVIDry™-elementerne.

Eksempel 1.

Stue på 3,03 x 4,88 m, 14,8 m². Undergulv i beton, forventet laminatgulv. Skal opvarmes med direkte varme af et Devidry™-system. Det specifikke varmetab er beregnet til 80 W/m². Strømforsyningen er 230 V.

1. Den beregnede nødvendige effekt for kabelvarmesystemet bør inkludere en sikkerhedskoefficient på 1,3:
 $80 \text{ W/m}^2 \cdot 1,3 = 104 \text{ W}$.

Det er korrekt at bruge gulvvarmesystem med direkte varme med Devidry™ 100-varmeelementer med en effekt på 100 W/m² ved 230 V.

2. Den ene væg er 3,03 m – dette svarer til én af længderne på Devidry™ 100 – 3 m (240 W ved 230 V). Så det er god fornuft at installere Devidry™-elementerne langs denne væg.

3. Den anden væg er 4,88 m. Bredden på Devidry™-varmemåtter er 1 m. Så der kan installeres fire måtter.

4. Opvarmet område med Devidry™ 100 med en længde på 3 m: $3 \cdot 4 = 12 \text{ m}^2$.

Område uden varmemåtter:
 $14,8 \text{ m}^2 - 12 \text{ m}^2 = 2,8 \text{ m}^2$.

Fyldmateriale skal vælges:
Devidry™ FM1 – 1 m² og Devidry™ FM2 – 2 m², i alt 3 m².

5. Effekt i alt for 4 stk. Devidry™ 100:
 $240 \cdot 4 = 960 \text{ W}$. Det er mindre end maks. 2.300 W eller 10 A.

6. Styringssæt: Eksempelvis Devidry™ Pro Kit med timer-termostat Devireg™ Touch.

Som option: Devireg™ Touch eller Devireg™ 530M / 130M + Devidry™-forsyningsledning.

Devidry™-løsning:

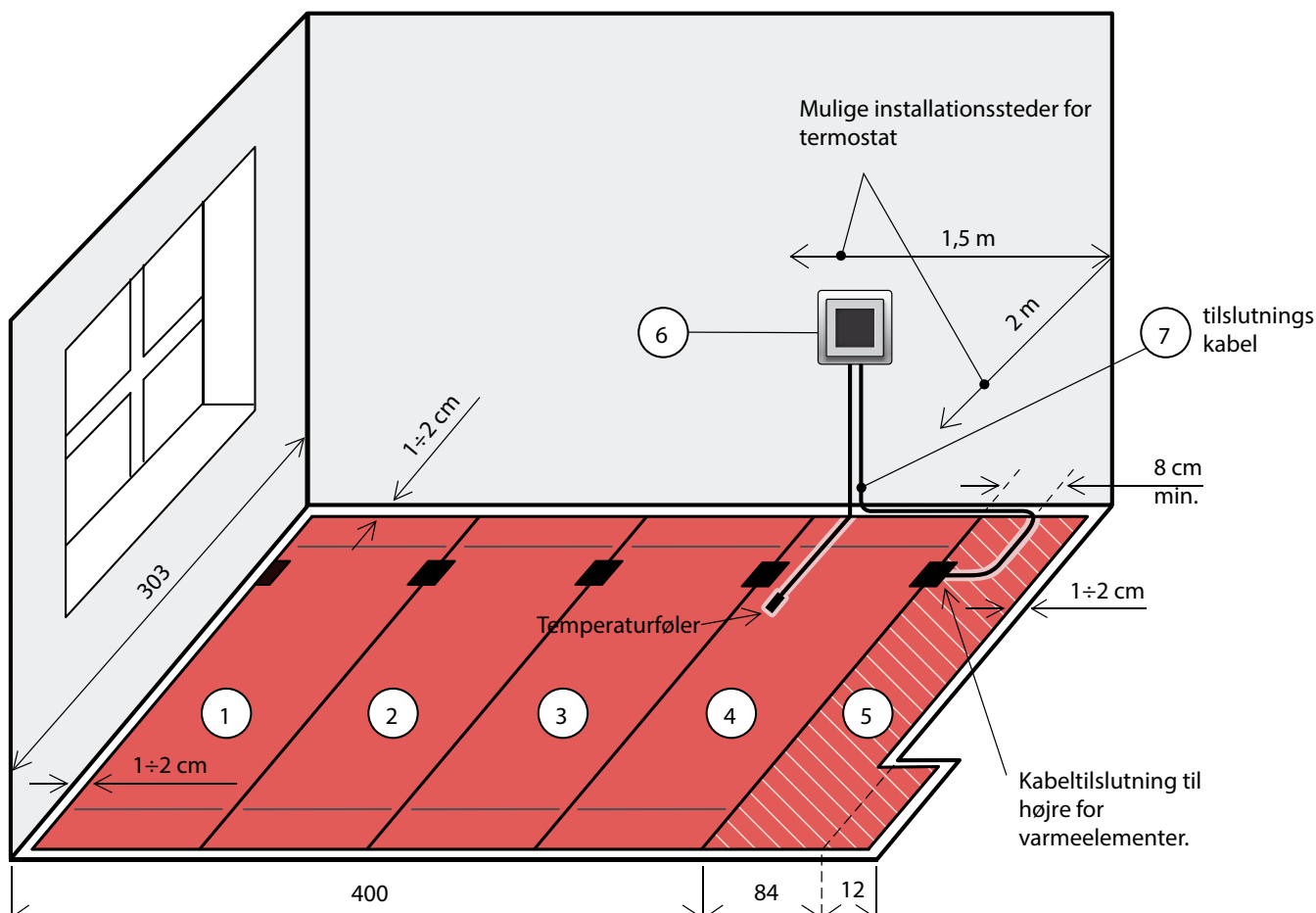
1-4. Devidry™ 100, 3 m² – 4 stk.

