

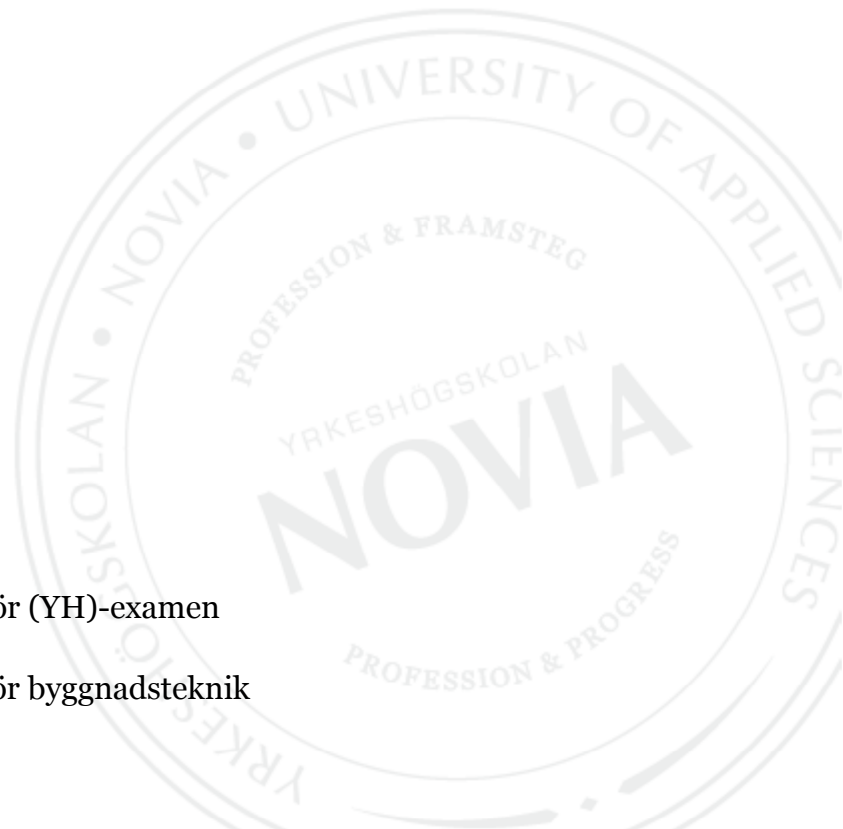
# **VATTENBUREN GOLVVÄRME I KONSTRUKTIONER MED GIPS**

Dennis Hindersson

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för byggnadsteknik

Raseborg 2013





## EXAMENSARBETE

Författare: Dennis Hindersson  
Utbildningsprogram och ort: Byggnadsteknik, Raseborg  
Inriktningalternativ/Fördjupning: Konstruktionsplanering  
Handledare: Niklas Nyman

Titel: Vattenburen golvvärme i konstruktioner med gips

---

Datum 11.4.2014

Sidantal 60

Bilagor 9

---

### Abstrakt

Syftet med detta arbete är att ge en bättre inblick i vattenburen golvvärme i konstruktioner med gips och att presentera noggrannare dimensioneringsvärden för ingjutning i gipsmassa. Som beställare fungerade Thermotech Scandinavia Finland. I arbetet tas olika konstruktionslösningar fram och de jämförs genom mätningar och värmefotografering.

I början av arbetet presenteras beställaren och allmän information om gips tas upp. Därefter följer alternativa konstruktionslösningar för gipskonstruktioner. Sedan följer allmän information om vattenburen golvvärme och planering, dimensionering och installation av golvvärme. I mitten av arbetet tas torkningen och olika mätningssätt upp, även olika konstruktioner jämförs konstruktionsmässigt och ekonomiskt. I slutet av arbetet presenteras exempelobjektet och behandlade resultat från värmefotografering, fuktighetsmätning och dimensionering.

Arbetet visar att torkningen är kontrollerbar och att golvytans temperatur för exempelobjektets gipsgolv är högre än för betonggolv. Värmespridningen för gipsmassan i exempelobjektet är inte lika effektiv som betongens värmespridning. Golvvärmerörens c-c mått bör vara 200mm eller mindre för att uppnå en hyfsad värmespridning med den mängd gipsmassa som finns i exempelobjektet. Arbetet visar även att gipsgolv reagerar snabbare på temperaturförändringar jämfört med betonggolv.

---

Språk: Svenska

Nyckelord: vattenburen golvvärme, gipskonstruktion, mellanbjälklag

---

## OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Dennis Hindersson  
Koulutusohjelma ja paikkakunta: Byggnadsteknik, Raasepori  
Suuntautumisvaihtoehto/Syventävät opinnot: Konstruktionsplanering  
Ohjaaja: Niklas Nyman

Nimike: Vesikiertoinen lattialämmitys kipsirakenteissa

---

Päivämäärä 11.4.2014

Sivumäärä 60

Liitteet 9

---

### Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on antaa syvempi näkökulma kipsirakenteessa käytettävän vesikiertoiseen lattialämmitykseen sekä antaa tarkempia säätöarvoja kipsivalua käytettäessä. Toimeksiantajana toimi Thermotech Scandinavia Finland. Opinnäytetyössä esitellään erilaisia rakenneratkaisuja ja niitä verrataan toisiinsa mittauksien ja lämpökuvauksen avulla.

Työn alussa esitellään toimeksiantaja ja käydään läpi yleistä tietoa kipsistä. Tämän jälkeen esitetään vaihtoehtoisia rakenneratkaisuja kipsirakenteille. Tämän jälkeen seuraa yleistä tietoa vesikiertoisesta lattialämmityksestä, suunnittelusta, säätöarvojen luomisesta ja asennuksesta. Työn keskivaiheessa käsitellään massan kuivumista ja mittaustapoja, jonka jälkeen rakenneratkaisuja verrataan taloudellisesti sekä rakenteen näkökulmasta. Työn lopussa esitellään esimerkkikohte sekä lämpökuvauksen, kosteusmittauksen ja säätöarvojen laskennan tulokset.

Opinnäytetyö osoittaa, että kuivaamista voidaan kontrolloida ja että lattiapinnan lämpötila esimerkkikohteen kipsilattiassa on korkeampi kuin betonilattiassa. Lämmönjako esimerkkikohteen kipsilattialle ei ole yhtä tehokas kuin saman esimerkkikohteen betonilattialle. Lattialämmityksen k-mitta pitäisi olla 200 mm tai pienempi, jotta voidaan saavuttaa tasainen lämmönjako sillä määrällä kipsimassaa, jota esimerkkikohteessa käytettiin. Työ osoittaa, että kipsilattia reagoi nopeammin lämpötilamuutoksiin betonilattiaan verrattuna.

---

Kieli: Ruotsi

Avainsanat: vesikiertoinen lattialämmitys, kipsirakenne, välipohja

---

## **BACHELOR'S THESIS**

Author: Dennis Hindersson  
Degree Programme: Construction Engineering, Raseborg  
Specialization: Structural Engineering  
Supervisors: Niklas Nyman

Title: Waterborne underfloor heating in gypsum constructions /  
Vattenburen golvvärme i konstruktioner med gips

---

Date 11 April 2014

Number of pages 60

Appendices 9

---

### **Summary**

The purpose of this thesis is to give an insight into waterborne underfloor heating in gypsum constructions and to present specific values for dimensioning the systems when using gypsum paste as a solution. This work is commissioned by Thermotech Scandinavia Finland. In the thesis different constructional solutions are presented and compared through measurements and thermal imaging.

At the beginning of the work the client and common information about gypsum is presented. After that alternative solutions for gypsum constructions are presented followed up by common information about waterborne underfloor heating, planning, dimensioning and installing it. In the middle of the thesis the drying and different methods of measurement are explained. The constructions are compared from a constructional and economic point of view. In the final section the example object, as well as the results from the measurements and the thermal imaging are discussed.

The results show that it is possible to control the drying and that the temperature for the surface of the floor is higher for gypsum floors compared to concrete floors. In the example object the heat distribution for the floors with gypsum paste is not as effective as the heat distribution for concrete floors. When using the same amount of gypsum paste as in the example object, the waterborne underfloor heating pipes should be installed with 200mm spacing or less to get an optimal distribution of the heat. The thesis also show that gypsum floors react faster to changes in temperature than concrete floors.

