



Varmeanlegg Vannbåret lavtemperatur golvvärme i lette flytende golv

Byggforskserien
Bygghetalljer
552.124
Sending 2 – 2000

0 Generelt

01 Innhold

Dette bladet behandlar vannbåret lavtemperatur golvvarme i lette, flytende golv på etasjeskiller av trebjelkelag eller golv på grunnen. Løsningene er beregnet på boliger og andre bygninger med liten eller moderat nyttelast på golv.

02 Henvisninger

Bygghetalljer:

- 552.109 Varmtvannssentraler og varmeanlegg
- 552.111 Vannbåret golvvarme
- 552.122 Vannbåret lavtemperatur golvvarmeanlegg med stor energifleksibilitet

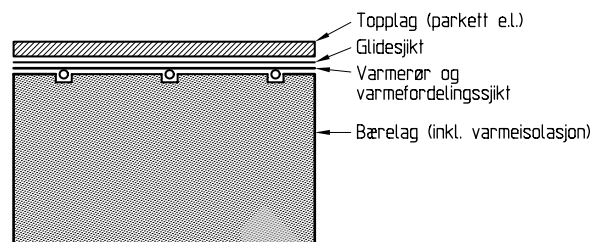


Fig. 1
Prinsipiell oppbygging av et lett lavtemperatur golvvarmeanlegg

1 Prinsipiell oppbygging

Figur 1 viser prinsipiell oppbygging av et lett, lavtemperatur golvvarmeanlegg. Med en lett utførelse meiner vi i denne sammenhengen et golvvarmeanlegg med liten varmekapasitet og varmetreghet. Tradisjonelle betonggolv med innstøpte varmerør er ikke behandlet i dette bladet.

11 Bærelag

Golvkonstruksjonen består normalt av et underliggende bærelag som gjerne kombineres med varmeisolasjon for å sikre at en overveiende del av varmen avgis til rommet. Det er viktig at bærelaget har styrke nok til å tåle aktuelle flatelaster.

12 Varmerør og varmfordelingssjikt

Over bærelaget har golvkonstruksjoner med vannbåret golvvarme et varmfordelingssjikt. Oppgaven til dette sjiktet er å fordele varmen fra varmerørene over golvflaten. Det vanlige er at sjiktet består av aluminiumplater som har svært høy varmeledningsevne. Det fins flere løsninger for å overføre varme fra varmerørene til varmfordelingssjiktet. Varmerørene kan f.eks. legges i godt varmeledende masser (anhydritmasser e.l.) som har ledende kontakt med hele røroverflaten og heldekkende aluminiumplater, eller at aluminiumplatene

er utført med klips eller utformet slik at deler av røroverflaten har direkte kontakt med aluminiumplater. I sistnevnte tilfelle vil ca. 70 % av golvflaten tjene som aktiv heteflate. Målet med de ulike løsningene er å sikre best mulig varmeovergang fra varmerørene til varmfordelingssjiktet og samtidig holder varmekapasiteten så lav som mulig. For å kunne utnytte lavest mulige vanntemperaturer er det viktig at størst mulig del av golvoverflaten inngår som en aktiv heteflate, og at man samtidig har jevnest mulig temperaturfordeling over golvflaten. Dette setter klare grenser for hvilken rørvstand som kan aksepteres for et tilgjengelig temperaturnivå på vannet.

13 Topplag og glidesjikt

Topplaget i golvkonstruksjonen skal tjene som varmeanleggets heteflate og samtidig fordele punktlaster til bærelaget. Topplaget legges flytende på et glidesjikt. For å unngå store temperaturlap fra varmfordelingssjiktet til golvoverflaten bør topplaget og glidesjiktet ha lavest mulig varmemotstand. Topplaget bør samtidig være behaglig å gå på i perioder når man ikke har et reelt varmebehov (varmeanlegget er slått av). Dette setter klare grenser for materialvalg og tykkelser. Et gunstig topplag er f.eks. 9 – 15 mm laminert parkett. Tykke heltregolv er derimot mindre egnet. Det vil gi forholdsvis store temperaturlap og øke golvets varmetreghet. Man kan imidlertid også i dette tilfellet bruke golvvarme, men da mer som komfortvarme med begrenset overflatetemperatur, kombinert med en annen varmekilde i kalde perioder.

Glidesjiktet kan være ullpapp, polyetylenfolie e.l. Man bør unngå å bruke polyetylenisolasjon som glidesjikt.

2 Varmeroverføring og varmerfordeling til golvoverflaten

21 Varmeroverføring

God varmeroverføring til golvoverflaten (heteflata) er avgjørende for å kunne utnytte lave vanntemperaturer. Viktige parametre er da rørdiameter, røravstand, materialer, materialegenskaper og tykkelse på golvoppbyggingen. Samtidig må varmerfordelingen være jevnest mulig over golvoverflaten, og hele golvflata må utnyttes som heteflate. Hvis delar av golvflata dekkas med golvtepper e.l., kan det ha stor betydning for varmeravgivelsen. Ved bruk av vannbåret lavtemperaturvarme vil et 5 mm tykt teppe redusere varmeravgivelsen fra golvoverflaten med 20 – 40 %, avhengig av varmerbehovet. Den største prosentvise reduksjonen får man under dimensjonerende forhold når kravet til varme er størst.

22 Varmeretregheit

Forutsetningen for at lette golvvarmeanlegg med liten varmekapasitet ikke skal være varmeretrege, er at man har en effektiv varmeravgivelse fra varmerørene til golvoverflaten. Alle golvvarmeanleggene som er vist i dette bladet, har lav varmekapasitet og har en tidskonstant (temperaturrespons) på 10 – 30 minuttar. Lav tidskonstant gir tilfredsstillende effektdynamikk, også i kombinasjon med lave vanntemperaturer, og man kan bruke vanlige romtermostatar.