5. Devidry™ FM1, 1 m² – 1 stk.,
Devidry™ FM2, 2 m² – 1 stk.

6, 7. Devidry™ Pro Kit med
Devireg™ Touch.
eller

6. Devireg™ 130M/530M eller
Devireg™ Touch.

7. Devidry™-forsyningsledning.



Eksempel 2.

Valg af Devidry™-varmemåtter til ikke-rektangulært rum. Maks.-størrelse er 3,3 x 6,5 m.

Installation af måtter langs den lange side af rummet er ikke muligt – måtter med en længde på 6,5 m er ikke tilgængelige. Derfor bør måtterne installeres langs den korte side af rummet.

Hvis måttens tilslutningsstik er placeret i den nederste del af rummet (se illustrationen), vil der ikke være mulighed for at tilslutte måtte til måtte i én streng på grund af de brudte vægge. Derfor bør tilslutningsstikkene placeres langs den øverste væg i rummet.

Den valgte position for måtten angiver det sted, hvor termostaten skal installeres: det øverste højre hjørne er eneste mulighed. Tæt på den højre væg bør der være en strimmel, for eksempel ~15 cm, så der er mulighed for at placere stik til strømforsyningskablet.

Rumarealet er:

$$1,9 \times 2,2 + 4,3 \times 3,3 = 18,4 \text{ m}^2.$$

Fire stk. DEVIDry™-varmemåtter på hver 3 m² installeres på 12 m², 2 stk. på 2 m² installeres på 4 m² – samlet opvarmet område er 16 m².

Område med fyldmateriale er

$$18,4 - 16 = 2,4 \text{ m}^2,$$

så det valgte fyldmateriale er:

DEVIDry™ FM1 og DEVIDry™ FM2 (i alt 3 m²), totalsum: 3 m².

DEVIDry™-løsning:

1-4. DEVIDry™ 55/100, 3 m² – 4 stk.

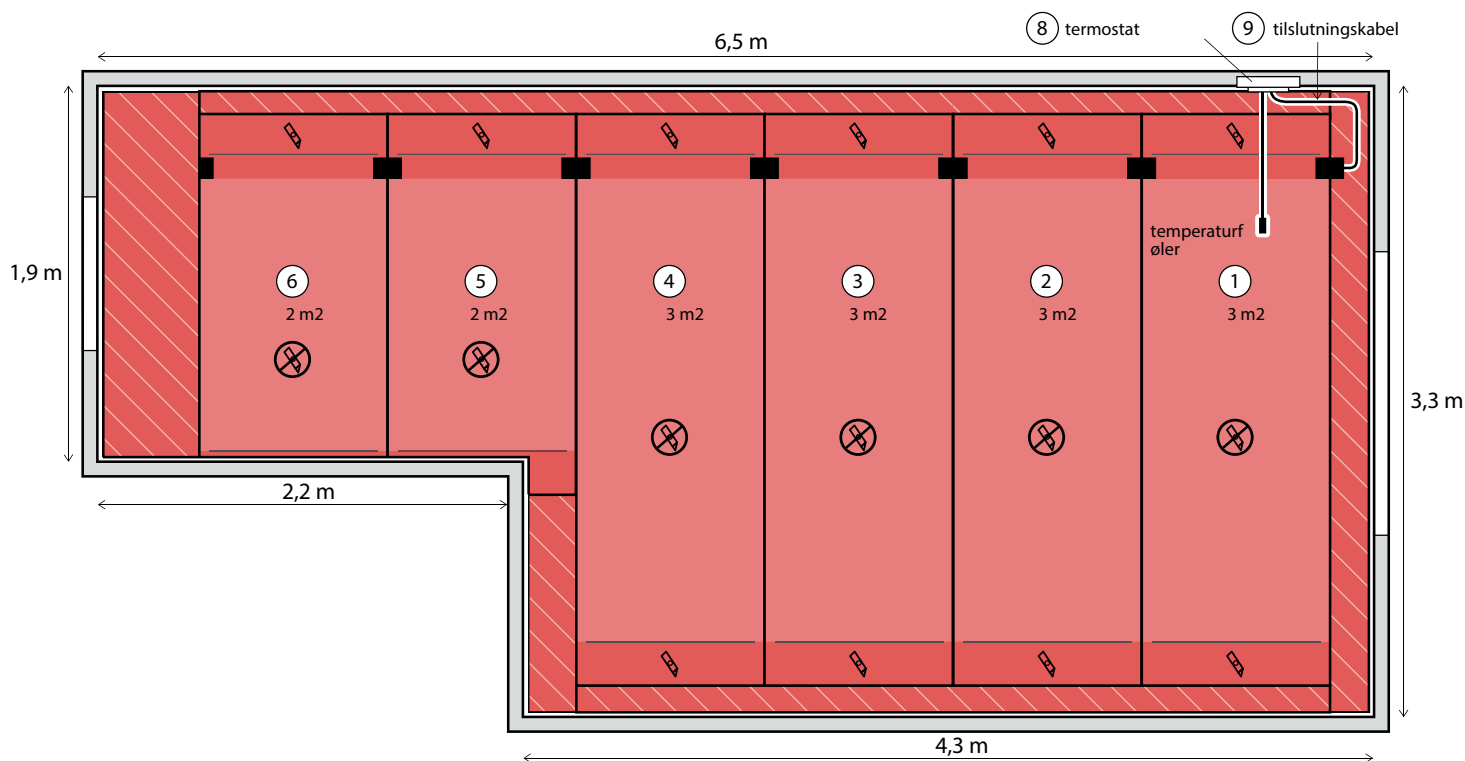
5, 6. DEVIDry™ 55/100, 2 m² – 2 stk.