---

Language: Swedish

Key words: waterborne underfloor heating, gypsum  
Constructions

---

## Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>INLEDNING</b> .....	<b>1</b>
1.1	METODER .....	2
<b>2</b>	<b>GIPS</b> .....	<b>3</b>
2.1	GIPSMASSA .....	3
2.2	GIPSSKIVA .....	5
2.2.1	Spackel .....	7
<b>3</b>	<b>ALTERNATIVA LÖSNINGAR MED GIPS</b> .....	<b>8</b>
3.1	GIPSGJUTNING .....	8
3.1.1	Gipsmassan .....	8
3.1.2	Grundarbete .....	10
3.1.3	Rörinstallation .....	11
3.1.4	Täthetskontroll.....	13
3.1.5	Gjutning .....	13
3.1.6	Massans torkning.....	15
3.1.7	Efterarbete .....	17
3.2	INSTALLATION MED GIPSSKIVA .....	18
3.2.1	Konstruktion .....	18
3.2.2	Grundarbete .....	18
3.2.3	Skivarbete .....	18
3.2.4	Rörinstallation .....	19
3.2.5	Efterarbete .....	19
<b>4</b>	<b>VATTENBUREN GOLVVÄRME</b> .....	<b>20</b>
4.1	FUNKTION .....	20
4.2	FÖRDELAR .....	21
4.3	NACKDELAR .....	21
<b>5</b>	<b>PLANERING</b> .....	<b>22</b>
5.1	GOLVVÄRMEPLANERING FÖR GJUTNING MED GIPS .....	22
<b>6</b>	<b>INSTALLATION</b> .....	<b>23</b>
<b>7</b>	<b>DIMENSIONERING</b> .....	<b>24</b>
7.1	MÄTDATA SOM BEHÖVS VID DIMENSIONERING .....	24
7.2	DIMENSIONERING FÖR GOLVVÄRMESYSTEM MED FLYTANDE GIPSMASSA .....	26
<b>8</b>	<b>MÄTNINGAR</b> .....	<b>28</b>
8.1	VÄRMEFOTOGRAFERING .....	28
<b>9</b>	<b>KONSTRUKTIONSMÄSSIG JÄMFÖRELSE</b> .....	<b>28</b>
9.1	FLYTANDE GIPSMASSA .....	28
9.2	GIPSSKIVA .....	30
9.3	BETONGINSTALLATION .....	32
9.4	KONSTRUKTIONSMÄSSIG SAMMANFATTNING .....	34
<b>10</b>	<b>EKONOMISK JÄMFÖRELSE</b> .....	<b>35</b>
10.1	INSTALLATION MED FLYTANDE GIPSMASSA .....	36
10.2	INSTALLATION MED GIPSSKIVA .....	37
10.3	BETONGINSTALLATION .....	38
10.4	EKONOMISK SAMMANFATTNING .....	39
<b>11</b>	<b>EXEMPELOBJEKT</b> .....	<b>40</b>
11.1	BYGGNADEN .....	40
11.2	VERKSAMHETEN .....	40

11.3	BAKGRUND .....	41
11.4	BYGGNADENS KONSTRUKTION.....	42
11.5	UTGÅNGSLÄGET .....	44
11.6	PLANERING .....	45
11.7	DIMENSIONERING .....	46
11.8	GRUNDKONSTRUKTION.....	47
11.9	RÖRINSTALLATIONEN .....	50
11.10	TÄTHETSKONTROLL .....	51
11.11	GJUTNING .....	52
11.12	TORKNING .....	53
11.13	EFTERARBETE .....	55
11.14	MÄTNINGAR .....	55
	11.14.1 Värmefotografering .....	55
<b>12</b>	<b>SAMMANFATTNING .....</b>	<b>59</b>
<b>13</b>	<b>KRITISK GRANSKNING .....</b>	<b>60</b>
	<b>KÄLLFÖRTÄCKNING .....</b>	<b>61</b>
	<b>BILDFÖRTÄCKNING .....</b>	<b>62</b>
	<b>BILAGOR .....</b>	<b>65</b>

# 1 Inledning

Beställare för detta arbete är Thermotech Scandinavia AB. Företaget är en leverantör för värme och vattensystem som riktar sig till bl.a. rörinstallatörer och husfabrikanter. Thermotech är grundat år 1996 i Sollefteå i Sverige och har fortfarande sitt huvudlager och sin produktion där, samt 6st regionkontor i Sverige. Thermotech Scandinavia Finland är ett dotterbolag som fungerar i hela Finland men har sitt kontor i Raseborg. Thermotech Vostok AB ansvarar för exporten i Östeuropa. År 2010 hade Thermotech Scandinavia AB en omsättning på 117Mkr.

Detta arbete behandlar vattenburen golvvärme i konstruktioner med gips, dels för att jag är intresserad av ämnet, dels för att beställaren ville ha mätvärden för att kunna dimensionera golvvärmesystemet i samband med planering. Vattenburen golvvärme i kombination med gips är en konstruktionslösning som är relativt ny, men lösningen blir allt vanligare, speciellt i Finland. Det har visat sig att de dimensioneringsvärden som använts hittills behöver justeras. I samband med detta arbete byggdes ett golvvärmesystem med gipsgjutning på en övre våning som kommer att användas som kontorsutrymme för Thermotech Scandinavia Finland. När systemet var klart utfördes mätningar samt värmefotografering för att få de mätresultat som krävdes. Jag jämför min installation både konstruktionsmässigt samt kostnadsmässigt med andra lösningar som är möjliga.



## **1.1 Metoder**

Metoderna för genomförandet av arbetet var att bygga ett exempelobjekt där mätningar kunde utföras, samt att ta upp existerande information som finns från tidigare. Intervjuer med yrkesmänniskor har även gjorts.

Information om planering, dimensionering och allmän information om vattenburen golvvärme fick jag via intervju med Tommy Nyman som fungerar som teknisk försäljare på Thermotech. I samband med det praktiska arbetet och arbetsmängds beräkningar intervjuades Jean Sjöroos som är försäljare på Thermotech och som har flera års erfarenhet av olika golvvärmeinstallationer. Intervju med Fredrik Holmström gjordes i samband med att exempelobjektets gipsmassa pumpades. Holmström har inriktat sig på pumpning av flytande gipsmassa. Information om exempelobjektets byggnad och konstruktion erhöles genom intervju med Michael Hindersson som är företagare inom byggnadsbranschen och representant för fastighetsägarna.

## **2 Gips**

Gips kan användas i golvkonstruktioner på olika sätt. De två vanligaste sätten är att använda gipsskiva på golvet eller att pumpa flytande gipsmassa på golvet. Metoderna skiljer sig från varandra om man ser på egenskaperna och installationsmetoderna.

### **2.1 Gipsmassa**

Gipsmassa kan användas till olika ändamål. De huvudsakliga ändamålen där gipsmassan används är golv där golvvärme installeras, mellanbjälklag (istället för eventuell gipsskiva), flytande golvkonstruktioner, som ytmaterial t.ex. ovanpå betongelement och vid upprätande av sneda golv. Gipsmassa kan användas även i våtutrymmen (WC, hjälpkök, kök), dock inte på sådana platser där den konstant utsätts för fukt. Golvlutningar går inte att göra under gjutningsskedet utan måste göras i ett senare skede genom att slipa eller genom att spackla en annan massa på golvet. Gipsmassans egenskaper och beståndsdelar skiljer sig beroende på tillverkare (se figur 1). De huvudsakliga beståndsdelarna i flytande gipsmassan är anhydrider, specialgips, flytningsmedel och tillsatsämnen. Den flytande gipsmassans konsistens är lösare än normal gipsmassa och självutjämnande. (Knauf, 2009, kortnummer 11 s.1).

Tuotetiedot			
Ominaisuus		Arvo	Yksikkö
Työstö	Lattiapaksuus (riippuen alustasta)	20-80	mm
	Raakatiheys Märkä	n. 2200	kg/m <sup>3</sup>
	Kuivapaino (valmis lattia)	2000	kg/m <sup>3</sup>
	Bulkkipaino (kuiva irtojauhe)	1600	kg/m <sup>3</sup>
	Vedentarve per 30 kg kuivajauhetta	4,5-4,8	l
	Tuottoisuus 100 kg kuivalaastia	n. 53	l
	Työstöaika	n. 60	min
	Menekki per 1 cm	n. 18	kg/m <sup>2</sup>
	Laastireaktio	alkalinen	
	Lujuus	Puristuslujuus (kuiva)	> 30
Taivutuslujuus (Märkä)		> 6	MPa
Kimmomoduli		n. 17000	MPa
Lämpö	Lämmönjohtavuus ( $\lambda$ -arvo)	1,4-1,87	W/m•K
	Lämpölaajenemiskerroin	0,016	mm/m•K
	Kutistuma	n. 0,1	mm/m
Palo	Paloluokka	A1 (palamaton)	
Käyttö	Käveltävyys	noin 24 h jälkeen	
	Kuormitettavuus	noin 3 vrk jälkeen	
	Varastointi	6	kk

*Figur 1. Knauf FE 80 gipsmassans egenskaper (Knauf, 2009, kortnummer 11 s.1).*

Fördelarna med att använda gipsmassa är bl.a. att gipset är ett oorganiskt material, att värmeledningen är god, att ingen armering behövs, att ljudisoleringen är god, att installationen är snabb och att det lämpar sig som ytmaterial. Ytmaterialet är fritt valbart och torkningen är kontrollerbar. (Knauf kipsilattiat, 2011 s.2).

## 2.2 Gipsskiva

Gipsskiva är ett vanligt byggnadsmaterial som även kan användas till golvkonstruktioner. Det finns olika slag av gipsskivor som lämpar sig för olika ändamål. Till golv lämpar sig bl.a. Knauf produkterna, extra hård gipsskiva KEK 13 och golvgipsskiva KL 15. Beståndsdelarna i gipsskivorna är olika beroende vilken skiva man väljer. Egenskaperna för skivorna skiljer sig också. I tabell 1 kan man se de olika gipsskivornas egenskaper. (Knauf levyopas, 2011, s. 22-23).