23 Golvbelegg og temperatur i overbygningen

Golvbelegg av parkett eller andre trematerialer leder varme dårlig. Overdekningen over varmerfordelingssjiktet bør derfor ha minst mulig varmemotstand. Tabell 23 viser varmemotstand og temperaturtap for ulike overbygningar og varmerbehov. Alle temperaturforskjeller over ulike sjikt over varmerfordelingssjiktet er tilnærmet proporsjonale med varmeravgivelsen. Økt varmeravgivelse gir økt temperaturtap. Tabellen viser at tykke plater over varmerørene ikke er forenlig med lave vanntemperaturer. Det er også viktig at det er god varmerledende kontakt mellom lagene. Slik kontakt kan f.eks. oppnås ved å lime sammen lagene i golvkonstruksjonen. Det fins i dag fleksible limtyper som tillater noe relativ bevegelse mellom lagene.

Tabell 23

Varmermotstand og temperaturtap i vertikal retning for forskjellige overbygningar over aluminiumplaten. Varmeravgivelsen fra golvoverflaten er henholdsvis 30 og 60 W/m².

Golvbelegg over varmerør	Varmermotstand m ² K/W	Temperatur- tap °C	
		30 W/m ²	60 W/m ²
To 13 mm gipsplater og golvbelegg	0,104	3,1	6,2
To 13 mm gipsplater og 9 mm parkett	0,179	5,4	10,7
13 mm gipsplate og 9 mm parkett	0,127	3,8	7,6
15 mm parkett	0,125	3,8	7,5
9 mm parkett	0,075	2,3	4,5
22 mm sponplate eller 22 mm parkett	0,183	5,5	11,0
22 mm sponplate og 15 mm parkett	0,308	9,2	18,5

24 Varmerfordelingssjiktet

I motsetning til varmerør innstøpt i betong der betongen står for varmerfordelingen, krever et lett golvvarmeanlegg et eget sjikt for å fordele varmen fra varmerørene over golvflata. Varmerfordelingssjiktet bør ha høy varmerkonduktivitet (varmerledningsevne), men gi lav byggehøyde. Det vanlige er derfor å bruke aluminiumplater som har varmerkonduktivitet på hele 225 W/(mK). Tykkelsen på aluminiumplatene er 0,5 – 0,8 mm.

For å sikre best mulig varmeroverføring fra varmerøret til varmerfordelingssjiktet fins forskjellige utførelser, se fig. 24 a – d. Varmerøret har normalt relativt lav varmerkonduktivitet (0,36 W/(mK) for PEX-plastrør), og det er derfor viktig å bruke varmerør med så stor røroverflate som praktisk mulig. Vanlig utvendig diameter for PEX-plastrør er fra 16 – 20 mm med godstykkelse 2,0 mm. Det er også viktig at så stor del av røroverflata som mulig kommer i direkte kontakt med varmerfordelingssjiktet. Samtidig er det en fordel at materialene som har direkte kontakt med røroverflata, har høy varmerkonduktivitet og at disse materialenes termiske egenskaper ikke endres over tid. Et uheldig eksempel er betong, som kan tørke ut rundt varmerørene og dermed få redusert varmerkonduktiviteten fra 1,7 til 1,2 W/(mK).

Som kontaktmedium mellom røroverflate og varmerfordelingssjikt kan man bruke aluminiumprofiler som klipses rundt delar av røroverflata og limes til aluminiumplata, eller forme aluminiumplata over delar av varmerøret. Man kan også bruke en godt varmerledende masse rundt hele røroverflata som har kontakt med aluminiumplata. Som varmerledende masse

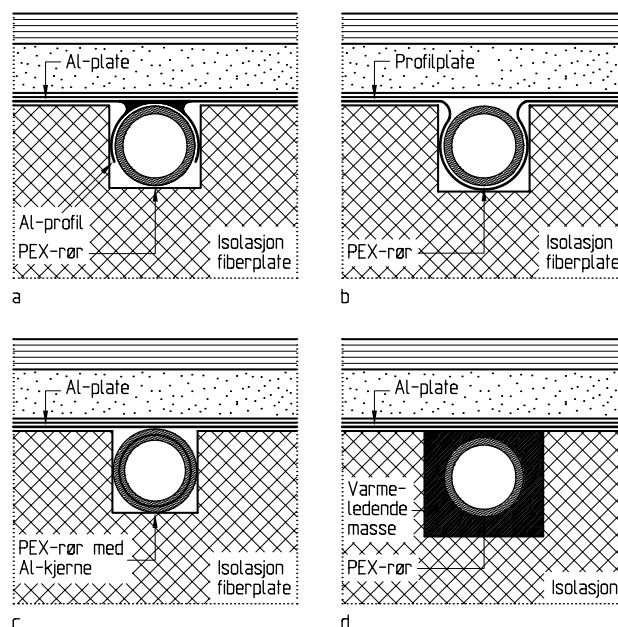


Fig. 24 a – d

Ulike utførelser for å sikre god varmeroverføring fra varmerør til aluminiumplata som fordele varmen over golvflata

a. Aluminiumplate med pålimt Al-klips

b. Profilplate rundt varmerør

c. Varmerør med Al-kjerne i kontakt med overliggende Al-plate

d. Varmerør i godt varmerledende sparkelmasse (f.eks. anhydritt selvsjævnende sparkelmasse $\lambda = 1,9$ W/(mK)) og overliggende Al-plate

Tabell 25

Sammenliknbare varmetekniske forhold for forskjellige topplag over varmedistribusjonssjiktet. Tidskonstanten (ca. 63 % av full varmeavgivelse) er beregnet under oppvarming med konstant vannetemperatur ca. 35 °C. Lufttemperaturren er 20 °C. På grunn av stor avkjøling av vannet i startfasen av en oppvarmingsperiode (stort effektpådrag, se fig. 26), vil tidskonstanten for oppvarmingen av store golvflater bli vesentlig større. Se Byggetaljer 552.122.