7. DEVIDry™ FM1, 1 m² – 1 stk.,
DEVIDry™ FM2, 2 m² – 1 stk.

8, 9. DEVIDry™ Kit 55/100 eller
DEVIDry™ Pro Kit.
eller

8. DEVIreg™ 130M/530M eller
DEVIreg™ Touch.

9. DEVIDry™-forsyningsledning.



Eksempel 3.

Valg af DEVIDry™-varmemåtter til område med kompleks form – rum, gang og entré.

Areal i alt 12,8 m². Areal opvarmet af DEVIDry™ 10 m². Der skal således være 3 m² fyldmateriale.

Brug forlængerledning DEVIDry™ X25, X100, X200.

DEVIDry™-produkter:

- 1, 2. DEVIDry™ 55/100, 3 m²: 2 stk.
- 3, 4, 5. DEVIDry™ 55/100, 1 m²: 3 stk.
6. DEVIDry™ 55/100, 2 m²: 1 stk.
7. DEVIDry™ FM1, 1 m²: 1 stk.,
DEVIDry™ FM2, 2 m²: 1 stk.
8. DEVIDry™ X200: 1 stk.
- 9, 10. DEVIDry™ Kit 55/100 eller DEVIDry™ Pro Kit.

eller

9. DEVIreg™ 130M/530M eller DEVIreg™ Touch.
10. DEVIDry™-forsyningsledning.



5.3.4. DEVIcell™ – varmesystem med varmefordelingsplader under laminat mv.

Når gulve i lejligheder, huse, kældre eller uderum renoveres, kan der tilføjes gulvvarme uden brug af afretningslag og uden at brække det gamle gulv op. Komfortvarmen leveres af DEVIcell™-varmesystemet, der er designet til at være i kontakt med undergulve i træ eller overfladebelægninger.

DEVIcell™:

- består af en 12 mm-polystyrenplade og en 1 mm-aluminiumsplade med kabelriller
- installeres på det gamle gulv/undergulv umiddelbart under den nye gulvflade, for eksempel træ eller parket
- sikrer jævnt distribueret gulvvarme og en hurtig reaktionstid
- har kabelriller for hver 10 cm
- passer kun til DEVIflex™-varmekabel.

DEVIcell™ kan bruges til komfortgulvvarme og til direkte gulvvarme med en effekt på op til 100 W/m².

Se installationsmanualen til DEVIcell™-produktet for at få flere oplysninger.

Installeret effekt

Når der installeres varme i trægulve med DEVIcell™, er der nogle få begrænsninger, der bør overholdes:

1. Den installerede effekt må ikke overstige 100 W/m².
2. Den specifikke effekt for varmekabler må ikke overstige 10 W/m.

Valg af produkt

Når kabelvarmesystemet er installeret i trægulve med DEVIcell™-varmefordelingsplader, anbefales følgende DEVI-produkter:

- DEVIcell™-varmefordelingsplader: 50 x 100 cm, 2 eller 5 m² pakke, 50 m² palle;
- Montagesæt til føler: ledningsrør og endekop
- Kun DEVIflex™ 10T- og DEVIflex™ 6T-varmekabler med dobbeltleder.

Anvend altid rumtermostat med gulvføler og funktionalitet med maksimal temperaturbegrænsning.

Yderligere information om varmekabler kan findes i kapitel 2 eller i DEVI's produktkatalog og installationsvejledninger.

Fordele

- Tør installation.
- Tykkelse på kun 13 mm.
- Intet murerarbejde med afretningslag.
- Reduceret varmetab nedad.
- Jævn temperaturfordeling.
- Hurtig responstid med timer.
- Op til 20 mm blødt træ (fyr).
- Op til 30 mm hårdt træ (eg).
- Linoleum/vinyl, tynde tæpper.
- Op til 100 % gulvdækning.
- Passer til skæve hjørner.
- Støjreduktion 3 dB.



