



Frostsikring af fodbold og sportsbaner

Applikationsmanual



Indhold

1. Opvarmning af fodbold- og sportsbaner	4
2. Systembeskrivelse	5
3. Systemspecifikation	8
4. Installation	11
5. Referencecases	15
6. Cases	16

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

✓ ISO 9001

✓ TS 16949

✓ ISO 14001

sammen med fuld overensstemmelse med EU-direktiver og produktgodkendelser

Lad DEVI klare opgaven

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

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

Kunstgræs- og naturgræsbaner

Denne beregningsguide præsenterer DEVI's anbefalinger vedrørende beregning og installation af frostsikring og opvarmning af fodbold- og sportsbaner. Den giver vejledning i placering af varmekabler, elektriske data og systemkonfigurationer.

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



1. Opvarmning af sportsbaner

På professionelle og internationale stadions er det nødvendigt, at spilleunderlaget har en meget høj standard. Under disse omstændigheder er det vigtigt at eliminere risikoen for dårlige spilleforhold eller aflysning, der specielt opstår i forbindelse med dårlige vejrforhold, eksempelvis hård regn eller is og sne.

Ifølge FIFA's tekniske anbefalinger og krav, 5. udgave (afsnit 4.2): "(...) I områder med et koldt klima skal banen udstyres med et nedgravet varmesystem til frostsikring under ekstreme vinterforhold. (...)"

I nogle ligaer er nedgravet opvarmning af jorden allerede standard, f.eks. i første og anden Bundesliga (DFB) i Tyskland.

Fordele

- **Holder banen frostfri** – forlænger banebrug i efterårssæsonen
- **Optøning af banen efter en vinterpause** – øger banens kvalitet og gør det muligt at spille på den tidligere
- **Reducerer de økonomiske risici** – forårsaget af udsættelse af kampe på grund af dårlige vejrforhold
- **Øget sikkerhed** – bidrager til at reducere skader
- **Øget brug** – bidrager til hurtigere genopretning af naturgræs efter omfattende brug
- **Internationale standarder** – DEVI's varmesystem sørger for, at fodboldbaner er i overensstemmelse med FIFA's tekniske anbefalinger og krav
- **En løsning, der er til at betale** – den indledende investering ligger 50 % under prisen på vandbaserede systemer
- **Hurtig installationstid** på fire uger (eller mindre), før der kan spilles på banen igen – alle kampe kan gennemføres som planlagt, og det er ikke nødvendigt at lukke stadion på grund af lang reoveringstid
- **Vedligeholdelsesfri** – det er ikke nødvendigt at udskifte noget i garantiperioden, modsat de vandbaserede systemer, hvor der skal skiftes glycol efter to år (ca. 8.000 liter; afhængigt af banens størrelse)
- **Pålideligt system** – 20 års garanti på DEVI's varmekabler til naturgræsbaner og 5 års garanti på varmemåtter til baner med kunstgræs
- **Erfaren leverandør** – DEVI har arbejdet med opvarmning af fodboldbaner siden 1995. DEVI's elvarmeløsninger findes på fodboldbaner, golfbaner og cricketbaner, under både kunstgræs og naturgræs. Over de seneste 20 år er vores systemer blevet installeret på mere end 40 sportsbaner.

2. Systembeskrivelse

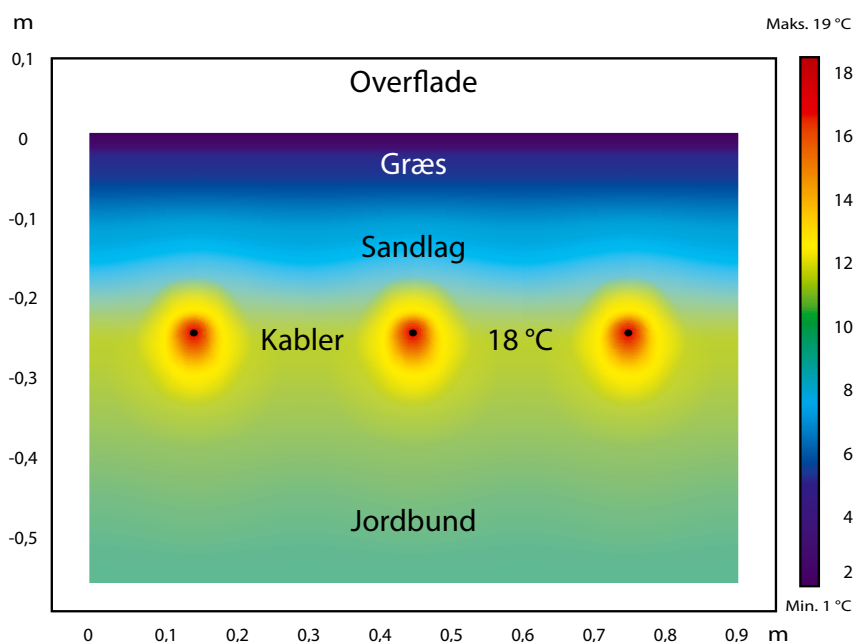
Baneopvarmning holder jordtemperaturen på et passende niveau og bidrager til at opretholde banens gode kvalitet i hele sæsonen.

DEVI tilbyder et bredt udvalg af varmekabler/-måtter og termostater til installation på fodboldbaner, golfbaner, cricketbaner og andre baner, hvor der er sportsaktiviteter af alle slags. Produkterne kan anvendes til både naturgræs og kunstgræs.

Installation af DEVI™-varmekabler i naturgræsbaner sikrer græsvækst og bidrager til at forlænge banebruget med flere måneder.