Fördelarna med att använda sig av installation med gipsskiva är att ingen torktid behövs förutom för spacklet, man kan snabbt fortsätta med övriga arbeten i utrymmet och brandsäkerheten blir bättre jämfört med t.ex. ett trägolv.

Tabell 1. Gipsskivornas egenskaper. (Knauf).

## Tekniset tiedot - Kipsilevyt

Tekniset tiedot	Tuote									
	KN 13	KEK 13	KKT 9	KS 6	KH 13	KL 15	KPS	Weather board	Humid board	Si
	A	IR	EH2	A	H2IR	DIR	F	GMH2	GMH2	D
<b>Mitat</b>										
Vahvuus [mm]	12,5	12,5	9,5	6,5	12,5	15,0	15,0	9,5	12,5	12
Leveys[mm]	1200	1200	1200	1200	1200	900	1200	1200	900	62
Pituus (kts. tuoteluettelo)								2700	2700	18
Neliöpaino [kg/m <sup>2</sup> ]	9,1	11,7	7,8	5,9	11,7	16,8	14,0	7,6	10,0	17
<b>Toleranssit</b>										
Vahvuus [mm]	±0,5	±0,5	±0,5	±0,5	±0,5	±0,5	±0,5	±0,7	±0,7	±0
Leveys [mm]	+0/-3	+0/-3	+0/-3	+0/-3	+0/-3	+0/-3	+0/-3	+0/-4	+0/-4	+1
Pituus [mm]	+0/-3	+0/-3	+0/-3	+0/-3	+0/-3	+0/-3	+0/-3	+0/-5	+0/-4	+1
Neliöpaino [kg/m <sup>2</sup> ]	±0,3	±0,3	±0,3	±0,3	±0,3	±0,3	±0,3	±0,5	±0,5	±1
Reunan suoruus/1200 mm [mm]	±2	±2	±2	±2	±2	±2	±2	±2	±2	±1
Suorakulmaisuus/1200 mm [mm]	±1	±1	±1	±1	±1	±1	±1	±2	±2	±1
<b>Taivutuslujuus (EN520 mukaan)</b>										
Pituussuuntainen [N]	550	725	400	280	725	870	650	400	500	
Poikittaissuuntainen [N]	210	300	160	109	300	360	250	160	210	
<b>Lämpö</b>										
Lämmönvastus, Rp [m <sup>2</sup> K/W]	0,08	0,08	0,04	0,08	0,07	0,08	0,07	0,08	0,08	
Max. altistuslämpö Jatkuva [°C]	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Pituudenlaajeneminen [mm/mm]	25*10 <sup>-6</sup>	25*10 <sup>-6</sup>	25*10 <sup>-6</sup>	25*10 <sup>-6</sup>	25*10 <sup>-6</sup>	25*10 <sup>-6</sup>	25*10 <sup>-6</sup>	25*10 <sup>-6</sup>	25*10 <sup>-6</sup>	25
<b>Kosteus</b>										
Vesihöyryn diffuusiovastuskerroin μ (EN520 mukaan) [-]	10	10	13	10	10	10	10			
Pituuden muutos kun RH muuttuu välillä 40 - 90% [%]	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,1
Vesiabsorptio 2h jälkeen [%]	--	--	<10	--	<10	--	--	<10	<10	--
<b>Tiiviyys</b>										
Ilmanläpäisevyys [m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> s Pa]	--	--	0,2*10 <sup>-6</sup>	--	--	--	--	0,2*10 <sup>-6</sup>	0,2*10 <sup>-6</sup>	--
<b>Palo</b>										
Paloluokka (EN 13501-1)	A2-s1,d0	A2-s1,d0	A2-s1,d0	A2-s1,d0	B-s1,d0	B-s1,d0	A2-s1,d0	A1	A1	A1

### 2.2.1 Spackel

Vid golvvärmeinstallation med gipsskiva spacklar man igen fårorna som rören ligger i med ett gipsbaserat golvspackel. I kapitel 3.2 kan man läsa mer om installationen av gipsskiva. Spacklet har som uppgift att hålla röret på plats och att sprida värmen i alla riktningar. Det finns speciella spackel (se figur 2) som lämpar sig för detta ändamål tack vare sina egenskaper. Knauf 415 golvspackel är självtjämnande och går att pumpa. Tack vare dessa egenskaper passar det bra till golvvärmeinstallation med gipsskiva. (Personlig kommunikation med Holmström, 14.1.2014).

Tuotetiedot			
Ominaisuus		Arvo	Yksikkö
Työstö	Lattiapaksuus	0-15	mm
	Tilavuuspaino Kuiva	1700	kg/m <sup>3</sup>
	Märkä	1900	kg/m <sup>3</sup>
	Bulkkipaino (kuiva irtojauhe)	1,6	kg/l
	Vedentarve per 25 kg kuivajauhetta	6,5	l
	Työstöaika	n. 30	min
	Menekki per 1 mm	n. 1,6	kg/m <sup>2</sup>
	Laastireaktio	alkalinen	
Lujuus	Puristuslujuus	> 22	MPa
	Taivutuslujuus	> 7	MPa
	Lämpölaajeneminen	0,01	mm/m•K
Palo	Paloluokka	A1 (palamaton)	
Käyttö	Käveltävyys	noin 3 h jälkeen	
	Varastointi	6	kk

Figur 2. Knauf lattiatasoite 415 egenskaper (2009, kort nummer 13).

### **3 Alternativa lösningar med gips**

Beroende på hurdan byggnad och konstruktion man har finns det olika lösningar för installation av golvvärme och gipsgolv. Egenskaperna för de olika golvkonstruktionerna är olika beroende på val av lösning.

#### **3.1 Gipsgjutning**

Gipsgjutning kan användas både i saneringsprojekt och vid nybyggen. Konstruktionen kan vara en flytande konstruktion eller en anslutningskonstruktion. Gips fungerar som golvmaterial inomhus och kan även tillämpas vid installation av golvvärme. Gipsmassan kan användas som en färdig yta eller bekläs med valfritt ytmaterial. (Knauf laastit ja lattiamassat, s.73-74).

##### **3.1.1 Gipsmassan**

Massan innehåller bland annat sand, gipsföreningar och tillsatssämnen som gör att massan lättare flyter ut och är självutjämnande. Gipsmassa kan användas även i våtutrymmen, dock inte i sådana som konstant är utsatta för fukt, så som t.ex. simhallar. I figur 3 kan man se de olika gipsmassornas egenskaper. (Knauf laastit ja lattiamassat, s.75, 77-78).

<b>Tekniset tiedot</b>			
<b>Pumpattavat lattiatuotteet</b>	<i>Knauf FE 80</i>	<i>Knauf NE 425</i>	<i>Knauf NS 415</i>
<b>Kerrospaksuus</b>	20 - 80 mm	10 - 35 mm	0 - 15 mm
<b>Paino kg/m<sup>3</sup></b> Kuiva valmislattia Märkä Irtomateriaali (kuiva)	2000 2200 1800	2000 2200 1800	2000 2200 1600
<b>Vedentarve</b> litraa (vettä) / kg (kuivalaastia)	4,5 - 4,8 l / 30 kg	5,4 - 5,7 l / 30 kg	n. 6,5 l / 25 kg
<b>Materiaalimenekki</b> kg/m <sup>2</sup> /mm	1,8	1,8	1,6
<b>Työstöaika</b>	60 min	30 min	30 min
<b>Tuottoisuus</b> kg / litraa	100 kg = 55-56 litraa	100 kg = 53 litraa	100 kg = 64 litraa
<b>Kävelykelppoisuus</b>	n. 24 h	n. 5 h	n. 3 h
<b>Kuormitettavuus</b>	n. 3 vrk	n. 2 vrk	n. 2 vrk
<b>Kutistuma</b> mm/m	0...0,1	0...0,1	0...0,1
<b>Paloluokka</b>	A1	A1	A1
<b>Puristuslujuus</b> N/mm <sup>2</sup>	> 30	> 30	> 22
<b>Taivutuslujuus</b> N/mm <sup>2</sup>	> 6	> 6	> 6
<b>Kimmomoduuli</b> N/mm <sup>2</sup>	n. 17 000	n. 17 000	n. 17 000
<b>Märkäläästireaktio</b>	alkalinen	alkalinen	alkalinen
<b>Pakkauskoko</b> kg	30, 1000, 1200	30, 1000, 1200	25
<b>Säilytys</b>	6 kk	6 kk	6 kk

Figur 3. Knauf gipsmassornas egenskaper (Knauf laastit ja lattiamassat, s 77).