Golvoppbygging	Røravstand mm	Temp.diff. overflate Δt °C	Maks. overflatetemp. °C	Tidskonstant min	Varmeavgivelse W/m ²
9 mm parkett, 13 mm gips, 0,5 mm Al	200	0,7	26,0	16,5	46,5
" " " 1,0 mm Al	200	0,4	26,0	15	48,8
" " " 0,5 mm Al	300	1,6	25,9	26	40,8
" " " 1,0 mm Al	300	1,0	26,0	17,5	45,2
15 mm parkett, 13 mm gips, 0,5 mm Al	200	0,5	25,1	33	38,3
2 x 13 mm golv/veggips, 0,5 mm Al	200	0,7	26,3	17,5	46,9
15 mm parkett, 0,5 mm Al	200	0,8	26,3	20	46,5
9 mm parkett, 0,5 mm Al	200	1,2	27,6	11	55,0

kan man f.eks. bruke en type anhydritt selvsjævnende sparkelmasse med relativt høy varmekonduktivitet ($\approx 1,9 \text{ W/(mK)}$) rundt røret.

25 Røravstand og golvoppbygging

Optimal senteravstand mellom varmerørene avhenger av termiske, økonomiske og praktiske forhold som igjen er bestemt av golvoppbyggingen og rommets varmebehov. Senteravstanden varierer mellom 150 til 300 mm; mest vanlig er 200 mm. Økt røravstand kan til en viss grad kompenseres ved å øke tykkelsen på varmedistribusjonsplaten av aluminium, se tabell 25. Forutsetning er da god kontakt mellom røroverflaten og Al-platen.

26 Oppvarmingskarakteristikk, effektdynamikk og temperaturregulering

Oppvarmingskarakteristikken og effektdynamikken for lavtemperatur golvvarmeanlegg er vesentlig forskjellig fra elektriske panelovner. Begrensningene er ofte sterke både når det gjelder vannetemperaturen og temperaturer på golvoverflaten. Det begrenser avgitt effekt fra golvoverflaten. Imidlertid har vann stor varmekapasitet som kan utnyttes i en oppvarmingsituasjon, se fig. 26. I en startfase med lave golvtemperaturer kan man dermed tilføre betydelige effekter for å få hurtig oppvarming av golvkonstruksjonen. Dette forutsetter god tilgang på varmt vann (gjerne varmelager) og tilfredsstillende vannføring. I stedet for én lang rørsøyfe bør større rom deles opp med flere parallelle rørsøyfer. Golvoverflaten blir raskt varmet opp uten å bruke mye energi på først å varme opp interne deler av golvkonstruksjonen med stor varmekapasitet, som tilfellet er når varmerør ligger innstøpt i massive betong-golv.

Figur 26 viser at dødtiden er 2 minutter fra effektpådrag til man registrerer temperaturstigning på golvoverflaten for den aktuelle golvkonstruksjonen. Et lett golvvarmeanlegg med hurtig respons kan derfor være vel så effektivt som en punktvarmekilde i en oppvarmingsituasjon. Temperaturreguleringen for denne typen golvvarmeanlegg kan f.eks. styres med en enkel temperaturføler plassert på et egnet sted i det enkelte rommet. Temperaturføleren står i forbindelse med en avstengningsventil for de aktuelle rørsøyfene.

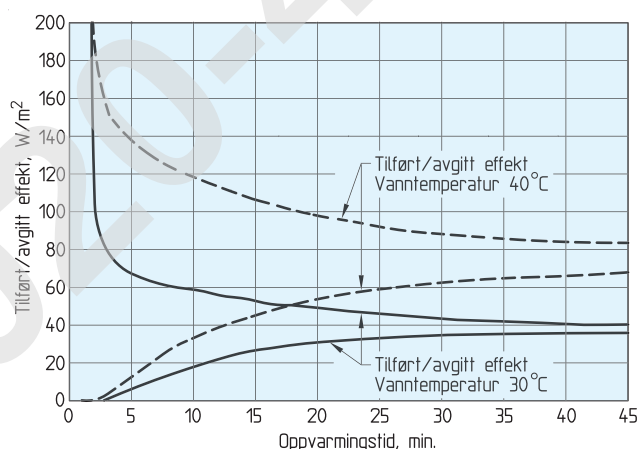


Fig. 26

Måling av tilført og avgitt varme fra et lett vannbåret golvvarmeanlegg under en oppvarmingsperiode

Bærelaget som består av 36 mm tykke porøse fiberplater over 150 mm EPS-isolasjon, er lagt under golvbelegget av 9 mm parkett. Midlere vannetemperatur er 30 og 40 °C, og romtemperaturren er 20 °C.

3 Mekaniske egenskaper

31 Generelt

I tillegg til at golvet skal tjene som varmeanlegg skal det tilfredsstillende generelle funksjonskrav til en golvkonstruksjon, med krav til:

- planhet og stivhet
- støydemping (luft- og trinnlydisolasjon i mellombjelkelag og demping av generelle knirkproblemer)
- bruksegenskaper (renhold, utseende, levetid osv.)

Dagens teknologi og tilgjengelige materialkombinasjoner gjør det mulig å utføre lavtemperatur vannbårne varmeanlegg som oppfyller disse funksjonene.

32 Flytende konstruksjoner

Kortere byggetid kombinert med skjerpede krav til varme- og trinnlydisolasjon øker omfanget av flytende golvkonstruksjoner. Flytende golvkonstruksjoner er golv som er bygd opp med et bærende undergolv og ett flytende topplag. Funksjonen til topplaget er å tjene som

slitelag og overføre punkt- og flatelaster til bærelaget. Spesielt for lavtemperatur golvvarmeanlegg er det viktig at topplaget ikke er for tykt. I motsetning til selvbærende bjelkelagsgolv, betonggolv og golv med keramiske fliser med minimal nedbøyning ved belastning, er lette flytende golv gjerne mer fleksible og har et annet nedbøyningsmønster. Det betyr at golvoverflaten lokalt får en viss nedbøyning når den utsettes for punktlaster. Denne nedbøyningen gjør golvet mer behagelig å gå på, men stiller samtidig krav til overbygningen for å unngå knirk og skader på skjøter.