Termisk isolering

Det er vigtigt, at gulvkonstruktionen er godt isoleret i overensstemmelse med generelle og lokale bygningsregulativer og standarder. Således holdes varmetabet nedad på et minimum. Ellers skal varmetabet nedad evalueres, og der skal tages en beslutning om yderligere korrekt effekt.

DEVIcell™ har en isolationsmodstand R på 0,26 m²·K/W og reducerer varmetabet nedad.

Gulvoverflader

DEVIcell™-gulvvarmesystemer kan anvendes i forbindelse med alle kendte typer træbelægninger, både planker og laminat. Det er vigtigt, at gulvproducentens anbefalinger overholdes nøje.

Brug ikke bøg eller ahorn i konstruktioner med flere lag, medmindre det er presstørret.

Ved installation under tæpper skal linoleum eller vinyl separeres fra kablerne med en trykfordelingsplade på min. 5 mm. Overhold den samlede isoleringsværdi over trykfordelingspladen: $R < 0,10 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$ svarende til 1 Tog eller et tyndt tæppe.

Med hensyn til tykkelsen af trægulve skal DEVIcell™-gulvvarme kun installeres hvis:

3. Den maksimale tykkelse for blødt træ (tæthed på 400-600 kg/m³ – fyr mv.) er $\leq 2 \text{ cm}$.
4. Den maksimale tykkelse for hårdt træ (tæthed på 600 kg/m³ – eg mv.) er $\leq 3 \text{ cm}$.

Kontakt tæppeproducenten for oplysninger om, hvorvidt et tæppe kan bruges sammen med gulvvarme.



Fig. 20. Montagemetode for varmekabel i DEVIcell™

Installation og gulvkonstruktion

Gulvkonstruktionen skal udføres i henhold til de generelle og lokale bygningsreglementer og standarder.

DEVIcell™-plader har kabelriller for hver 10 cm, og der kan kun bruges to kabler: DEVIflex™ 10T og DEVIflex™ 6T. Der er fire mulige varmeeffekter, der

kan installeres med C-C 10 og 20 cm (ved 230 V):
 DEVIflex™ 10T: 100 W/m² og 50 W/m²;
 DEVIflex™ 6T : 60 W/m² og 30 W/m².

Kablernes bukkediameter må ikke være mindre end 6 gange kablets diameter. Minimum 5 cm mellem to kabelstreng.

For yderligere information om installation henvises der til bilag A.4 og relevante installationsvejledninger for varmekabler/-mætter/-elementer.

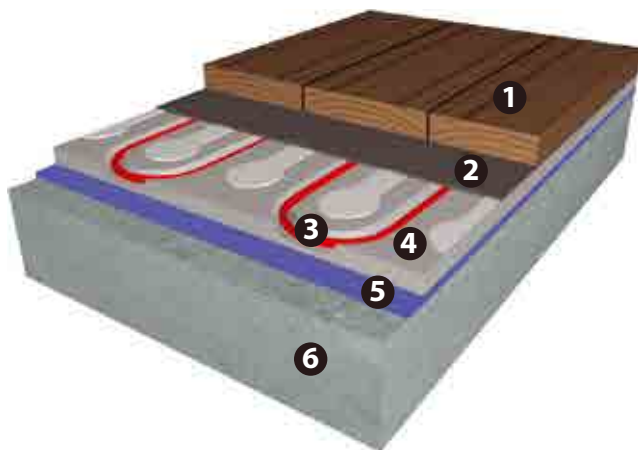


Fig. 21. Gulvvarme med DEVIcell™ på betongulve

1. Træ, parket eller laminat.*
2. Støjsorberende måtte/stoffilt.
3. Varmekabel DEVIflex™.
4. DEVIcell™ .
5. Fugtbarriere eller dampspærre.
6. Eksisterende gulvkonstruktion (for eksempel beton, gips, polystyren).

* Den modsatte kombination med gulvbelægning og eksisterende gulvkonstruktion er også en mulighed.

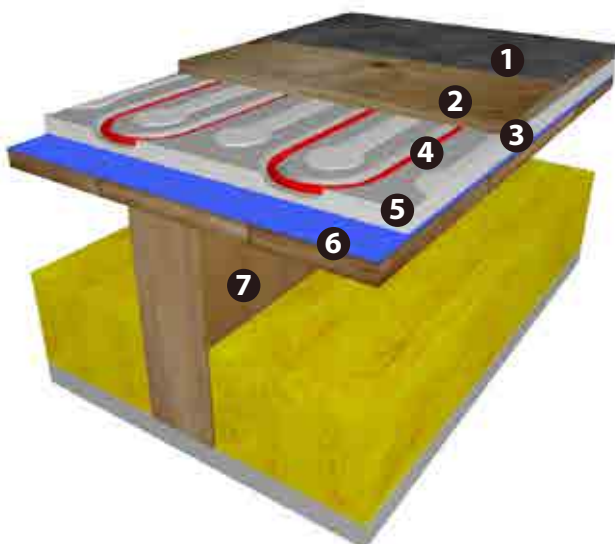


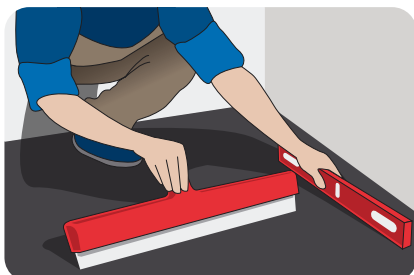
Fig. 22. Gulvvarme med DEVIcell™ på eksisterende trægulve