### 3.1.2 Grundarbete

Grundarbetet skall vara gjort före man installerar golvvärmerören. Golvkonstruktionen skall ha en hållfasthet som är tillräckligt hög enligt Eurokoderna. Gipsmassans vikt bör beaktas i hållfasthetsberäkningarna. Man skall även ta i beaktande att gipsmassans vikt före den torkat är högre än den slutgiltiga vikten. Värmeisolering skall användas för att få ut maximal effekt utav golvvärmen och så att värmen sprider sig uppåt. Man kan utföra gjutningen direkt på isoleringen, då blir det en flytande konstruktion eller så kan man gjuta gipset fast direkt i en konstruktion, t.ex. i ett betonggolv. Det viktiga är att man har ett jämnt underlag som man utgår ifrån. Underliggande konstruktion skall även vara dammfri och ren. Om materialet man gjuter på är poröst eller om man har ett betonggolv under så använder man primer före man pumpar gipsmassa på underlaget. (Knauf laastit ja lattiamassat, s 77).

Genomföringar måste tätas före man kan gjuta och vid alla begränsande konstruktionsytor lägger man kantband (väggar, rör, karmar, osv). Kantbandets uppgift är att skapa mellanrum mellan den närliggande konstruktionen och gipsmassan, vilket möjliggör att materialen har rum att leva och utvidga sig utan att konstruktionen tar skada. Trots att gipsmassan inte lever behövs kantbandet ifall de närliggande konstruktionerna behöver utrymme för att kunna leva. Vid flytande konstruktioner lägger man skyddspapper ovanpå den yta man skall gjuta (se figur 7). Skyddspapprets uppgift är att förhindra den underliggande konstruktionen att dra fukt åt sig. Skyddspappret skall vid skarvarna överlappa 8 cm eller mer. Vid väggarna lyfter man pappret upp på väggen så högt att det blir ovanför den kommande golvytan. (Knauf laastit ja lattiamassat, s.79).

Höjdmärken fästs i konstruktionen eller hängande från taket. Detta görs så att golvet blir jämnt och i rätt höjd på alla ställen. I pumpningsskedet kan man sedan följa med den blivande golvytans höjd. Ett höjdmärke per 4m<sup>2</sup> bör användas. (Knauf laastit ja lattiamassat, s.92).

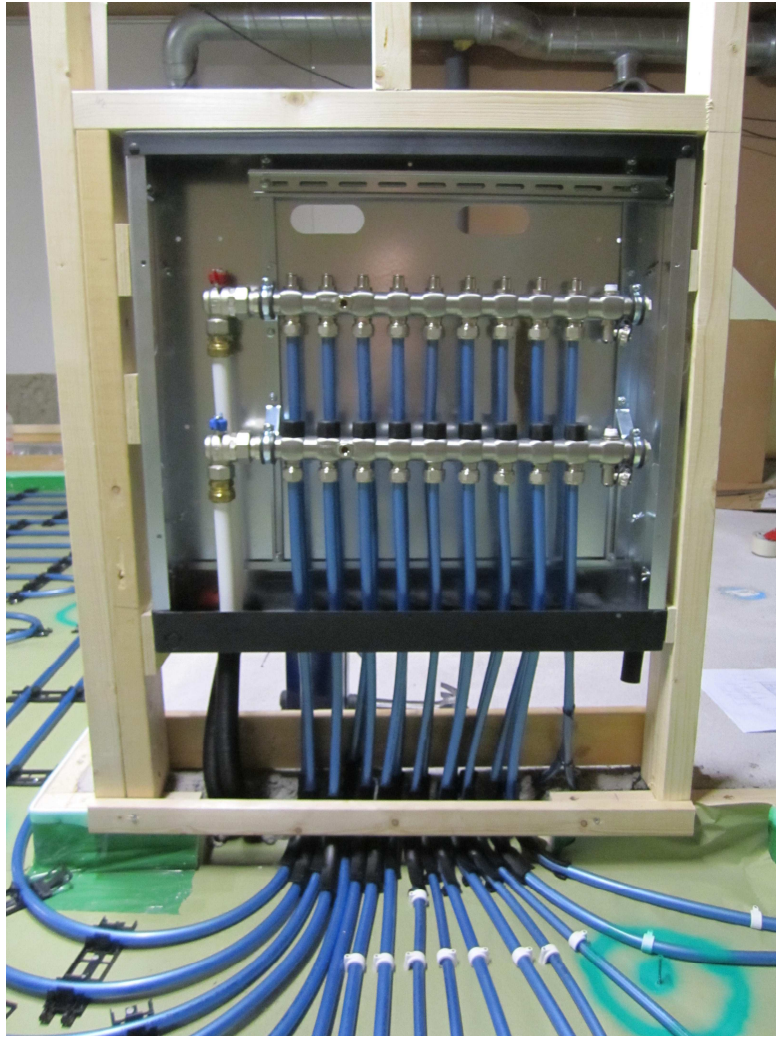
### 3.1.3 Rörinstallation

Rörinstallationen av golvvärmerören skall göras enligt tillverkarens direktiv. Rören skall fästas i det underliggande materialet så att rören hålls på plats under gjutningen. Rören får fästas genom skyddspappret med spikar eller skruvar. Man kan använda sig av t.ex. skenor eller ett armeringsnät för att fästa rören i den underliggande konstruktionen. Vid användning av armeringsnät fungerar armeringsnätet endast som installationsunderlag, det förstärker inte konstruktionen på något vis. (Knauf laastit ja lattiamassat, s.98).

En golvvärmeritning fås oftast från tillverkaren av golvvärmesystemet. Från ritningen framgår golvvärmefördelarens placering, förläggningstyp, slingfördelning, slinglängder, slingornas c-c mått samt termostat placering. Termostaterna skall beaktas före ingjutningen av slingorna sker. Arbetet med termostaterna utförs av en elektriker. (Personlig kommunikation med Nyman, 19.11.2013).

Golvvärmefördelaren skall placeras i det utrymme som framgår från ritningen och fästas ordentligt. För att underlätta avluftningen skall man placera golvvärmefördelaren högre upp än golvvärmerören. Innan golvvärmerören installeras skall matarledningarna till fördelaren kopplas. Om matarledningarna går på sådana ställen där man inte vill sprida värme kan man lägga in dem i skyddsrör. På så vis minskas värmespridningen. (Personlig kommunikation med Nyman, 19.11.2013).

När man installerar golvvärmerören skall man börja med att fästa ändan på golvvärmeröret i tilloppsstaven på golvvärmefördelaren (se figur 4). Sedan drar man röret enligt golvvärmeritningen och fäster det efter hand som arbetet framskrider. När en hel slinga är dragen enligt golvvärmeritningen och man kommit tillbaka till golvvärmefördelaren, kapas röret och fästs i golvvärmefördelaren. Hela slingan skall göras av ett helt rör och får inte skarvas på vägen. För att röret inte skall vecka sig där det kommer upp till fördelaren används rörfixturer. När alla slingor är installerade skall man utföra en täthetskontroll. (Personlig kommunikation med Nyman, 19.11.2013)



*Figur 4. Golvvärmefördelare med installerade golvvärmeslingor.(Dennis Hinderesson)*

### **3.1.4 Täthetskontroll**

När alla rören är installerade och kopplade till fördelaren gör man först en provtryckning av systemet med luft. När man provtrycker systemet med luft följer man golvvärmedistributörens anvisningar. Man kontrollerar att trycket hålls jämnt och att ingen luft läcker ut genom några skarvar eller genom ett skadat rör. När detta är gjort kan man om inga problem uppstått fylla systemet med vatten och avlufta. (Personlig kommunikation med Sjöroos, 2.1.2013).

När man fyller systemet med vatten använder man dricksvatten. I konstruktioner där det finns risk att vattnet kan frysa blandar man frostskyddsmedel i vattnet. Efter att man fyllt systemet med vatten gör man först en avluftning och sedan en täthetskontroll. Täthetskontrollen måste göras före ingjutning och protokollföras. (Statens energimyndighet, Konsumentverket, Boverket och Formas, 2002, s.2-6).

### **3.1.5 Gjutning**

Vid pumpning av gipsmassan använder man sig av speciella pumpar som finns att köpa eller hyra. Endast rent vatten skall blandas med den färdiga torrmassan som används. Pumpen förlängs med en slang som för den färdiga massan till det önskade utrymmet. Rätt mängd vatten skall användas vid blandningen av massan. Om man använder för mycket vatten så försvagas hållfastheten och ytan kan bli ojämn. (Knauf laastit ja lattiamassat, s.92).

Före man börjar pumpa den massa som kommer på golvet så pumpar man en skild startmassa genom slangarna som man inte släpper ut på golvet. Detta görs för att golvmassan skall löpa bättre genom slangarna. (Personlig kommunikation med Holmström 14.1.2014).

Efter hand som pumpandet framskrider är det bra att kolla sättningen för massan så att vattenmängden är rätt. Sättningen granskas så att man tar ett 1,3 liters kärl och fyller det med den färdiga gipsmassan. Kärlet vänds sedan upp och ned och man mäter resultatet genast efter att kärlet lyfts bort. Granskningen bör utföras på en skild plastskiva eller på ett underlag som inte drar fukt åt sig. De tillåtna sättningarna kan man se i figur 5. (Knauf laastit ja lattiamassat, s. 93).