33 Krav til planhet/stivhet

Basert på NS 3420 Beskrivelsestekster for bygg, anlegg, installasjoner, gir Byggdetaljer 520.008 anbefalte toleransekrav til planhet av undergolv og ferdig golv. Krav til maksimalt overflateavvik for golv (svanker og bulninger) angis i mm ut fra valgt toleranseklasse.

I dag fins det ikke egne standarder for hvor stor nedbøyning som maksimalt tillates for flytende golv. Nedbøyningen må generelt ikke være større enn at den kan aksepteres ut fra bruksmessige forhold. Samtidig må man unngå utmatningsbrudd eller andre langtidskader på golvbelegget. På grunnlag av statiske og dynamiske målinger kan man fastlegge akseptabel nedbøyning i topplaget. Dynamiske prøver er nødvendig for å kartlegge golvkonstruksjonens langtidsegenskaper.

Som grunnlag for å bedømme stivheten til lette, flytende golv har det vært vanlig å foreta statiske målinger. Man måler da nedbøyningen med 1 kN punktlaster med en sirkelformet lastflate med diameter på 25 mm. For lette flytende golv i boliger, hotellrom osv. med lett eller moderat last regnes stivheten ved punktblastning å være:

- god når nedbøyningen er $\leq 1,5$ mm
- akseptabel når nedbøyningen er mellom 1,6 og 1,9 mm
- dårlig når nedbøyningen er 2,0 mm eller større

I tillegg til selve nedbøyningen kommer størrelsen på lastutbredelsen. Man tillater f.eks. større nedbøyning på golvbordene mellom bjelker (2,0 mm) enn nedbøyningen på bærebjelkene (0,9 mm), som vil forplante nedbøyningen over større lengder. For flytende golv med relativt tynne golvbelegg vil nedbøyninger på 2,0 mm bli relativt lokale og fører normalt ikke til problemer. Selv mindre lokale nedbøyninger ($\leq 1,0$ mm) under punktlaster er godt synlige. Det er derfor viktig å gjøre brukerne oppmerksom på at nedbøyningen er tilstekt og ikke begrenser levetiden til golvet. I starten av bruksfasen kan man oppleve noe større nedbøyninger. Initialnedbøyningene blir vanligvis eliminert etter som golvet påføres en viss forlast fra møbler e.l. og etter at golvkonstruksjonen har satt seg. Se også pkt. 24.

34 Bærelag for lette golvvarmeanlegg

Som bærelag for flytende golv kan det brukes forskjellige typer trykkfast isolasjon, porøse trefiberplater e.l. I mellombjelkelag er det også viktig at bærelaget gir god nok trinnydisolasjon. Golvbeleggets funksjon over bærelaget er bl.a. å sikre god lastfordeling fra punktlaster. På bakgrunn av erfaringer og egne prøvemethoder tilla-

ter ledende parkettprodusenter at 15 mm tykk lamellparkett legges flytende på 50 mm tykk EPS-isolasjon (ekspandert polystyren) med trykkstyrke tilsvarende densitet 30 kg/m^3 . Da parkett er svært følsomt for kombinasjonen nedbøyning og golvvarme som begge kan gi parketten store spenninger (spesielt i skjøtene), er det aktuelt å sammenlikne andre underlagsmaterialer mot 30 kg/m^3 EPS-isolasjon. 20 kg/m^3 EPS-isolasjon er for svak som bærelag for golvbelegg i flytende golv med varmerør, se fig. 34 b. Størrelsen på initialnedbøyningen for ulike typer bærelag avhenger delvis av underlagsmaterialenes overflateegenskaper. Interessant i denne sammenhengen er kombinasjonen av materialenes stivhet (E-modul) og initialnedbøyningen. Denne kombinasjonen bestemmer hvilken tykkelse som er egnet for de aktuelle materialene i bærelaget. Figur 34 a viser sammenhengen mellom flatelast og relativ nedbøyning (tøyning) for aktuelle fleksible bærelag for flytende golv, se tabell 34. Både trykkfast mineralull og porøse trefiberplater har noe lavere E-modul enn EPS-isolasjon, men vil beholde sin elastisitet over et større lastområde.

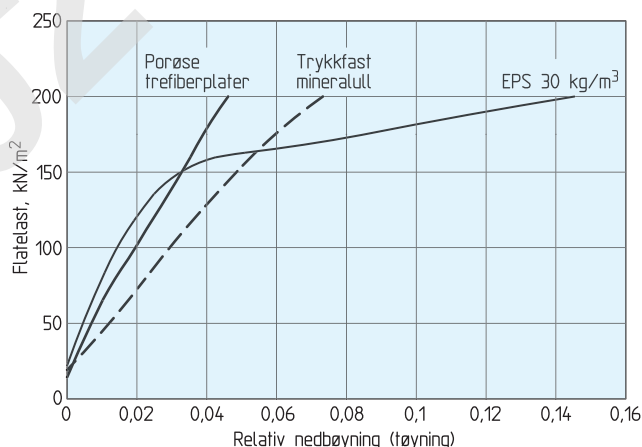


Fig. 34 a
Sammenheng mellom flatelast og tøyning for aktuelle, fleksible bærelag for flytende golv