1. Linoleum/vinyl eller tæppe.*
2. Trykfordelingsplade, min. 5 mm.
3. Støjsorberende måtte/stoffilt.
4. Varmekabel DEVIflex™.
5. DEVIcell™ Dry.
6. Fugtbarriere.
7. Eksisterende trægulvkonstruktion.

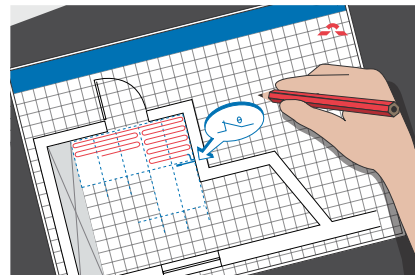
Installationsprocedure – DEVIcell™

Nødvendigt værktøj:

- Kniv
- Stiksav
- Fil
- Limpistol
- Aluminiumstape
- Fræser
- Installationsmanualer



1. Sørg for, at undergulvet er rimelig plant, fast og stabilt. Ny beton skal tørre i 30 dage før installation.



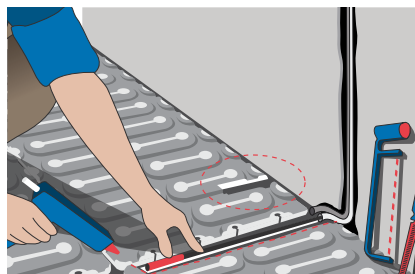
2. Lav en plantegning over placeringen af kabel, koldkabel, gulvføler, termostat og tilslutningsboks, hvis denne findes. Undgå alle nuværende og kommende genstande, der er fastgjort til gulvet.



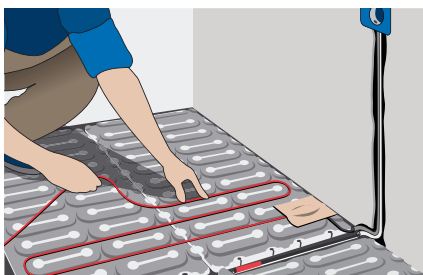
3. Udskær en vægrille, og fastgør kabelkanaler og tilslutningsboks. Rengør undergulvet, og læg en fugtbarriere eller en dampspærre ud (hvis det er nødvendigt).



4. Installér DEVIcell™-pladerne på de opvarmede områder og eventuelt 13 mm-gipsplader på de uopvarmede områder. Tilslut pladerne til det medfølgende tilslutningsmateriale.



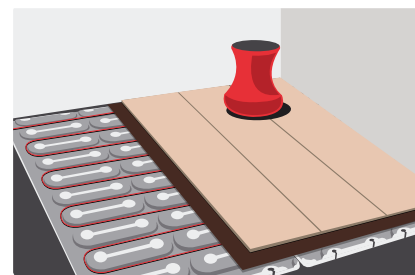
5. Skær et hul til varm/kold kabelstikket og gulvfølerkredsen, og fil skarpe kanter ned. Fastgør ledningsrøret til undergulvet med lim eller skruer.



6. Kontrollér isolationsmodstanden og modstandsnormeringen (ohm) for varmekablet før installation. Installér DEVIflex™-varmekablet. Sørg for, at kabelenden og tilslutningsmuffer altid er i kontakt med aluminiumspladen eller med aluminiumstape.



7. Kontrollér isolationsmodstanden og modstandsnormeringen (ohm) for varmekablerne. Puds vægrillen, og tilslut koldkabel, føler og termostat. Kontrollér følerens modstand.



8. Installér gulvbelægningen ved en rumtemperatur på ca. 15 °C. Installér en støjabsorberende måtte og trægulv, hvis det ønskes.

Eksempel

En stue på 28 m² skal opvarmes med direkte elektrisk gulvvarme med DEVIcell™- varmesystemet. Det samlede varmetab er beregnet til 2.240 W eller specifikt varmetab er 2.240 / 28 = 80 W/m². Strømforsyningen er 230 V.

Opvarmet gulvareal er 28 m²: Der er valgt DEVIcell™-pakker på 4 x 2 m² og 4 x 5 m². Der skal også bruges montagesæt til føler (plasticrør/ledningsrør).

Beregnet effekt for kabelvarmesystem med en sikkerhedskoefficient på 1,3 er 80 W/m² · 1,3 = 104 W/m².

Der er valgt en installeret varmeeffekt på 100 W/m² i form af DEVIflex™ 10T med 10 W/m (230 V) ved DEVIcell™ med fast C-C = 10 cm.