På kunstgræsbaner sikrer installation af DEVI™ varmemåtter frostfjernelse og gør det muligt at bruge banen næsten hele året rundt.

På større stadioner (gælder ved installation for naturgræs) er det nemt at få adgang til den strøm, der skal bruges til kablerne. Normalt er natlysanlæggene kun i drift, når banerne er i brug. Det er nemt at tilpasse kabelføringen, så den leverer den nødvendige strøm til varmekablerne på de tidspunkter, hvor natlysanlægget ikke anvendes.



Konstant tilstand ved -5 °C omgivelsestemperatur:

- +3 °C fordeles jævnt i græsset
- 89 % af varmen går opad
- Kabeltemperaturen er ca. 20 °C

Fordele

- Til nye anlæg og renovering af baner
- Kort periode fra installationsstart til der kan spilles på banen igen
- Holder banen frostfri om vinteren
- Tør banen op efter en vinterpause
- Stimulerer græsvækst under kolde vejrforhold
- Kunstgræsbaner vil kunne anvendes året rundt

2.1 System til hindring af frosthævning

De varmeelementer, der installeres lige under græsrodszonen sammen med temperaturfølerne, skal styres af en termostat. Rodzonens temperatur skal holdes inden for området 10 til 18 °C (i hvert enkelt tilfælde skal temperaturniveauet for den specifikke sportsbane fastlægges af f.eks. en landskabsingeniør).

Temperaturkontrol i jorden omkring græsrodderne sikrer græsvæksten og forlænger den periode, banen kan bruges i, med 3-4 måneder om året. I foråret vil banen være klar til brug op til to måneder tidligere end normalt. Derudover kan spillesæsonen forlænges om efteråret, fordi perioden, indtil græsset holder op med at vokse, kan forlænges ved hjælp af rodopvarmning, uanset den geografiske placering.

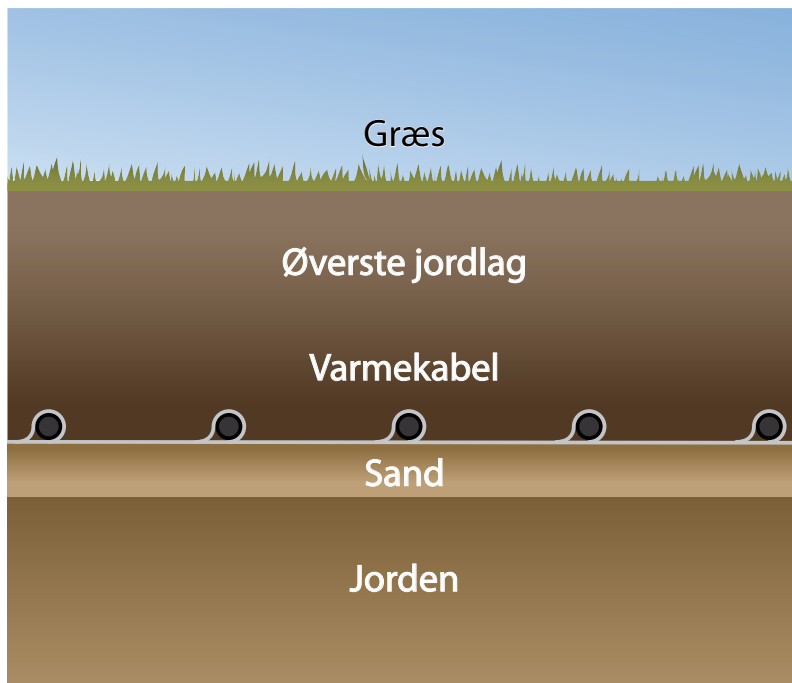
DEVI™ varmekabler kan installeres både i eksisterende baner, i forbindelse med etablering af banen eller hvis græs og jordlag skal fornyes. I sidstnævnte tilfælde foregår det ved at lægge varmekablerne direkte i jorden. Græsområdet skal nivelleres, og der skal sørges for passende dræning.

2.2. Kunstgræs

Kunstgræs er blevet en accepteret spilleoverflade og en alternativ løsning til naturgræs, som gør det muligt at bruge banen hele året rundt og under alle vejrforhold. Men om vinteren vil banen fryse og den forventede levetid på kunstgræsset falder, når banen anvendes under forhold, der ikke er optimale.

Forskellige baner og projekter kræver også forskellige løsninger. Det er ikke alle typer stødabsorbering, der kan bruges sammen med varmesystemerne, og de bør godkendes af DEVI før installation.

For at holde banen frostfri om vinteren kan der installeres DEVI varmemåtter mellem stødabsorberingen og kunstgræsset.



2.3. Produktvalg

Varmekabler

DEVIsport™ til naturgræsbaner. Et robust serie-resistivt (konstant-watt) varmekabel, der kan anvendes til installationer med plov. DEVI giver 20 års garanti.

DEVIsport™-enkeltledervarmekabel med høj mekanisk styrke mod både træk og deformation (1.500 N), hvilket gør det perfekt til installation med specialbyggede kabelplove.

DEVIsport™ kan tilpasses et hvilket som helst specifikt projekt i forhold til banestørrelse, spændingsniveau, nødvendig effekt og længden på kolde tilledninger.

Til lægning af en ny bane kan varmesystemet omfatte følgende resistive varmekabel:

- DEVIsnow™ 20T med dobbeltleder.



Varmemåtter

DEVImat™ 90 varmemåtte er udviklet til installation under kunstgræs for at sikre frostbeskyttelse af baner med en effekt på 90 W/m² ved 230 V.

DEVImat™ 90 er en selvklæbende alt i én-måtte med flettet afskærmning i særdeles høj kvalitet, med FEP-isolerede ledere og en rød PVDF-yderkappe.