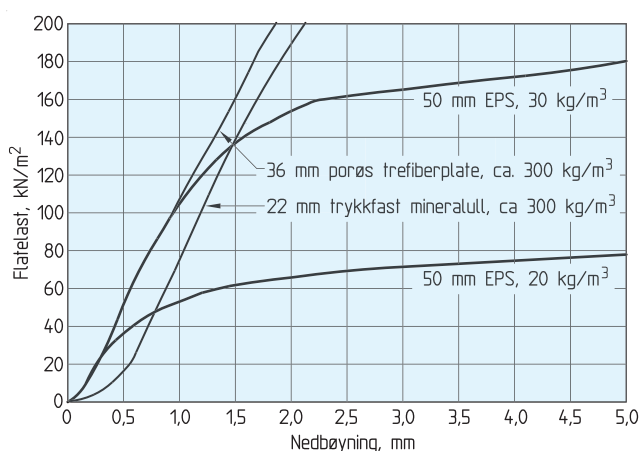


Fig. 34 b
Måling av sammenheng mellom flatelast og nedbøyning for 36 mm tykk porøs trefiberplate, 20 mm trykkfast mineralull og 50 mm EPS-isolasjon (20 og 30 kg/m^3)
Ved sammenlikning av ulike materials stivhet (ISO 844 Cellular plastics – Compression test for rigid materials – Specification) ser man bort fra initialnedbøyningen ved små laster (krum kurve).

Tabell 34
E-modul for ulike bærelag for flytende golv

Materialer (densitet)	E-modul MPa
EPS-isolasjon (30 kg/m ³)	6,8
Porøse trefiberplater (ca. 290 kg/m ³)	4,2
Trykkfast mineralull (ca. 300 kg/m ³)	2,8

Aktuelle målinger gir E-modulen for aktuelle materialer i tabell 34.

Figur 34 b viser målinger av sammenhengen mellom flatelast og absolutt nedbøyning for 36 mm tykk porøs trefiberplate (290 kg/m³), 20 mm trykkfast mineralull isolasjon (300 kg/m³) og to typer 50 mm tykk EPS-isolasjon. Da det er absolutt nedbøyning som er interessant, vil bærelagets tykkelse bli en vesentlig parameter.

Av fig. 34 b går det fram at bortsett fra 20 kg/m³ EPS har de undersøkte materialene i respektive tykkelser tilnærmet samme absolutte nedbøyning innen det aktuelle belastnings- og deformasjonsområdet og kan derfor benyttes som bærelag for parkett e.l. Dette bekreftes ved statiske og dynamiske målinger av den samlede golvkonstruksjon. Målingene er gjennomført med modifisert Nordtestmetode Build 384 (1992). Som dynamisk last er det brukt 1 kN og punktlast 0,75 kN. Det er samtidig viktig å kontrollere at bærelaget ikke utsettes for kryp ved statiske langtidslast.

I lette flytende golvvarmekonstruksjoner er det viktig at topplaget og det bærende underlaget virker mekanisk sammen som en enhet. Det beste er å bruke tynt golvbelegg f.eks. 9 – 15 mm parkett over et fleksibelt, men tilstrekkelig bærende underlag. Da vil både lameller og skjøter være relativt elastiske. Nedbøyningen fordeles over en større flate, og man unngår dermed knirk på grunn av stor nedbøyning og vinkelendring i skjøtene. Over bærelaget med varmerør og varmfordelingsplater bør det legges et glidesjikt før man legger golvbelegget. Glidesjiktet må sikre god varmeledende kontakt mellom topplaget og varmfordelingssjiktet. Det er derfor viktig at glidesjiktet ikke har for stor varmemotstand. Som glidesjikt kan man bruke en type ullpapp, polyetylenfolie e.l. og helst unngå parkettunderlag av typen polyetylenisolasjon. Hvis man ønsker å bruke polyetylenisolasjon som parkettunderlag for å utligne ujevnheter i bærelaget, bør denne være så tynn som mulig.

35 Legging av golvbelegg/parkett

Bruk av golvvarme forutsetter at topplaget legges flytende. For å sikre best mulig styrke i skjøtene må limingen utføres etter fabrikkens anvisninger. Det fins også laminatgolv og parkett der skjøtene holdes sammen mekanisk uten liming. Ved legging er det en fordel at golvmaterialene (trematerialer) er så tørre som mulig. Som vanlig ved legging av tregolv må man ta hensyn til golvmaterialenes fuktutvidelse utenfor fyringssesongen. Er varmerørene lagt i enkelt eller dobbelt S-mønster, se fig. 44 a og b, oppnår man størst stivhet for topplaget ved å legge parkettstavene på tvers av rørenes lengderetning.

4 Konstruksjoner

41 Golv på grunnen

Lette golvkonstruksjoner med golvvarme på grunnen er normalt flytende løsninger der varmerørene ikke er støpt inn i betong. Det kan godt være betong lenger nede i golvkonstruksjonen, isolert fra varmerørene. For å kunne bruke lavest mulig vanntemperatur er det lagt vekt på at en vesentlig del av golvets bærekonstruksjon er lagt under varmerørene. Se eksempler i fig. 41 a. Det betyr at golvbelegget, som kan være 9 – 15 mm parkett e.l., primært skal sørge for lastoverføring fra overflaten til bærelaget og samtidig tjene som en heteflate.