TUOTE	Leviämä (halkaisija)
FE 80	< 42 cm
NE425	< 50 cm
NS415	0-5 mm kerrokset < 68 cm
	5-15 mm kerrokset < 62 cm

*Figur 5. Tillåten sättning för Knauf produkterna (Knauf laastit ja lattiamassat, s. 93).*

Vid gipsgjutning i kombination med vattenburen golvvärme skall man försäkra sig om att minimi 30mm gips kommer utanpå röret. Detta för att uppnå en jämn värmespridning, bra hållfasthet och en hård och jämn yta som är lätt att beklä. (Knauf laastit ja lattiamassat, s. 98).

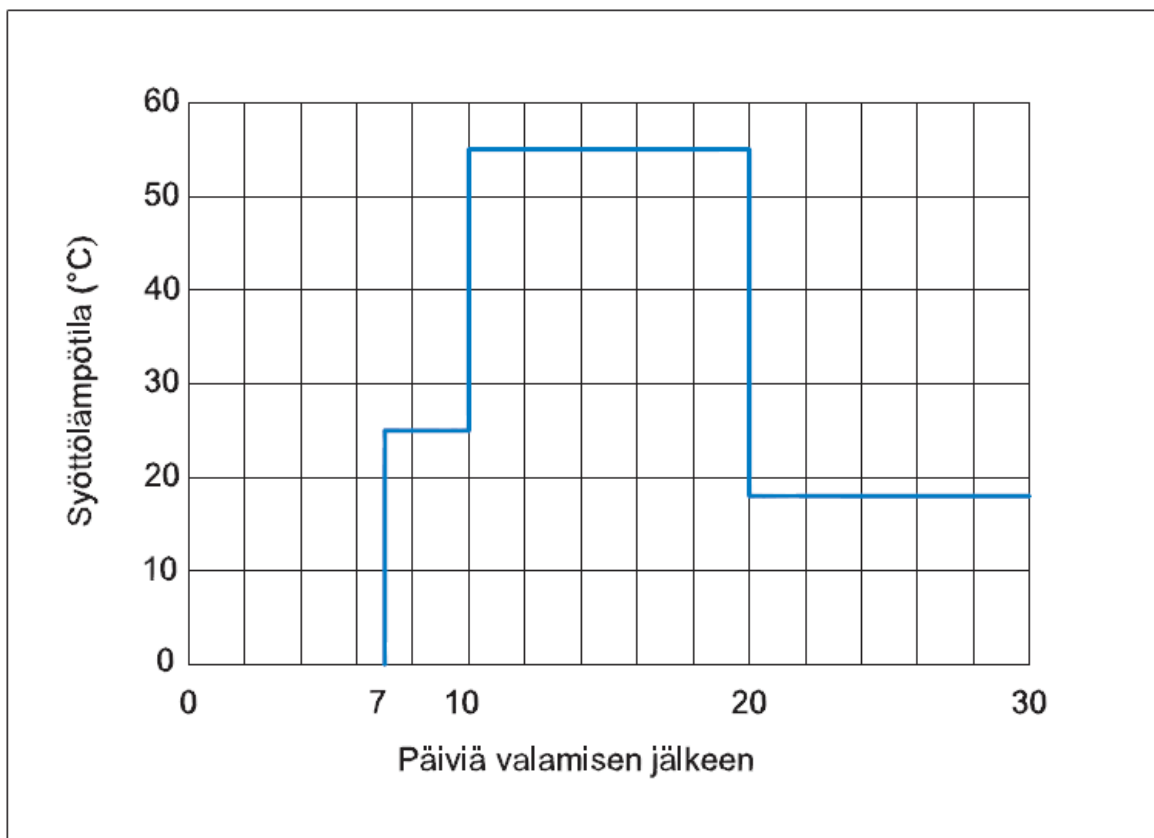
När pumpanDET avslutas skall man utjämna ytan. Detta kan man göra genom att ha ett långt och tunt järnrör med ett handtag på. Röret trycks ned i massan och lyfts sedan upp. Man försäkras sig om att massan runnit ut på alla ställen och att inga luftbubblor finns på det här viset. Ytan blir även jämn när man utför detta arbetsskede. Detta skall göras i båda riktningarna. I första riktningen pressar man ned röret ända till botten. I den andra riktningen vidrör man endast ytan för att den skall bli jämn. Man kan även använda en borste istället för järnröret. Vid användning av borste så borstar man endast ytan så att den blir jämn. Borsten lämpas sig bättre för tunna gjutningar. Efter det här skedet lämnas massan för att torka. (Knauf laastit ja lattiamassat, s. 94).

När man sedan avslutar pumpanDET av den egentliga golvmassan, lägger man en skumgummiboll i slangen och pumpar den genom slangen tills den kommer ut. Detta görs för att få slangen ren så att man kan föra ut den från utrymmet utan att gipsmassa rinner ut i oönskade utrymmen. (Personlig kommunikation med Holmström, 14.1.2014).

### 3.1.6 Massans torkning

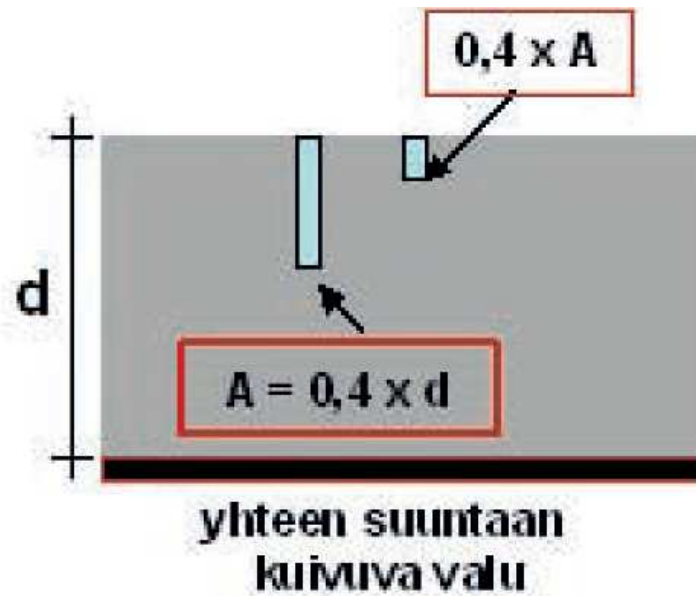
Massans torkning beror främst på temperaturen, luftfuktigheten och den gjutna massans tjocklek. För att torka upp massan krävs det att den fuktiga luften ersätts av ny torrare luft. Om det är möjligt så öppnar man dörrar och fönster till utrymmet för att underlätta luftutbytet. Om torkningen förhindras p.g.a. för låg temperatur kan massans bindningskapacitet bli lägre. Ungefär hälften av det vatten man blandat i massan avdunstar under torkningen. Den andra hälften binds till massan. (Knauf laastit ja lattiamassat, s. 95).

Efter ca 1 dygn är massan så hård att man kan gå på den och utföra övriga arbeten i utrymmet. Om man har utfört en gipsgjutning på en konstruktion med golvvärme kan man försnabba torkningen genom att koppla på golvvärmen. Golvvärmen får kopplas på tidigast 7 dygn efter avslutad gjutning. De tillåtna temperaturerna för golvvärmen framgår i figur 6. Efter 7 dygn går det även att belasta golvet när det är fråga om en flytande konstruktion. (Knauf laastit ja lattiamassat, s. 100).



Figur 6. Tillåtna temperaturer för golvvärme som hjälpmedel för torkning av gipsmassan Knauf Fe 80 (Knauf laastit ja lattiamassat, s. 100).

För att försäkra sig om att plattan är så torr att man kan utföra det slutliga ytarbetet kan man mäta den relativa fuktigheten i den. Det finns två olika metoder för att bestämma fuktigheten, borrhåls- och provbitsmetoden. Mätningarna utförs på samma vis som för betong förutom att hålens djup skiljer sig. Metoderna framgår i RT-kortet RT 14-10984 (februari 2010). (Knauf laastit ja lattiamassat, s. 17-19).



Figur 7. Borrhålens djup beräknas med bildens formler. Två hål borrar för att plattan är fuktigare närmare mitten och torrare närmare ytan. (Knauf laastit ja lattiamassat, s. 17).

Tabell 2. Fukttillskottet vid olika temperaturer och luftfuktighet. (Knauf laastit ja lattiamassat, s. 14).