Den runde kabelprofil, meget lave højde (kun 3 mm) og robuste konstruktion sikrer hurtig, nem og sikker installation.

Standardlængden på DEVImat™ 90 varmemåtten er 70,5 m (0,5 m bred).

Styringer

Det er vigtigt med en avanceret controller til styring af banen.

For at tilsikre at banen hele tiden er spilleklar og at energiforbruget begrænses, vil det være optimalt med en avanceret controller, der ved hjælp af målinger udført i zoner (eks. 8 zoner) kan optimere driften. Zoner kan fx være under græsset, samtidig med infrarød måling af overfladetemperatur på græsset og måling af udetemperaturen. På denne måde kan en målrettet opvarmning af de individuelle zoner opnås og derved reducere energibehovet.

Kontakt Danfoss: Ikke to opgaver er ens. Lad os tage en dialog og finde den optimale styring til dit projekt.

Produkter – generel oversigt over opvarmning af sportsbaner

Produkt	Valgmuligheder	Beskrivelse
DEVIsport™ Serie-resistivt varmekabel	DEVIsport™ på tromle 400 V, 0,04-8 ohm/m	Enkeltleder, skærmet, sort. Maks. 30 W/m, maks. 400 V. IEC60800:1992 M2, NF-C 32-330.
DEVImat™ Serie-resistiv varmemåtte	DEVImat™ 90, 230 V	Enkeltleder, skærmet. 90 W/m ² , 0,5 x 70,5 m. Koldkabel – 15 m.
DEVIsnow™ Serie-resistivt (konstant-watt) varmekabel	DEVIsnow™ 20T og DEVIsnow™ 30T, 230 V- og 400 V-program	Dobbeltleder, 100 % skærmet, UV-bestandigt, sort. 20 W/m, og 30 W/m, (230 V/400 V), DIN IEC 60800: 2009 M2
Styringer	Kontakt Danfoss	Ikke to opgaver er ens. Lad os tage en dialog og finde den optimale styring til dit projekt.
Temperaturføler	2,5 og 10m, PVC	Kabelføler, Ø8 mm, IP65, NTC 15 kohm ved 25 °C
Fastgørelse	DEVIfast™ Metal Syntetiske søm	25 m-pakke; galvaniseret metal, fastgørelse for hver 2,5 cm. Pakke med 100 stk.; til fastgørelse af DEVImat™ 90 til shock-pad'en

Se DEVI-kataloget for at få yderligere oplysninger.

3. Systemspecifikation

Overvejelser før beregning af et varmesystem

- Banetype – kunstgræs eller naturgræs
- Projekttype – nyopførelse eller renovering
- Tilgængelig strømforsyning – ny eller eksisterende strømforsyning fra strømformere i stadionlys-anlægget.
- Strømforsyning – maks. kW til opvarmning og beregnet maks. effekt W/m^2
- Driftsstrategi – klimaforhold og mulighed for drift i lavtarifperioder
- Dræning – ingen nedgravet opvarmingsløsning uden dræning
- Banestørrelse – maksimal størrelse af græsarealer
- Områdeforhold – områder, der ligger i permanent skygge, og påkrævet antal zoner
- Timing af installationen – den tid, der er til rådighed til installation
- Afprøvning – specielt vigtigt ved kunstgræs

Installeret effekt

Normalt er den anbefalede installerede effekt for opvarmning af naturgræsbaner $80-100 W/m^2$, med en maksimumgrænse på $120 W/m^2$ afhængigt af den geografiske placering.

Den installerede effekt for kunstgræsbaner kan være større og skal svare til de grænser, producenterne af kunstgræsset har angivet. Men det er sædvanligvis de samme som for naturgræs.

Når det gælder opvarmning af sportsbaner, benyttes der som oftest strømforsyning fra eksisterende transformatorer, der bruges til stadionets lysanlæg. Højest mulige effekt på

transformatorerne til lysanlægget er typisk $400-800 kW$, hvilket bør bruges som grænseværdi ved beregning af banens opvarmningssystem.

Eksempel: Transformatoreffekten på et lysanlæg er $600 kW$. Fodboldbanens størrelse er $70 \times 100 m$, dvs. $7000 m^2$. Højest mulige effekt af kabelopvarmningssystemet pr. m^2 beregnes som følger:
 $600 kW / 7000 m^2 = 85 W/m^2$.

Derudover skal der ved naturgræs tages højde for højest mulige temperatur for rodzonen. Maksimal lineær effekt for kabel og/eller maksimal effekt for varmesystemet kan resultere i afbrænding af græsrodderne. En alternativ løsning til at undgå dette problem er at installere kablet under rodzonen, f.eks. i en dybde af $30-35 cm$.

På grundlag af ovenstående er den anbefalede maksimumeffekt for kablet $25 W/m$, og systemeffekten er op til $80-100 W/m^2$.

Bemærk: Effekten for sportsbaneopvarmningssystemer skal så vidt muligt beregnes i henhold til de anbefalede værdier.

Laveste mulige arbejdstemperatur

En af de primære opgaver for sportsbaneopvarmningssystemer er at tø banen op til de enkelte fodboldkampe eller at understøtte minimum $+1 \text{ }^\circ C$ på overfladen. Når man beregner nominel effekt, skal man tage højde for den laveste omgivelsestemperatur, ved hvilken varmesystemet sikrer $+1 \text{ }^\circ C$ på overfladen.