Figur 41 a viser løsninger med og uten bruk av betong i golv. Ønsker man å bruke et betongdekk over golv-isolasjonen, kan man legge et flytende golv med golvvarme over dekket. På grunn av relativt lite isolasjon fra varmerørene mot betongdekket, vil noe varme fra varmerørene overføres til betongen. Med varmerørene lagt i 36 mm tykke trefiberplater med 15 mm parkett overbygning, vil varmemotstanden fra varmfordelingsplaten mot betonggolvet være omtrent seks ganger større enn fra varmfordelingsplaten til golvoverflaten. Dette er viktig for å sikre at varmeanlegget har liten varmetreghet og dermed god temperaturregulerbarhet. Under dimensjonerende forhold med en temperatur på golvoverflaten på ca. 24 °C, holder betonggolvet (som vil tjene som et varmelager) en temperatur på omtrent 26 °C når tykkelsen på golvisolasjonen er 200 mm. Oppladningstiden for betongen vil ta noen døgn avhengig av tykkelsen. Figur 41 b viser avkjølingsforholdene når golvvarmeanlegget er slått av for et lett golvvarmeanlegg med og uten varmelager i betong. Det går fram at begge utførelsene kan karakteriseres som lite varmetrege. Golvvarmeanlegget med et underliggende varmelager kan derimot opprettholde noe høyere golvtemperatur over en relativt lang periode med avslått anlegg, se fig. 41 b.

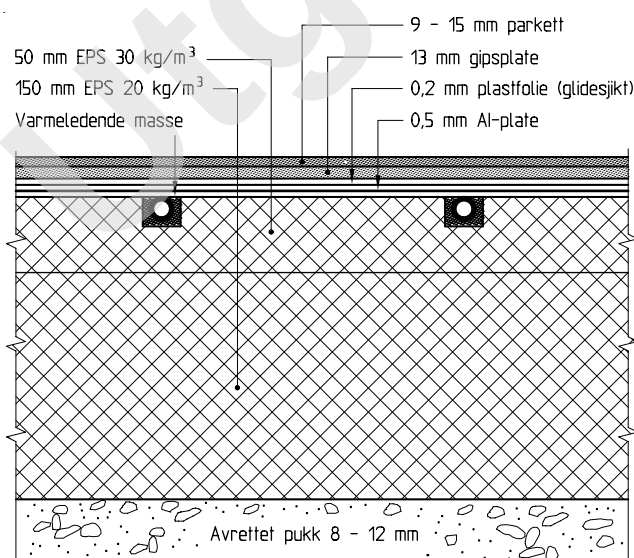
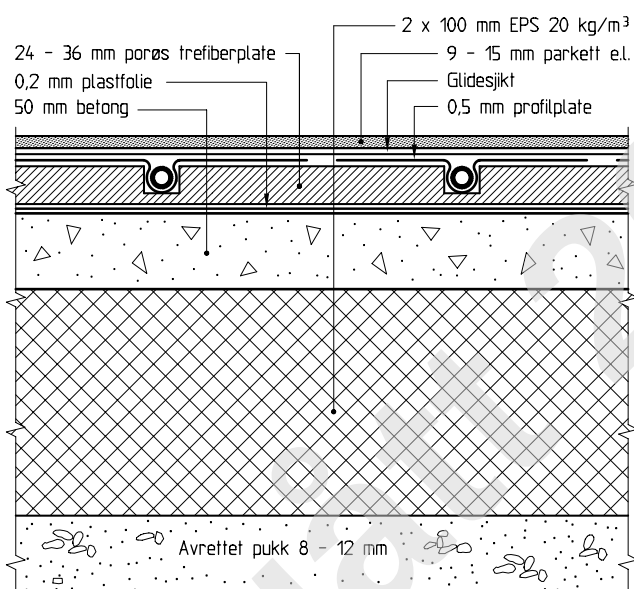
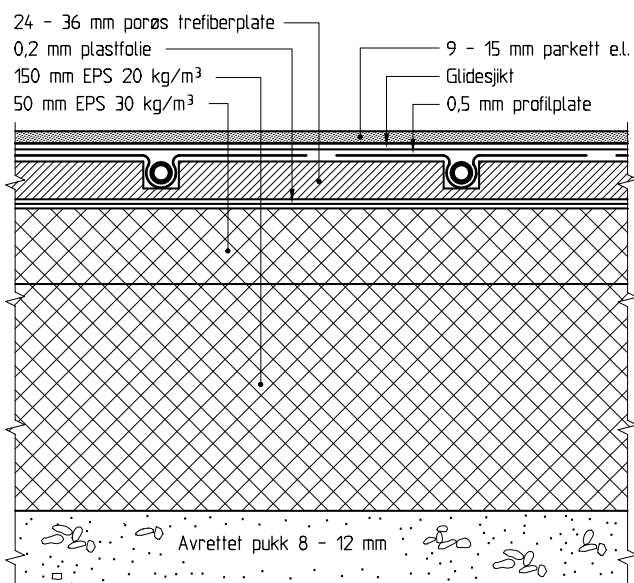


Fig. 41 a
Eksempler på lett utførelse av golv på grunnen med golvvarme
Ulike løsninger for varmerør og varmedistribusjonssjikt er vist i fig. 24 a - d.

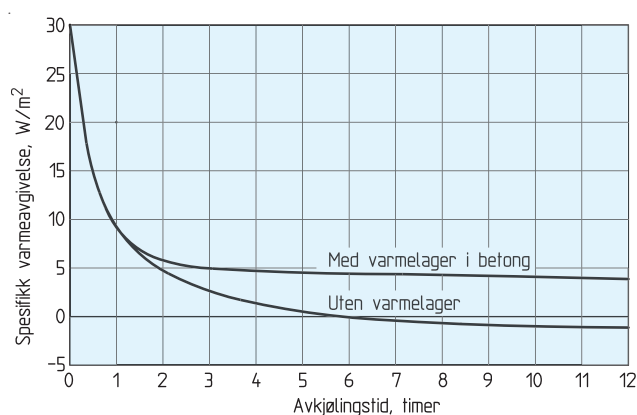


Fig. 41 b
Varmeavgivelse fra golvoverflaten etter at varmeanlegget er slått av. Varmedistribusjonen er gitt for et lett golvvarmeanlegg med og uten underliggende betonggolv.