Ulkona -15°C ja RH 85 % = 1,2 g/m <sup>3</sup>	kosteuslisä 0 g/m <sup>3</sup>	kosteuslisä 3 g/m <sup>3</sup>	kosteuslisä 6 g/m <sup>3</sup>
Sisällä 0 °C	RH 24 %	RH 86 %	RH 100 %
Sisällä 5 °C	RH 17 %	RH 61 %	RH 100 %
Sisällä 15 °C	RH 9 %	RH 32 %	RH 56 %
Sisällä 22 °C	RH 6 %	RH 21 %	RH 37 %
Ulkona 0°C ja RH 95 % = 4,6 g/m <sup>3</sup>	kosteuslisä 0 g/m <sup>3</sup>	kosteuslisä 3 g/m <sup>3</sup>	kosteuslisä 6 g/m <sup>3</sup>
Sisällä 0 °C	RH 95 %	RH 100 %	RH 100 %
Sisällä 5 °C	RH 67 %	RH 100 %	RH 100 %
Sisällä 15 °C	RH 36 %	RH 59 %	RH 83 %
Sisällä 22 °C	RH 24 %	RH 39 %	RH 55 %
Ulkona +20°C ja RH 70 % = 12,1 g/m <sup>3</sup>	kosteuslisä 0 g/m <sup>3</sup>	kosteuslisä 3 g/m <sup>3</sup>	kosteuslisä 6 g/m <sup>3</sup>
Sisällä 0 °C	RH 94 %	RH 100 %	RH 100 %
Sisällä 5 °C	RH 70 %	RH 87 %	RH 100 %
Sisällä 15 °C	RH 53 %	RH 66 %	RH 79 %
Sisällä 22 °C	RH 40 %	RH 50 %	RH 60 %

### 3.1.7 Efterarbete

För att man skall kunna påbörja ytbeläggningen av golvet måste gipsmassan ha torkat tillräckligt. Den konstruktion som ligger under ytmaterialet får inte ha en högre fuktprocent än vad ytmaterialet eller dess fastsättningar tål. Normala värden för den kritiska gränsen är 85-95 % RH beroende på ytmaterialet. När gipset torkat granskar man ytan. Om det finns ojämnheter eller höjdskillnader kan de åtgärdas med t.ex. Knauf NS 415 som är ett gipsbaserat golvspackel. Skillnaden mellan Knauf FE 80 och Knauf NS 415 är att man endast kan gjuta tunnare lager med Knauf NS 415. Gipsytan kan användas som ytmaterial eller så kan man beklä det med valfritt ytmaterial. (Knauf laastit ja lattiamassat, s. 16, s. 102-103).



## 3.2 Installation med gipsskiva

Installation av golvvärme med hjälp utav gipsskiva används ofta på övre våningar och i utrymmen där konstruktionsvikten inte får bli för stor. Vid saneringar lämpar sig denna metod ofta bra. (Personlig kommunikation med Nyman, 19.11.2013).

### 3.2.1 Konstruktion

Den bärande konstruktionen måste vara tillräckligt stark. Vid saneringsobjekt bör det beaktas att vikten blir större än den ursprungliga konstruktionens vikt, och därmed kan den bärande konstruktionen behöva förstärkas. (Personlig kommunikation med Nyman, 19.11.2013).

### 3.2.2 Grundarbete

Till grundarbetet hör granskning av underliggande konstruktion och dess hållfasthet. Glesbredning gör konstruktionen starkare och är nödvändig vid installation på träkonstruktioner. (Personlig kommunikation med Nyman, 19.11.2013).

### 3.2.3 Skivarbete

Skivarbetet sker enligt Rakennustietos anvisningar i kort 55-0264. Ovanpå glesbredningen placerar man ut 13mm gipsskiva och fäster dem. Sedan skär man ut bitar från hela gipsskivor som man placerar ovanpå de hela gipsskivorna. Tjockleken på skivbitarna bör vara så höga att golvvärmerören får plats. Detta görs så att man får gips mellan rören. C-C måttet skall tas i beaktande i det här skedet. (Personlig kommunikation med Sjöroos, 19.11.2013).



Figur 8. Exempel på installation av golvvärme med 3 lager gipsskiva. (Warmialattialämmitys, tekninen ohje 2013, s. 5).

### **3.2.4 Rörinstallation**

Golvvärmefördelaren förser installatören med en golvvärmeritning där det framgår golvvärmefördelarens plats, förläggningstyp, slingfördelning, längden för slingorna, slingornas c-c mått samt termostat placering. Rörinstallation sker enligt anvisningar från tillverkaren för golvvärmesystemet. Röret läggs ner i fåran som bildas av den underliggande skivan samt de skurna skivorna som placerats ovanpå dem. Rören fästs i det underliggande materialet så att de hålls på plats vid övrigt arbete. När alla rören är utdragna och fästa så spacklar man igen fårorna med en gipsmassa baserad på stenmaterial. Spacklets övre kant skall bli jämnt med de utskurna gipsskivorna. Spacklets funktion är att sprida värmen bättre i alla riktningar samt att hålla röret på plats. (Personlig kommunikation med Nyman, 19.11.2013).

### **3.2.5 Efterarbete**

När spacklet torkat skivrar man hela golvet med extra hård gipsskiva. Rörens placering skall tas i beaktande så att man inte skruvar i underliggande rör och därmed orsakar läckage. När detta är gjort kan beklä golvet med valfritt ytmaterial. (Personlig kommunikation med Nyman, 19.11.2013).

## 4 Vattenburen golvvärme

Vattenburen golvvärme är ett lågtempererat värmesystem som används för att värma upp byggnader och kan fungera som primär eller sekundär värmekälla. Den vattenburna golvvärmen lämpar sig för olika konstruktioner med hjälp av olika installationslösningar. (Personlig kommunikation med Nyman, 30.8.2013).

### 4.1 Funktion

Vattenburen golvvärme lämpar sig för så gott som alla byggnader och golvkonstruktioner men det förutsätter bra isolering under rören, annars kan värmeförluster förekomma när värmen transporteras neråt istället för uppåt till rummet. Som ytmaterial på golvet kan nästan vilket ytmaterial som helst användas förutsatt att man följer tillverkarens direktiv samt beaktar det vid dimensioneringen. (RT 52-10801 2003, s.2).

Vattenburen golvvärme är ett lågtemperatursystem. Det innebär att temperaturen för vattnet som går i golvvärmerören är lägre än t.ex. vattnet som går i radiatorer. Således behöver man inte använda lika mycket energi för att värma upp vattnet som används i golvvärmen som det vatten man värmer upp till bruksvatten. Golvvärmen kan inte kopplas till bruksvattennätet pga. detta. Värmen som golvvärmerören sprider används till att värma upp golvet såväl som till att värma upp hela utrymmet. Golvvärmen kan fungera som enda värmefördelningssätt eller som ett kompletterande värmefördelningssätt. (RT 52-10801 2003, s.2).

För att värma upp det vatten som används i golvvärmesystemet kan man använda vilken värmekälla som helst. Värmekällan kan även bytas till en annan under ett senare skede. Med hybridtank som distribuerar vattnet ut till golvvärmen kan man använda flera olika värmekällor, t.ex. kan solvärme komplettera oljeuppvärmning. (Personlig kommunikation med Nyman, 20.11.2013).

I samband med golvvärme bör man tänka på fönstrens värmeisolering. I närheten av fönstren kan det kännas dragit om man har fönster med dåligt u-värde och inte har radiatorer där. Ett kallras kan uppstå som bör tas i beaktning vid planering av golvvärme. Ventilationen bör beaktas så att man inte tar in luft utan att förvärma den. Det här orsakar drag och känsla av köld oberoende av värmefördelningssätt. (RT 52-10801 2003, s.2-3).

## **4.2 Fördelar**

Golvvärme kan användas som lagrande värmedistributör i vissa konstruktioner. Om man har värmt upp ett gjutet golv med tillräcklig isolering lagrar det värmen för en längre tid. Byggnadens energiförbrukning kan minskas i och med att det är fråga om ett lågtempererat system. Inomhustemperaturen kan även sänkas en aning för att golvet känns varmt och fötterna hålls torra och varma. Våtutrymmen kan torkas upp på effektivare sätt när värmen är jämn under hela den yta som väts ner. Vid fuktskada kan man med hjälp av golvvärmens hjälpa till att torka upp golvkonstruktionen och vid nybyggnad kan man försnabba betongens eller gipsmassans torktid. Golvvärme ger även en jämn värme över hela utrymmet till skillnad från t.ex. radiatorer eller eldstäder. Värmekällan går att byta ut vid ett senare skede utan att det påverkar golvvärmens. Golvvärme är ett nästan osynligt värmesystem, endast termostater blir synliga i utrymmena som värms upp, samt fördelaren blir synlig i ett utrymme. (Statens energimyndighet, Konsumentverket, Boverket och Formas, 2002, s.2-6).

## **4.3 Nackdelar**

Golvvärme kan vara ett trögt system, speciellt vid betonginstallation. Det tar länge att höja eller sänka temperaturen i ett utrymme. Ifall ytmaterialen är trä eller parkett kan för snabb uttorkning uppstå vid temperaturväxlingar. Om isoleringen inte är tillräcklig så kan energibehovet öka jämfört med att man använder sig radiatorer. Även risken för vattenskador ökar när man använder sig av vattenburen golvvärme. (Statens energimyndighet, Konsumentverket, Boverket och Formas, 2002, s.2-6).

## 5 Planering

För att få ett golvvärme system som fungerar optimalt och för att installatören skall veta hur det skall installeras krävs planering och dimensionering. Före man kan börja dimensionera systemet måste planeringen vara gjord.