Kablernes krævede strøm er derfor 28 m² · 100 W/m² = 2.800 W.

For at undgå et overskydende kabel vælges der to kabler DEVIflex™ 10T på 1.410 W (230 V), og den sammenlagte effekt er 2.820 W.

En anden metode til at vælge varmekabel er at beregne kabellængden.

Gulvet er 28 m² og C-C = 10 cm; den beregnede kabellængde er derfor 28 · 100/10 = 280 m. Der skal derfor vælges DEVIflex™ 10T med 140 m længde og to af denne type varmekabler. Kabellængden er præcis den samme som installationsområdet, dvs. kabler vil blive installeret tæt på kanterne. Dette medfører fare, da kablerne ikke kan installeres i dette område, og der kan opstå et behov for at skære et stykke af et kabel. Det

er dog strengt forbudt at skære i varmekablet. For at undgå dette bør du vælge kabellængder, der ligger tættest på, men mindre end det beregnede. Så hvis det skulle blive nødvendigt på grund af pladsmangel, kan man som alternativ vælge to kabler på 120 m med en samlet længde på 240 m.

Der skal vælges en termostat til direkte varmesystemer og temperaturbegrænsningsfunktionalitet: med en rum-/luftføler og gulvføler. Der kan vælges mellem to: DEVIreg™ Touch eller DEVIreg™ Smart med wi-fi-styring.

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 formler til beregning af C-C-afstanden:

1) Ud fra varmekablets længde

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

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

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

Eksempel 1

DEVIflex™ 18T, 535 W, 29 m skal installeres i et badeværelse med et opvarmet gulvareal på 3 m².

C-C-afstanden bliver med formel nr. 1:

$$C-C [cm] = \frac{3 \text{ m}^2 \cdot 100 \text{ cm/m} \cdot 100 \text{ cm}}{29 \text{ m}} = 10,35 \text{ cm}$$

Hvis vi bruger DEVIfast™-montagebånd med faste intervaller a 2,5 cm, kan vi installere varmekablet i dette

badeværelse med en C-C-afstand på 10 cm.

Eksempel 2

Til en gulvrenovering har vi valgt et DEVIflex™ 10T-kabel (specifik effekt er 10 W/m). Hvis den valgte effekt er 120 W/m², bliver C-C-afstanden med formel nr. 2:

$$C-C [cm] = \frac{10 \text{ W/m} \cdot 100 \text{ cm/m}}{120 \text{ W/m}^2} = 8,33 \text{ cm}$$

Tabellen viser C-C-afstandene og tilsvarende effekt pr. m²:

C-C-afstand, cm	W/m ² , termisk effekt for varmeplade for forskellige DEVI-varmekabler ved 230* eller 400* V				
	6 W/m DEVIflex™ 6T	10 W/m DEVIflex™ 10T, DEVIcomfort™ 10T, DEVIbasic™ 10S	18 W/m DEVIflex™ 18T	20 W/m DEVIflex™ 20T, DEVIbasic™ 20S	
5	120	200	360	400	Anbefales til komfortgulvvarmesystemer
7,5	80	133	240	267	Anbefales til direkte varmesystemer
10	60	100	180	200	
12,5	48	80	144	160	
15	40	67	120	133	
17,5	34	57	103	114	
20	30	50	90	100	
22,5	26	45	80	89	
25	24	41	72	80	
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 0,5-0,75 m.

I tynde gulvkonstruktioner, hvor kablet dækkes med 1-2 cm selvnivellerende middel, og C-C-afstanden er 10 cm eller mindre, er den maks. anbefalede afstand imellem montagebåndene 25 cm.

Nedenfor ses en beregningsformel for C-C-afstanden.

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

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

Eksempel

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

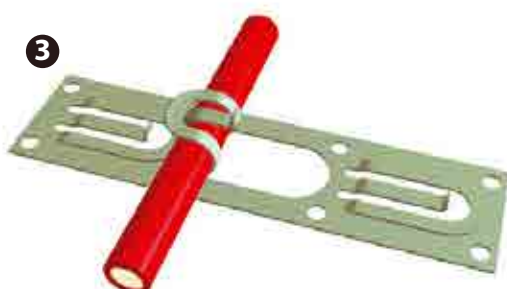
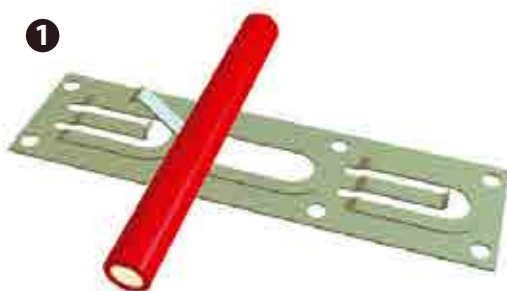
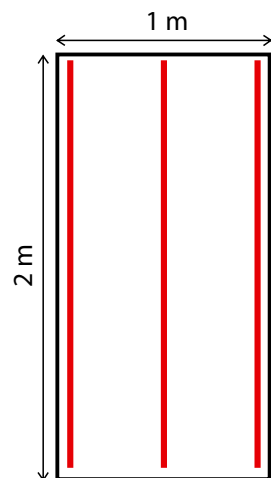
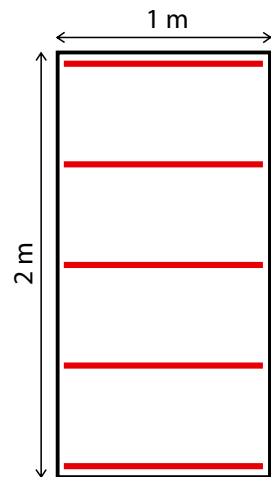
Hvis vi installerer DEVIfast™-montagebånd parallelt med en væg på 1 m, og afstanden imellem DEVIfast™-montagebåndene er 0,5 m, skal der bruges et montagebånd med følgende længde:

$$\frac{2 \text{ m}^2 + 1 \text{ m}}{0,5 \text{ m}} = 5 \text{ m}$$

Hvis vi installerer DEVIfast™-montagebånd parallelt med en væg på 2 m, og afstanden imellem DEVIfast™-montagebåndene er 0,5 m, skal der bruges et montagebånd med følgende længde:

$$\frac{2 \text{ m}^2 + 2 \text{ m}}{0,5 \text{ m}} = 6 \text{ m}$$

Som vi kan se af dette eksempel, kan montagebåndets længde variere, selv om arealet og afstanden imellem montagebåndene forbliver uændret.



Fastgørelse af varmekablet på DEVIfast™-montagebåndet.

A.3. Installation af gulvføler

Før installation af en varmemåtte eller et varmekabel skal det fastslås, hvor termostaten skal installeres, og der skal laves en fordybning i væggen til montagedåsen. Skær en rille i væggen fra termostatens placering og ned til gulvet til installation af tilslutningskablet (den kolde tilledning) til varmekablet og temperaturfølerkredsen. Uanset anlægstype anbefales det altid at installere en gulvføler (kabelføler).

Gulvfølere monteres normalt i et plasticflexrør med en diameter på 10-20 mm. Røret lægges i rillen i væggen begyndende fra montagedåsen og langs gulvunderlaget til det opvarmede område. Det skal installeres inden for den opvarmede zone og befinde sig mindst 0,5-1 m inden for denne (se illustrationen). Røret bør give mulighed for ubesværet udskiftning af kabelføleren (fjernelse/isættelse) igennem en åbning i montagedåsen.

Hvor røret bøjes imellem gulvet og væggen, må bøjningsradien ikke være mindre end 6 cm. Der skal etableres en blød bøjning på flexrøret ved overgangen fra væggen til gulvet. Du kan have en bøjning med en stor radius R1. Hvis man har en glat bøjning, anbefales det at have stor radius for to rør i to planer, R2 og R3, ved overgangen fra væggen til gulvet (hvor $R2 > R1$, og $R2 \approx R3$).

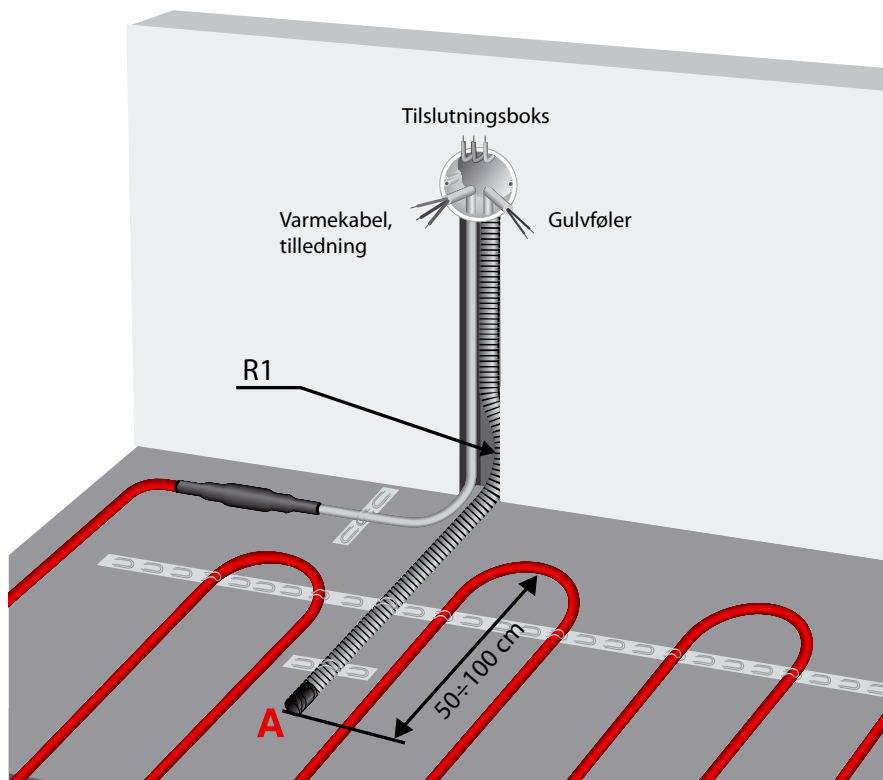
Enden af røret skal forsegles, så der ikke kan trænge beton ind i røret (mærket A i illustrationen).