Alt i alt er det i gennemsnitlige vejrforhold og for at opvarme en overflade på $1 m^2$ udenfor op til $1 \text{ }^\circ C$ nødvendigt med en effekt på ca. 23 Watt (se f.eks. applikationsmanualen "Asfaltapplikation. Smeltning af is og sne"). Ellers skal varmeudvekslingskoefficienten – ca. $23 W/(m^2 \cdot K)$ – anvendes i beregningen.

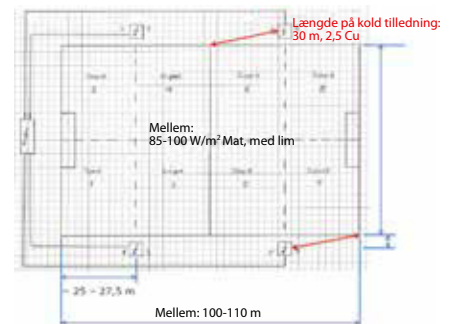
Temperaturforskellen mellem overfladen og luften, f.eks. ved installeret

$100 W/m^2$, kan beregnes som følger:
 $100 W/m^2 / 23 W/(m^2 \cdot K) \approx 4 \text{ }^\circ C$.

For at opsummere: $100 W/m^2$ sikrer optøning af banens overflade under forhold med en minimumtemperatur på op til minus 3 grader:
 $+1 \text{ }^\circ C - (+4 \text{ }^\circ C) = -3 \text{ }^\circ C$.

Varmezoner

Varmesystemet og banen skal opdeles i zoner. Størrelse og retning af de baneområder, der ligger i permanent skygge om vinteren, bestemmer antallet af zoner.



Det anbefales at bruge minimum fire zoner. Anvendelse af flere zoner forenkler systemspecifikation og -styring.

Der skal anvendes mindst én termostat med en temperaturføler til hver enkelt zone.

Kabelinstallationsdybde

Ifølge FIFA's tekniske anbefalinger og krav, 5. udgave (afsnit 4.3) skal varmekablenes installationsdybde ikke være mindre end $250 mm$.

Varmekablerne bør installeres $25-30 cm$ (op til $35 cm$) under overfladen for at undgå beskadigelse af kablerne i forbindelse med f.eks. spydkast.



Ovenstående effektiviteter sikrer en temperatur på 6-10 °C i rodzonen, ca. 10 cm under overfladen.

For at holde jorden varm og fugtig, skal området dækkes med plast eller et lignende materiale, når banen ikke anvendes.

Overhold de lokale krav vedrørende installationsdybde og eventuel mekanisk beskyttelse af kolde tilledninger.

Der skal tages højde for indsætningsdybden for eksempelvis plæneluftere, Verti-Drains (dybdeluftere), kastespyd, pløkker, forankringsbolte osv.

Kabel-/mätteffekt og C-C-afstand

DEVIheat™ 90S er udviklet specifikt til installation under kunstgræsbaner med en effekt på 90 W/m² ved 230 V.

Der bør anvendes varmekabler med en effekt på 15-25 W/m, 230/400 V til applikationer i græsområder.

Den indbyrdes kabelafstand (C-C-afstand) afhænger naturligvis af effekten pr. meter og den ønskede effekt pr. m², og den er typisk 15-25 cm.

For at undgå kolde mellemrum mellem varmekablerne, skal C-C-afstanden være lig med eller mindre end kabelinstallationsdybden.

Der er to formler, der kan bruges til beregning af C-C-afstanden:

$$C - C [\text{cm}] = \frac{\text{Areal} [\text{m}^2]}{\text{Kabellængde} [\text{m}]} \cdot 100 \quad (1)$$

eller

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

Den nemmeste metode til at beregne/evaluere systemeffekten W/m² (varmeeffekt) er at gange kablets lineære effekt med antal kabelstrenger pr. m².

Hvis f.eks. C-C-afstanden er 21 cm og kabeleffekt er 20 W/m, fastslås varmesystemeffekten som følger:

$$20 \text{ W/m} \cdot (100 \text{ cm} / 21 \text{ cm}) \approx 95 \text{ W/m}^2.$$

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

C-C, cm	Lineær kabeleffekt, W/m				
	16	18	20	22	24
15	107	120	133	147	160
16	100	113	125	138	150
17	94	106	118	129	141
18	89	100	111	122	133
19	84	95	105	116	126
20	80	90	100	110	120
21	76	86	95	105	114
22	73	82	91	100	109
23	70	78	87	96	104
24	67	75	83	92	100
25	64	72	80	88	96
26	62	69	77	85	92
27	59	67	74	81	89
28	57	64	71	79	86
29	55	62	69	76	83
30	53	60	67	73	80

Bemærk: Det anbefalede effektområde er 80-120 W/m² (de sorte værdier i tabellen).

Kabellængde

Ved beregning af længde på varmekabel og varmematte skal placeringen af den elektriske tilslutningsboks og placeringen af kabelkanalen/-kanalerne (enten på langs eller på tværs af banen) evalueres.

DEVIheat™ 90-varmemåtten er specifikt udviklet med en længde på 70,5 m. Måttelængden kan variere en smule (ved specialbestilling) for at passe til de specifikke mål for baner med kunstgræs.

DEVIsport™-varmekabel på tromle kan leveres med en specifik ohm/m-værdi i forhold til banestørrelse, spænding, ønsket effekt, antal kabelstrenger og længden af kolde tilledninger.

Nøjagtig beregning af kabellængden er påkrævet for at kunne levere kolde tilledninger til enden på samme side af banen og for at optimere eltilslutningen. Derfor skal antallet af føringer for hvert enkelt kabel være lige.

Den mest almindelige installation er fire kabelstrenger for hvert enkelt varmekabel.

Hvis der eksempelvis skal installeres kabler i fire kabelføringer langs den korte side af en fodboldbane på 70 x 110 m, skal kabellængden være 4 · 70 = 280 m.