42 Golvvarme i mellombjelkelag

For å utnytte lave vanntemperaturer og samtidig sikre god nok trinnlydisolasjon, legges varmeanlegget flytende over en bærende golvkonstruksjon. Dette kan være trebjelkelag med 22 mm sponplater eller betongdekke. Ved å plassere golvvarmeanlegget i mellombjelkelaget vil tilnærmet all avgitt varme tilføres bygningen. Se fig. 42 a og b.

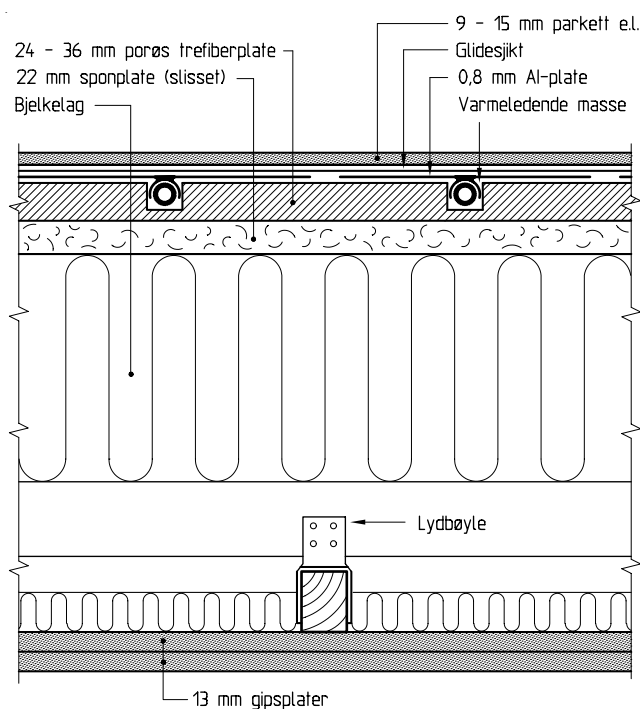


Fig. 42 a
Eksempel på lett golvvarmeanlegg i mellombjelkelag, kombinert med trinn- og luftlydisolasjon. Overføring av varme fra varmerørene til varmedistribusjonssjiktet er vist i fig. 24 a - d.

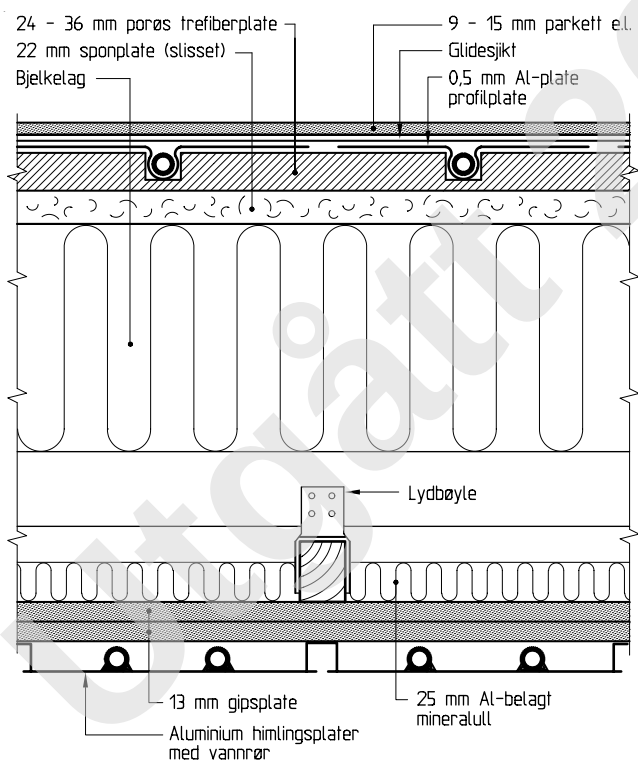
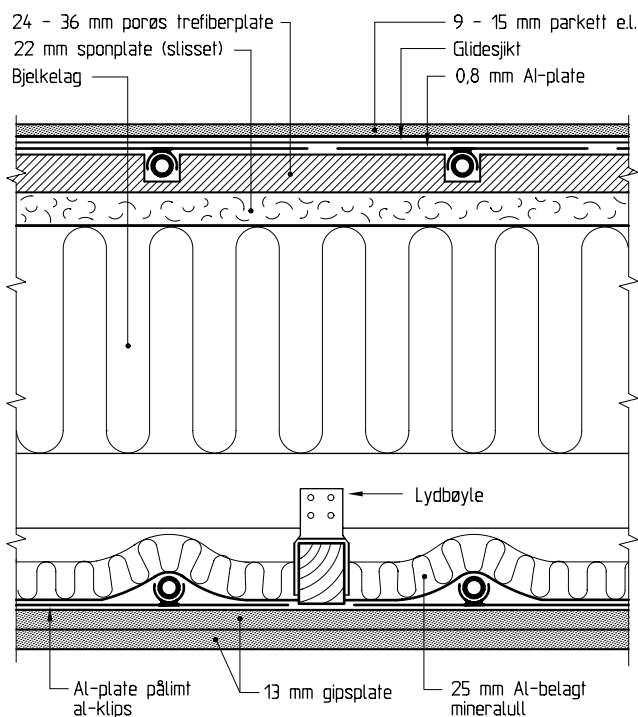


Fig. 42 b
Eksempel på "energibjelkelag" med golv- og takvarme kombinert med trinn- og luftlydisolasjon. Takvarmeanlegget, som ofte består av en prefabrikkert enhet, kan ev. brukes som kjøletak under sommerforhold.

43 Målt varmeavgivelse fra lette golvvarmeanlegg

Figur 43 a viser målt varmeavgivelse fra lette golvvarmeanlegg for golv på grunn og i mellombjelkelag som funksjon av midlere vanntemperatur. Golvkonstruksjonene er bygd opp med 9 eller 15 mm parkett over varmerørene. Det er vist eksempel med bruk av horisontal Al-plate kombinert med varmeledende (anhydritt) masse rundt varmerørene og Al-profil rundt varmerørene. Løsningene med profilplater eller varmeledende masse rundt røret er tilnærmet sammenliknbare når det gjelder varmeoverføring fra varmerørene til golvoverflaten. Dette forutsetter god kontakt mellom anhydrittmassen og Al-platen.