### 5.1 Golvvärmeplanering för gjutning med gips

Planeringen sköts oftast av golvvärmeleverantören. För att kunna påbörja planeringen av golvvärmen för ett utrymme behöver man en viss mängd utgångsdata och övrig information. Installatören eller slutkunden tar kontakt med golvvärmeleverantören och förser denna med behövlig information. Den information golvvärmeplaneraren behöver är en bottenplan, information om underliggande konstruktionen, restriktion om hur mycket golvet får stiga i höjd samt ytmaterial. (Personlig kommunikation med Nyman, 30.8.2013).

Planeraren börjar med att granska vilken dimension på rör som lämpar sig bäst för projektet. Dimensionen på röret behövs för att man skall veta vilket c-c mått som skall användas vid installation och för att man skall få tillräcklig mängd med massa ovanpå röret. Även slinglängderna man kan använda bestäms av rördimensionen. Rördimensionen påverkar även hur mycket golvet stiger. (Personlig kommunikation med Nyman, 30.8.2013).

Planeraren väljer förläggningssätt för installationen. Förläggningssättet påverkar slinglängderna samt dimensioneringen. De förläggningssätt som används är snäckförläggning samt radinstallation. Vid användning av snäckförläggning kan man använda längre slingor. Detta beror på att det finns varmare vatten i början på röret jämfört med slutet på röret. Vid snäckförläggning kommer det varmare vattnet turvis varvat med det kallare vattnet. Det innebär att värmen är utspridd på ett större område trots att temperaturfallet stiger (Personlig kommunikation med Nyman, 30.8.2013).

Med hjälp av bottenplanen placerar man ut golvvärmefördelaren i önskat utrymme. Golvvärmefördelaren skall helst ligga centralt så att slinglängden blir så kort som möjligt till alla utrymmen. Det rekommenderas att fördelaren placeras i ett våtutrymme för att minska risken för vattenskador. Vid behov av flera golvvärmefördelare rekommenderas det att en grupp fördelare även planeras. (Personlig kommunikation med Nyman, 30.8.2013).

Från golvvärmefördelaren dras separata slingor till varje enskilt utrymme. Om utrymmet är så stort att det inte räcker till med en slinga så kan man använda två slingor. Om man använder två slingor för ett utrymme skall man försöka få dem så jämlånga som möjligt för att underlätta dimensioneringen. Om det finns ett litet utrymme där man inte vistas regelbundet intill ett större utrymme kan man dra dessa utrymmen med samma slinga förutsatt att slinglängden inte blir för stor. (Personlig kommunikation med Nyman, 30.8.2013).

## **6 Installation**

Installation av golvvärmen sker enligt golvvärmedistributörens direktiv. Direktiven skall följas av installatören för att slutresultatet skall bli optimalt och för att garantin för systemet skall gälla. Installatören förses med en golvvärmeritning från planeraren. På ritningen framgår fördelarens placering, termostaternas placering samt hur slingorna skall dras. (Personlig kommunikation med Nyman, 19.11.2013).

Installatören börjar med att granska att allt behövligt material finns på plats, att materialet inte är skadat och att ändamålsenliga verktyg finns på arbetsplatsen. Installatören granskar även att grundarbetet är gjort korrekt före installationen påbörjas. Installationen påbörjas med att golvvärmefördelaren fästs på den plats som framgår från ritningen. Matningsledning dras fram till fördelaren och kopplas fast. Sedan börjar man dra ut rör med start från golvvärmefördelaren. Man fäster inte ännu röret i fördelaren utan man lämnar det löst och en aning längre än vad det ser ut att behövas. Man förlägger slingan enligt den uppgjorda planeringen. Röret fästs i det underliggande materialet ordentligt så att det inte stiger upp under gjutningen. När man kommer tillbaka till fördelaren kapar man röret så att det blir lite extra mån kvar och drar den till fördelaren utan att ännu koppla fast röret. Rörlängden för slingan granskas så att den stämmer överrens med planeringen. Ofta kan slinglängden skilja någon meter från uppgjord planering. Man märker den lagda slingan med information om vilket rum den går till och den slutgiltiga längden för slingan. Om den slutgiltiga längden är mycket längre än planeringen skall man kontakta planeraren för att granska om slingan skall dras om eller om systemet fortfarande fungerar. Sedan upprepas samma procedur för de resterande slingorna. (Personlig kommunikation med Nyman, 19.11.2013).

När alla slingorna är dragna kopplar man rören fast i fördelaren. Efter att alla rör är kopplade till fördelaren fyller man systemet med vatten och avluftar systemet. Sedan provtrycks systemet enligt distributörens anvisningar och resultaten protokollförs. Termostaterna installeras av en elinstallatör på de platser som märkts ut i planeringen. Arbetet avslutas med att installatören granskar att det egna arbetet är korrekt gjort. Sedan är allting klart för pumpandet av gipsmassan. (Personlig kommunikation med Nyman, 19.11.2013).

## **7 Dimensionering**

En dimensionering av golvvärmesystemet görs så att systemet skall fungera optimalt oberoende av slinglängder och förläggningssätt. Dimensioneringen görs av golvvärmeplaneraren i samband med att golvvärmeplaneringen görs. Dimensioneringen kan justeras i ett senare skede om det är så att slinglängderna blivit längre eller kortare än det som framgår från ritningen. De företag som sköter om golvvärmeplaneringen har oftast egna program som de gör dimensioneringen i. (Personlig kommunikation med Nyman, 19.11.2013).

### **7.1 Mätdata som behövs vid dimensionering**

För att man skall kunna dimensionera ett golvvärmesystem måste man få olika faktorer att överensstämna med varandra.

Värmespridningen påverkas av materialens värmeledningsförmåga samt hur mycket massa man har ovanför röret. För att värmespridningen skall vara optimal måste man ha tillräckligt med massa ovanpå röret. Speciellt när man kör igång systemet spelar massan som är ovanpå röret en viktig roll. Om man inte har tillräckligt med massa ovanpå röret bildas det ett kallt utrymme mellan varje slinga och golvet är inte jämnvarmt. Vid gipsgjutning rekommenderas det att man har minst 30 mm massa ovanpå röret. Gipsmassans egenskaper påverkar även värmespridningen. (Personlig kommunikation med Nyman, 19.11.2013).

Framledningstemperaturen påverkar användaren rent ekonomiskt sett när vattnet måste värmas upp före det går ut i systemet. Framledningstemperaturen är den temperatur vattnet har när det går ut i varje slinga. Det rekommenderas att framledningstemperaturen skall vara mellan 35 °C och 45 °C. (Personlig kommunikation med Nyman, 19.11.2013).

Temperaturfallet är den temperatur vattnet sjunker med från det att det går ut från fördelaren i slingan tills den kommer tillbaka till fördelaren. Man subtraherar framledningstemperaturen med temperaturen vattnet har när det kommer tillbaka till fördelaren. Det rekommenderas att temperaturfallet är mindre än 5 °C annars riskerar man att golvet blir ojämnt uppvärmt. (Personlig kommunikation med Nyman, 19.11.2013).

Slingornas c-c mått påverkar värmespridningen. Om man lägger rören med tätare c-c mått kan man ha mindre massa ovanpå röret med tanke på värmespridningen. Läger man golvvärmerören med tätare c-c mått blir slingan längre. När slingan blir längre finns det automatiskt mera vatten som kan avge värme till golvet. (Personlig kommunikation med Nyman, 19.11.2013).

Slinglängden man kan använda varierar beroende på förläggningssätt och dimension på röret man använder. Om slingan blir för lång kan tryckfallet bli för högt och temperaturfallet kan bli för stort. Om slingan blir för kort kan temperaturfallet bli för lågt och orsaka olönsamhet ekonomiskt sätt. Effekten för en allt för kort slinga blir onödigt hög. (Personlig kommunikation med Nyman, 19.11.2013).

Effekten som behövs för att värma upp utrymmet påverkar dimensioneringen. Som utgångsläge använder man 50  $W/m^2$  om inte annat är angivet. Genom att ställa flödes hastigheten reglerar man effekten. (Personlig kommunikation med Nyman, 19.11.2013).

För att rummets temperatur skall vara optimal kan man använda sig av termostater som känner av inneluftens eller golvet's temperatur. Termostaten skickar signaler till en styrenhet som reglerar temperaturen för vattnet som går ut i systemet. På så vis får man önskad värme för utrymmet. (Personlig kommunikation med Nyman, 19.11.2013).

Det som påverkar yttemperaturen för golvet är golvbeläggningen, isoleringen som finns under rören och gipsmassans värmeledningskapacitet. Vattenburen golvvärme avger strålningsvärme som upplevs av användaren som bekvämlighets värme. Känns det varmt om fötterna så upplever människan att det är varmt i huset. På så vis kan man ha en lägre temperatur på vattnet och spara energi. (Personlig kommunikation med Nyman, 19.11.2013).



Ytans storlek som en golvvärmslinga täcker påverkar dimensioneringen så att man vet vilken mängd vatten man har som kan avge värme till den önskade ytan. När man vet vilken yta som skall värmas med en viss mängd vatten får man sedan justera flödes hastighet, effekt samt framledningstemperatur. (Personlig kommunikation med Nyman, 19.11.2013).