Røret/føleren skal anbringes i midten af en åben ende af en kabelløkke og normalt i samme niveau som eller en smule højere end varmekablerne.

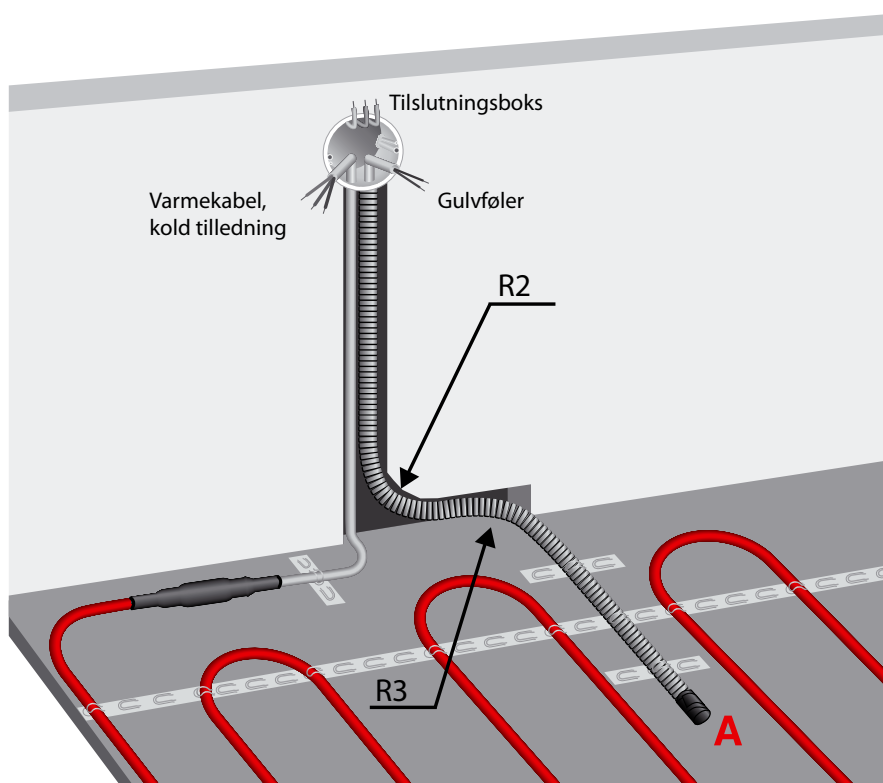
Hvis der installeres en tynd varmemåtte, skal ledningsrøret lægges i en rille, så det ikke kommer til at rage op over overfladen. Der skal af samme årsag også etableres riller i gulvet til den kolde tilledning og muffen.

Følerkablet kan forlænges til en hensigtsmæssig længde med et kabel på min. 0,75 mm².

Når kabeltemperaturføleren er installeret, anbefales det at måle modstanden.



Føleren skal installeres imellem to varmekabler og fortrinsvist en smule højere end kablerne.



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 gulvkonstruktionen 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 fundamentvægge 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 gulv 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 gulvkonstruktionen.

Hvis gulvet anlægges på jorden, skal der bruges en dampspærre for at forhindre, at der trænger fugt opad og ind i gulvkonstruktionen.

Kablet til gulvføleren skal beskyttes med et plasticrør.

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

Røret skal være forseglet for enden for at forhindre, at beton trænger ind. 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 gulvfølernes modstand skal kontrolleres før og efter installation samt 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.

Gulvvarmen må ikke tændes, før betonen er fuldstændig 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 såsom borde og senge og gulvoverfladen, der er installeret varme i. I vådrum (badeværelser og lign.) skal der altid benyttes en dampspærre for at forhindre, at der trænger fugt ind i gulvkonstruktionen.

En termostat med en lufttemperaturføler (rum) bør altid være placeret på en indervæg, væk fra døre eller andre store åbninger, og ikke i direkte sollys.

En termostat med en lufttemperaturføler (rum) bør være placeret over gulvet i en højde på ~1,5 m (0,8-1,8 m).

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.

6. Cases

TAS EVLER, Tas Evler, Antalya

Med en beliggenhed i det idylliske landskab på Isla mlar er disse charmerende nybyggede stenvillaer placeret midt i fredelige omgivelser med skovland og fyrretræsskov. Stilfuldt udført og designet med en finish i høj kvalitet.

Projektstørrelse:

- 16 villaer – 4.000 m²

Produkter:

- Varmekabler:
13.750 m DEVIflex™ 18T
- Termostater:
200 stk. DEVIreg™ Touch
- Tilbehør:
210 stk. DEVIfast™



TURNING TORSO, Malmö, Sweden

Til Turning Torso-bygningen på 54 etager har DEVI leveret varmekablerne til badeværelserne i bygningen, som ellers er vandopvarmet.

Den lave opbygningshøjde i varmesystemet er en fordel.

Projektstørrelse:

- 180 badeværelser

Produkter:

- Kabeltype: Deviflex™ 10T



Se www.devi.dk for flere cases om elektrisk indendørs opvarmning.