Hvis kablet installeres langs langsiden af banen, er kabellængden 4 · 110 = 440 m. Bemærk, at den beregnede kabellængde skal levere den påkrævede ohm/m-værdi. Hvis det ikke er muligt, skal der vælges to kabelstrenger.

Placering af føler

Føleren skal installeres på samme niveau som græsrodderne (hvis der er tale om en naturgræsbane) for at sikre en passende temperatur. Hvis der er tale om kunstgræs, skal føleren placeres så tæt som muligt på overfladen og lige over varmekablerne.

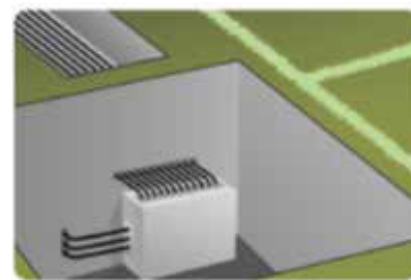
Det anbefales at bruge to følere eller én ekstra føler til måling af gennemsnitlig temperatur i det øverste jordlag.

Kabelkanal

Der skal laves en speciel kabelkanal.

Kolde tilledninger i en kabelkanal skal udføres med installation i kun ét lag (ingen bundter, ingen rør).

Det anbefales at forbinde kolde tilledninger og følere i forseglede forgretningsdåser eller kabelkasser, maks. 20 m fra hver enkelt zone.



Bemærk! DEVIheat™ 90 varmematte har 2 forsyningskabler, da den er én-ledet.

For at undgå tilslutning af én måtte på begge sider skal en varmematte rulleres ind fra siden ud til midten af banen og derefter retur. Dermed er forsyningsledningerne samme sted.

Opstart af opvarmning

Varmesystemet til naturgræs skal idriftsættes 3-6 uger før banen tages i brug om foråret.

Det er påkrævet for at sikre, at græsset begynder at gro, før den første kamp eller træning finder sted. Hvis det ikke gøres, vil det resultere i hurtigere ødelæggelse af baneoverfladen.

Beregning af kabler på tromle

Enkeltledervarmekablerne DEVI^{SPORT}™ og DEVI^{BASIC}™ kan leveres på tromler. I så fald kan varmekabler vælges og beregnes med en hvilken som helst lineær effekt (W/m), men maksimumværdien må ikke overskrides. Det betyder, at længden på et separat varmekabel kan beregnes ud fra banens størrelse.

Eksempelvis er standard ohm/m-værdierne, der anvendes for kabler på tromle til fodboldbaner, følgende: DEVI^{SPORT}™ – 0,04, 0,06, 0,085, 0,1, 0,15, 0,177 ohm/m

Se DEVI-kataloget for at få yderligere oplysninger om ohm/m-værdier for kabler på tromle.

En anden fordel er, at den nøjagtige længde på varmekablerne kan sikres under installation. Bemærk dog, at koldkabelsamlinger og klemmetilslutninger kun må udføres af kvalificeret personale. Sørg for at vælge den korrekte type og størrelse koldkabler og samlinger.

Til beregning af varmekabler på tromler kan følgende formler bruges:

$$L = U / \sqrt{p \cdot r}, \quad (3)$$

$$p = U^2 / (L^2 \cdot r), \quad (4)$$

$$r = U^2 / (L^2 \cdot p), \quad (5)$$

hvor

L – samlet længde af varmekabel (m)

U – forsyningsspænding (V)

p – lineær effekt (W/m)

r – lineær modstand (ohm/m).

Eksempel 1.

Beregning for kabler på tromle

Fodboldbanens størrelse: 70 x 110 m, strømforbrug: 380 V, maks. effekt for lysanlægstransformatorerne: 800 kW. Banerenovering med kabelinstallation vha. plov.



Maks. varmesystemeffekt er 800 kW / $(70 \cdot 110) \text{ m}^2 = 103 \text{ W/m}^2$.

Kabelkanalen skal placeres langs langsiden af banen, og kabelstrengene langs den korte side. Området til kabelinstallation er f.eks. 69,4 x 109,4 m (uden 30 cm indrykninger fra kanterne). Der skal installeres et enkeltlederkabel – i fire føringer med en C-C-afstand på 20 cm. Den foreløbige kabeleffekt er 20 W/m, og varmesystemeffekten er $100/20 \cdot 20 \text{ W/m} = 100 \text{ W/m}^2$.

Kabellængden er $69,4 \text{ m} \cdot 4 = 277,6 \text{ m}$.

DEVI^{SPORT}™ på tromle overvejes, og der skal vælges en omtrentlig ohm/m-værdi. I henhold til formlen (5) fastslås den beregnede ohm/m som følger: $r = U^2 / (L^2 \cdot p) = 380^2 / (277,6^2 \cdot 20) = 0,094 \text{ ohm/m}$.

I henhold til den beregnede værdi 0,094 ohm/m bør der vælges DEVI^{SPORT}™ med 0,085 ohm/m (se DEVI^{SPORT}™-data i DEVI-kataloget).

Kablets lineære effekt i W/m skal kontrolleres med maksimumværdier for den valgte 0,085 ohm/m.

Kablets lineære effekt i henhold til formlen (4) findes som:

$$p = U^2 / (L^2 \cdot r) = 380^2 / (277,6^2 \cdot 0,085) = 22 \text{ W/m}$$

Maksimum W/m for DEVI^{SPORT}™ er 30 W/m. Så det valgte kabel på 277,6 m med 0,085 ohm/m og 22 W/m effekt er korrekt.