Øker man midlere vanntemperatur fra 30 til 35 °C, øker golvets varmeavgivelse for de aktuelle lette golvvarmeanlegg med ca. 20 W/m², eller 2,0 °C økning av golvtemperaturen. En lett golvvarmeutførelse er derfor svært følsom for endringer i vanntemperaturen. For et lavtemperaturanlegg generelt bør man velge en golvoppbygging der temperaturtapet fra vannet i varmerørene til golvoverflaten er så lite som mulig, noe som igjen forutsetter et beskjedent varmebehov, se fig. 43 b.

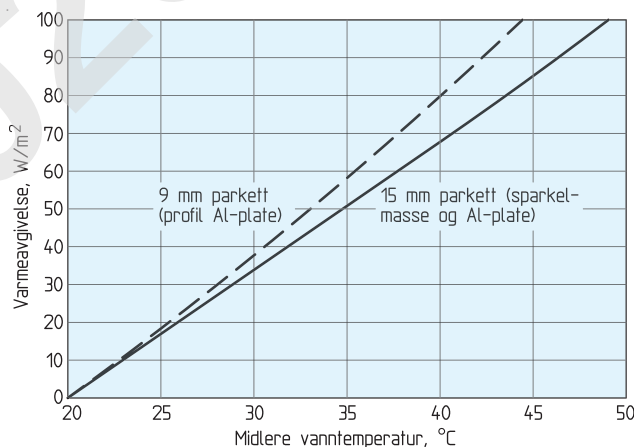


Fig. 43 a
Måling av varmeavgivelse fra et lett golvvarmeanlegg med 9 og 15 mm parkett over varmerør og varmfordelingsplater. For golv med 15 mm parkett ligger varmerørene i spor i EPS-isolasjon omgitt av ledende (anhydritt) masse med heldekkende 0,5 mm Al-plate. For golv med 9 mm parkett ligger rørene i spor i porøse trefiberplater med profilerte 0,5 mm Al-plater (profilplater). Romtemperaturen er 20 °C.

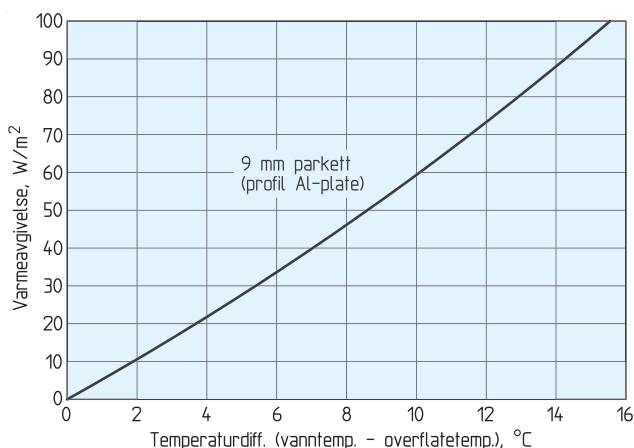


Fig. 43 b
Temperaturtap fra gjennomsnittlig vanntemperatur i varmerør til golvoverflate for lett golvvarmeanlegg med 9 mm parkett som overbygging over varmfordelingsplatene

44 Leggemønster

Figur 44 a viser et spiralmønster der tur- og returrøret legges ved siden av hverandre. Fordelen med spiralmønstret er at varmerørene, som er relativt stive, kan legges med relativt stor krumningsradius. Man kan også tilføre turvannet først til områder ved ytterveggen med størst varmetap. Leggemønstret egner seg godt ved innstøping av varmerørene med bruk av knotteplater eller monterings Skinner der varmerørene fikses på stedet. Rørmønstret egner seg mindre godt for lette prefabrickerte golvvarmeanlegg.

Figur 44 b viser et såkalt dobbelt S-mønster som er godt egnet for lavtemperatur golvvarmeanlegg og prefabrickering. For mindre rom med lavt varmebehov og små temperaturdifferanser er det ikke nødvendig å legge tur- og returrøret ved siden av hverandre. Man kan også bruke enkelt S-mønster, som er vanlig for elektriske varmekabler.

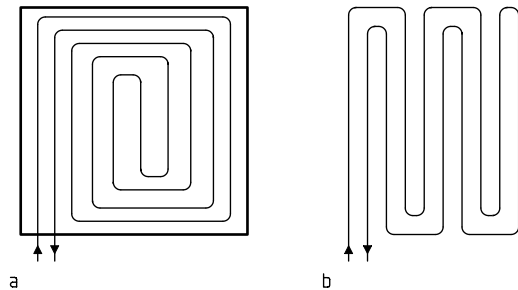


Fig. 44 a og b

Eksempler på leggemønster

- a. Spiralmønster der tur- og returrøret legges ved siden av hverandre. Rørleggingen forenkles da rørene vesentlig legges med stor krumningsradius.
- b. Dobbelt S-mønster er godt egnet for prefabrickering for lavtemperatur varmeanlegg med små temperaturdifferanser. Tur- og returrøret legges ved siden av hverandre.

5 Referanser

51 Utarbeidelse

Dette bladet er utarbeidet av Per Gundersen. Saksbehandler har vært Jan Chr. Krohn. Redaksjonen ble avsluttet i februar 2001.

52 Litteratur

- 521 Gundersen, Per. Energifleksible varmeanlegg. Norges byggforskningsinstitutt. Prosjektrapport 270. Oslo, 2000
- 522 Gundersen, Per. Rimelige lavenergiboliger med rasjonelle installasjoner. Norges byggforskningsinstitutt. Prosjektrapport 196. Oslo, 1996