For den angivne 100 W/m^2 skal C-C-afstanden være (formel (2)): $C-C = (22 \text{ W/m} / 100 \text{ W/m}^2) \cdot 100 \text{ cm} = 22 \text{ cm}$

Kabel med 22 W/m er korrekt til et muligt maksimum på 104 W/m^2 .

Antal varmekabler:

$$109,4 \text{ m} / (0,22 \text{ m} \cdot 4) = 124 \text{ stk.}$$

Kabeleffekt:

$$109,4 \text{ m} \cdot 22 \text{ W/m} = 5552 \text{ W}$$

Beregningsresultaterne er som følger:

- DEVI^{SPORT}™-varmekabel på tromle
- 277,6 m
- 0,085 ohm/m
- 22 W/m
- 124 stk.
- 100 W/m^2
- systemeffekt 688,5 kW
- Installation med fire føringer pr. kabel
- Installation langs den korte side af banen.

Eksempel 2. Fodboldbane

En fodboldbane på 70 x 110 m skal dækkes med nyt græs, og samtidig skal den fornyes, så der kan spilles på den i 2-3 måneder ekstra om året.

Der vælges kunstgræs, og varmeløsningen tilbydes med DEVI^{IMAT}™ 90 varmemåtter (70,5 m længde, 3.245 W ved 230 V).

En måtte dækker 0,5 meter i bredden. I betragtning af, at banens størrelse er 110 m, vælges der $110 / 0,5 = 220$ stk. 70,5 m lange måtter.

220 stk. måtter med 3.245 W installeres, dvs. i alt $3245 \cdot 220 = 713,9 \text{ kW}$.

Eksempel 3. Golfbane

På en golfbane skal et antal greens med et samlet areal på 975 m^2 opvarmes med DEVI^{SPORT}™-varmekabler. Der installeres en effekt på 80 W/m^2 , svarende til 78 kW i alt.

Da det ikke er muligt at lukke golfbanen, bruges en specialudviklet plov.

Der kan spilles på banen dagen efter.



5. Installation

Der kan lægges varmekabler i forbindelse med opførelse af en ny eller renovering af en eksisterende græsoverflade. Afstanden mellem kablerne afhænger af den påkrævede varmeeffekt pr. kvadratmeter og er typisk omkring 15-25 cm.

DEVI anbefaler at installere i en dybde på 25-30 cm (op til 35 cm), hvilket beskytter kablet mod skader fra udstyr, der anvendes til tørlægning af græsset, stolper med mere.

Mål, kontrollér og registrer element- og isolationsmodstand under installationen.

- Efter udpakning
- Efter fastgørelse af elementerne
- Efter færdiggørelse af installationen.

5.1 Nedpløjning af kabler i naturgræs

Det er også muligt at lægge varmekabler i det eksisterende spilleunderlag (banen). Installationen udføres med en speciel plov, hvorpå der er en tromle med et kabel, der på samme tid skærer furer og lægger kablet ned i den påkrævede dybde. Det er muligt at bruge banen igen omkring 10-12 dage efter nedlægning af varmekablet, når det nye græs dækker sporene fra ploven.

Til installation med plov skal der bruges et specielt varmekabel med høj trækstyrke. DEVI sport™ er det eneste mulige valg til nedpløjning af kabler under naturgræs.

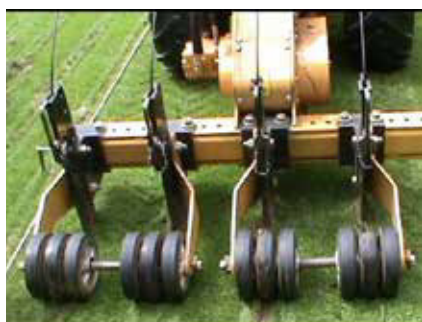
Før installation af kablet markeres banens modsatte kanter med maling, der viser afstanden mellem kabelstrengene. Derefter trækkes der en snor som retningsgiver, der fastgøres mellem markeringerne.

Kabeltromlen placeres på håndteringsenheden. Kold tilledning (forsyningsledning, der leveres sammen med varmekablet) rulles manuelt af tromlen, mens varmekablet føres til styremekanismen. Traktoren begynder at køre fra kanten af banen. Samtidig sænkes håndteringsenheden og mekanismen til kabelinstallation. Når traktoren når banens modsatte side, løftes håndteringsenheden, traktoren vendes og processen gentages. Mens traktoren vendes, skal kablet vikles af tromlen manuelt, og når manøvren er udført, vikles kablet på tromlen igen.

Efter nedpløjningen klargøres og kultiveres græsset, og overfladen udjævnes med en tromle.

Det tager 20 minutter at installere et kabel med fire viklinger. Dermed vil det tage omkring to uger at installere alle kablerne på en fodboldbane i standardstørrelse (uden at tage højde for dage med dårligt, regnfuldt vejr).

Tilbageværende varmekabel, der ikke kan nedpløjes med håndteringsenheden, lægges manuelt i den nødvendige dybde sammen med koldkabler.



Efter nedpløjningen klargøres og kultiveres græsset, og overfladen udjævnes med en tromle.



5.2 Udlægning (kunstgræs)

Der er flere muligheder, når der skal opbygges underlag til fodboldbaner. Det er vigtigt at følge kunstgræsproducentens anvisninger.

Et system har typisk følgende lag (fra bund til top):

- I bunden hård og frostfri jord/muld/sand
- Stødabsorbering (til absorption af spring osv. under spillet)
- Varmeelement, f.eks. DEVIheat™ 90S-måtte
- Kunstgræs
- 4-5 cm fyldlag i græsset (om nødvendigt, afhængigt af kunstgræsstypen)

Som oftest bruges enkeltledervarmemåtten DEVIheat™ DSVF-90 til installation under kunstgræs.

Selvom det er lille, modstår det robuste varmeelement den konstante belastning fra spillere og køretøjer.

Fastgør måtten med de specielle syntetiske søm, og stræk måtten mod sidelinjen.



Drænmåtte, direkte på jorden



Stødabsorbering, udlægning



Udlægning af DEVIheat™ 90S-måtte



Når sidelinjen nås, fastgøres varmemåtten til underlaget med specielle syntetiske søm for hver 30 cm.

Brug om nødvendigt kunstig opfyldning.

Afskær de kolde tilledninger i stødunderlaget. Vær forsigtig, så de kolde tilledninger ikke afskæres for dybt i stødunderlaget.

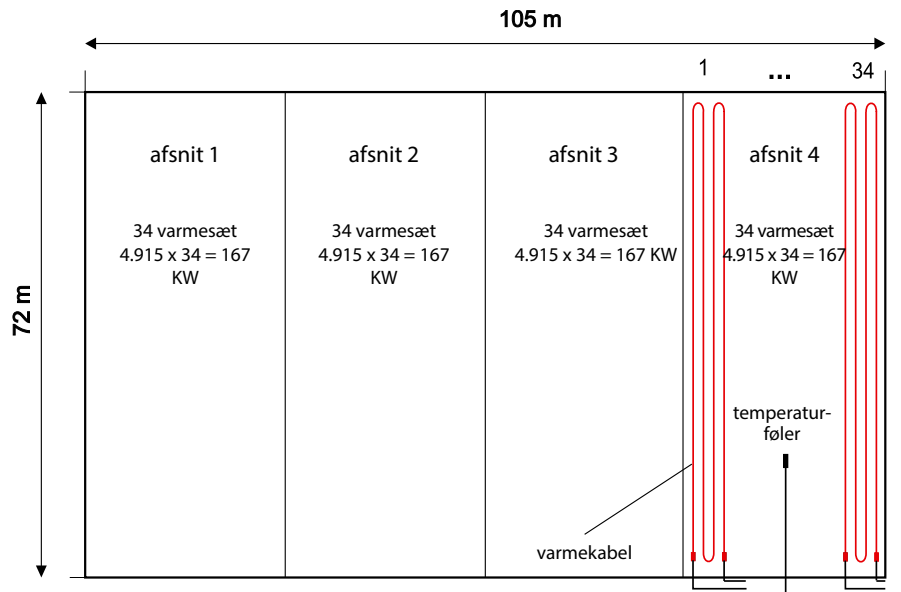
De kolde tilledninger tilsluttes nærmeste kabelkasse til strømforsyningen.



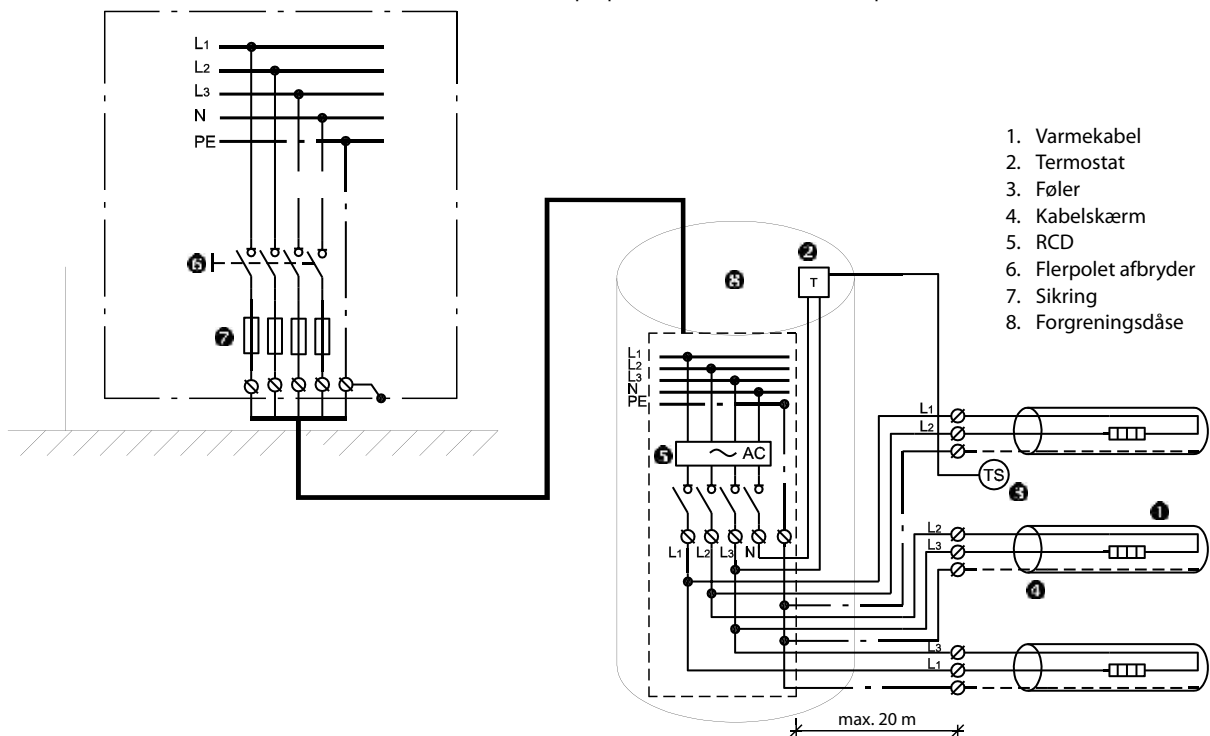
5.3 Elektrisk tilslutning

Til regulering af varmesystemet anbefales termostaten DEVIreg™ 330 (-10 til +10°C og +5 til +45°C) i kombination med temperaturføleren, der placeres i græssets rodzone, omkring 25 cm under overfladen.

Det anbefales at opdele banen i flere zoner, der styres af separate termostater og følere. Det giver mulighed for opdeling af den tilsluttede effekt og optimerer energiforbruget, fordi græsset ofte udsættes for varierende vejrforhold såsom sol og kolde temperaturer.



Eksempel på installation af varmekabler på tværs af en fodboldbane



5.4. Bemærk under installation af kabler

Se installationsmanualen for udendørs varmeapplikationer for at overholde de relevante regler og bestemmelser.

Det frarådes at installere varmeelementer ved temperaturer på under -5 °C. Varmeelementer kan blive stive ved lave temperaturer.

Af sikkerhedsmæssige årsager:

- Varmesystemet skal altid slukkes, når banen er i brug.
- Varmesystemer til sportsbaner skal opbygges med skærmede elkabler og skal have en strømforsyning, der altid er beskyttet af en differensafbryder/fejlstømsafbryder (RCD).

- Afskærmningen af alle varmeelementer skal jordforbindes i overensstemmelse med gældende regler.
- Anbring ikke tungt udstyr såsom en scene, en lift eller en kran på en kunstgræsbane.
- Maksimalt dæktryk på overfladen må ikke være over 1 kg/cm². Hvis du er i tvivl om noget eller har spørgsmål om installation eller anvendelse af applikationen, er du velkommen til at kontakte DEVI for at få yderligere oplysninger.

6. Referencecases

Lokomotiv, Nizhniy
Novgorod, Rusland, 1996

Metalurg, Kryvyi Rig,
Ukraine, 1999

Locomotive, Donetsk,
Ukraine, 2003

FC "Vitebsk", Vitebsk,
Hviderusland, 2006

Stadion Most, Tjekkiet, 2007



LKS, Łódz, Polen, 2007

Widzew Łódz, Polen, 2007

Odra Wodzisław Slaski,
Polen, 2007

Amica Wronki, Polen, 2007



Ioan Moina, Rumænien,
2008

Kommunalt stadion,
Rumænien, 2008

Tehelné Pole Stadion,
Slovakiet, 2008

Stadion i Bratislava,
Slovakiet, 2008

**Træningsbane, "FC
Werder Bremen"**, Bremen,
Tyskland, 2009



Constant Vanden Stock,
Anderlect, Belgien, 2009

Helsingin Olympiastadium,
Helsinki, Finland, 2010

Silkeborg Stadium, Danmark, 2011



Otelul Stadium, Galati,
Rumænien, 2011

**Kommunalt stadion, "Gaz
Metan",** Medias, Rumænien,
2011

Ilie Oana Stadium, Ploiesti,
Rumænien, 2011

**Marin Anastasovici
Stadium,** Giurgiu, Rumænien,
2012

Bilino polje Zenica,
Bosnien-Hercegovina, 2012

Stavanger Gjesdal, Norge,
2013

Atatürk Stadium, Konya, Tyrkiet, 2014



Ústí nad Labem, Tjekkiet,
2014

Fredrikstad Stadium,
Norge, 2015

Atatürk Olympic Stadium,
Istanbul, Tyrkiet, 2015

Farum Park, Danmark, 2012



Zhetisu, Kasakhstan, 2012

Tineretului Stadium,
Brasov, Rumænien, 2012

Kommunalt stadion,
Vaslui, Rumænien, 2012

Nicolae Dobrin Stadium,
Pitesti, Rumænien, 2012

Debrecen, Ungarn, 2013

Telki, Ungarn, 2013

Dacia Stadium, Mioveni,
Rumænien, 2014

**Kommunalt stadion,
Botasani,** Botosani,
Rumænien, 2014

7. Cases

FARUM PARK, Farum, Danmark.

Der blev installeret kabler sammen med Limonta SoccerPro-græs. Størrelsen af banen er 105 x 68 m. Opvarmningsområdet er 7.140 m². Anvendt varmeelement: DEVIheat™ 90S.

Elvarmen blev installeret mellem stødabsorberingen og kunstgræsset.

Installationen blev i princippet udført som en standard DEVI-mat-installation.

Der blev anvendt specielle kulstof søm i installationen for at fastgøre måtterne i underlaget/stødabsorberingen.

Opvarmningen blev opdelt i otte zoner på grund af begrænsninger i forsyningen. Der opvarmes kun én zone ad gangen.

- Zonerne styres individuelt ved hjælp af PLC.
- Hver enkelt zone har to temperaturfølere.



RSCA ANDERLECHT STADIUM, Bruxelles, Belgien

Opvarmning af frøunderlag blev obligatorisk i 2010 for stadioner i den belgiske første division.

RSC Anderlechts bane er semi-kunstgræs og blev bygget i 2007. Den er baseret på 90 % sand og forstærket med 40 millioner PE-fibre. Investeringen på daværende tidspunkt for RSCA lå allerede på omkring 500.000 €, så en helt ny bane var ikke en mulighed.

Det elektriske system blev valgt, fordi:

- Kablerne kunne installeres som eftermontering med en specialmaskine uden at beskadige mere end 3 % af PE-fibrene, og der kunne spilles på banen igen efter fire uger.
- Strømforsyningen var allerede tilgængelig, hvilket reducerede omkostninger, godkendelse og drift af en 720 kW gasfyrte kedel.
- Styringen af varmekablerne blev indbygget i den eksisterende PLC-styring SMART EYE, der bruges til vanding og dræning.