Flödes hastigheten anger mängden vatten som färdas i röret under en viss tid. Flödes hastigheten påverkar temperaturfallet och tryckfallet. Enligt rekommendation från golvvärmedistributören skall man ha ett minimi flöde på 0,03 l/s. (Personlig kommunikation med Nyman, 19.11.2013).

För att vattnet skall kunna färdas i röret behövs tryck. Om tryckfallet blir för högt så orkar inte systemet pumpa vattnet. Om flödes hastigheten är låg så blir tryckfallet högt. (Personlig kommunikation med Nyman, 19.11.2013).

## **7.2 Dimensionering för golvvärmsystem med flytande gipsmassa**

De värden som behöver korrigeras på Thermotech gällande dimensioneringen för installation med flytande gipsmassa är värmegenomgångskoefficienten och värmemotståndet. Värmegenomgångskoefficienten skall beräknas för de material som ligger under rören och värmemotståndet för de material som finns ovanför rören. De övriga värdena är korrekta värden som används lika oberoende av installationssett.

När man vill dimensionera ett golvvärmsystem så bör man veta materialens värmeförledningsförmåga. Man vill kunna ställa in systemet så att man får tillräcklig värme upp till det utrymme det är tänkt. En del av värmen sprider sig neråt, beroende på isoleringen.

För att beräkna den praktiska värmegenomgångskoefficienten, UP måste man först beräkna totalmotståndet för alla material. Totalmotståndet, R beräknas så att summerar värmemotstånden för alla material. Värmemotståndet för ett enskilt material beräknas genom att materialets tjocklek i mm divideras med 1000 för att få det i meter, och resultatet av det divideras med materialets värmeledningsförmåga. Sedan dividerar man talet 1 med totalmotståndet, R och får det praktiska UP-värdet.

$$R = \frac{\left(\frac{d_1}{1000}\right)}{\lambda_1} + \frac{\left(\frac{d_2}{1000}\right)}{\lambda_2} + \frac{\left(\frac{d_3}{1000}\right)}{\lambda_3} \dots \frac{\left(\frac{d_n}{1000}\right)}{\lambda_n} \quad (7.2.1)$$

R = Värmemotstånd, [m<sup>2</sup>K/W]

d = materialets tjocklek, [mm]

λ = Lambda-värde, [W/m K]

$$UP = \frac{1}{R} \quad (7.2.2)$$

UP = Praktisk värmegenomgångskoefficient, [W/m<sup>2</sup> K]

1 = koefficient

R = Värmemotstånd, [m<sup>2</sup>K/W]

## **8 Mätningar**

Mätningar som kan utföras för golvkonstruktioner med gips är värmefotografering och mätning av den relativa fuktigheten.

### **8.1 Värmefotografering**

För att få ett golvvärmesystem att fungera optimalt måste man planera, dimensionera och installera systemet på rätt vis. Vid planering av systemet måste planeraren bland annat ta ställning till vilken rördimension som skall användas och slingornas c-c mått. Vilken massa som kommer på röret och hur mycket är nödvändig information för att kunna välja rördimension och c-c mått. Genom att värmefotografera kan man se skillnaden för olika lösningar.

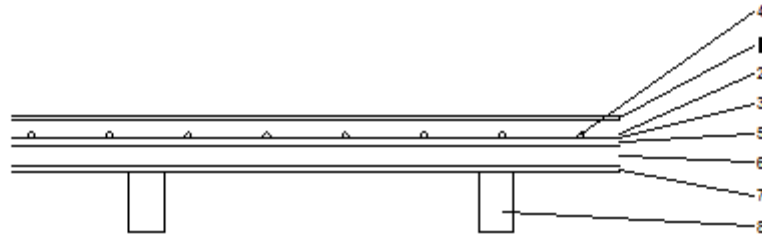
## **9 Konstruktionsmässig jämförelse**

Vid konstruktionsmässig jämförelse mellan de olika gipsgolvskonstruktionerna och betongkonstruktionen som skulle kunna använts för exempelobjektet är de olika konstruktionstyperna, materialen och dess egenskaper beaktade. Fördelar och nackdelar med de olika alternativen är även beaktade.

### **9.1 Flytande gipsmassa**

Den flytande gipsmassan har lägre vikt än betongen, vilket påverkar den underliggande konstruktionen (se tabell 3). Golvvärmerörens dimension är fritt valbar när man kan variera mängden gipsmassa fritt som kommer utanpå röret. Till skillnad från betongen så spricker inte gipsmassan och ingen armering behöver användas. Det negativa med gipsmassan är att krökning kan uppstå lika som för betongen. Krökningen innebär att plattans kanter och hörn stiger upp på grund av spänningar som uppstår när gipsmassan torkar.

## Installation med flytande gipsmassa



Mellanbjälklagets konstruktion uppifrån ner:

1. Laminat, 9mm
2. Knauf FE-80, 50mm
3. Knauf FE-papper
4. Golvvärmerör 17mm
5. OSB skiva, 18mm
6. EPS isolering, 50mm
7. Panel, 18mm
8. Limträbalk, 90x150mm, c-c 890mm

*Figur 9. Mellanbjälklagets konstruktion i exempel objektet. (Dennis Hindersson)*

Tabell 3. Vikt vid installation med flytande gipsmassa. (Dennis Hindersson)

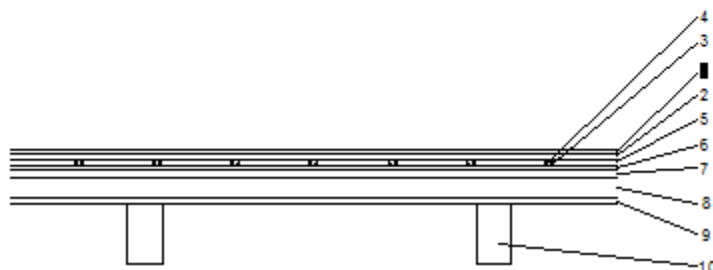
Flytande gipsmassa			
Material	Vikt, kg/m <sup>3</sup>	Tjocklek, mm	Vikt, kg/m <sup>2</sup>
Limträbalk	470	150	7,13
Panel	440	18	7,92
EPS	32	50	1,60
OSB	600	18	10,80
Gipsmassa	2000	50	100,00
Laminat	-	9	7,80
<b>Totalt</b>			<b>135,25</b>

## 9.2 Gipsskiva

När man installerar ett golv med vattenburen golvvärme och gipsskivor så hamnar man beakta rörets dimension. Rörets dimension måste vara mindre än gipsskivans tjocklek, annars kan man inte lägga det tredje lagret med gipsskiva. Den gipsmängd som blir utanpå röret går inte heller att reglera med samma noggrannhet som om man skulle pumpa flytande gipsmassa, för man använder hela skivor utanpå röret. När gipsmängden utanpå röret blir lägre så påverkar det golvvärmen. Det finns inte samma massa som kan lagra värme, så golvet reagerar snabbare på förändringar i temperatur. Det betyder att golvet snabbare blir varmt men även svalnar snabbare. Det negativa är att det finns risk för att golvet blir ojämnt varmt, speciellt när man kör igång systemet. Fördelen med att installera golvvärme med gipsskiva är att ingen sprickbildning eller krökning förekommer så som när betong torkar. Detta beror på att mängden spackel som behöver torka är så liten och inte är utspridd över hela golvytan.

Om man antar att den konstruktion som ligger under gipsmassan i exempelobjektet skulle byggas lika och att endast gipsgjutningen byts ut mot gipsskivor och spackel så blir konstruktionen med flytande gipsmassa tyngre. Golvets vikt påverkar den bärande konstruktionen.

## Installation med gipsskiva



Mellanbjälklagets konstruktion uppifrån ner:

1. Laminat, 9mm
2. Gipsskiva, t.ex. Knauf KL 15, 15mm
3. Gipsspackel, t.ex. Knauf NE 425, 15mm
4. Golvvärmerör 14mm
5. Gipsskiva, t.ex. Knauf KL 15, 15mm
6. Gipsskiva, t.ex. Knauf KL 15, 15mm
7. OSB skiva, 18mm
8. EPS isolering, 50mm
9. Panel, 18mm
10. Limträbalk, 90x150mm, c-c 890mm

Figur 10. Exempel på mellanbjälklagets konstruktion vid installation med gipsskiva.

(Dennis Hindersson)

Tabell 4. Materialens vikt vid installation med gipsskiva. (Dennis Hindersson)

<b>Installation med gipsskiva</b>			
<b>Material</b>	<b>Vikt, kg/m<sup>3</sup></b>	<b>Tjocklek, mm</b>	<b>Vikt, kg/m<sup>2</sup></b>
Limträbalk	470	150	7,13
Panel	440	18	7,92
EPS	32	50	1,60
OSB	600	18	10,80
Gipsskiva	-	15	50,40
Laminat	-	9	7,80
<b>Totalt</b>			<b>85,65</b>

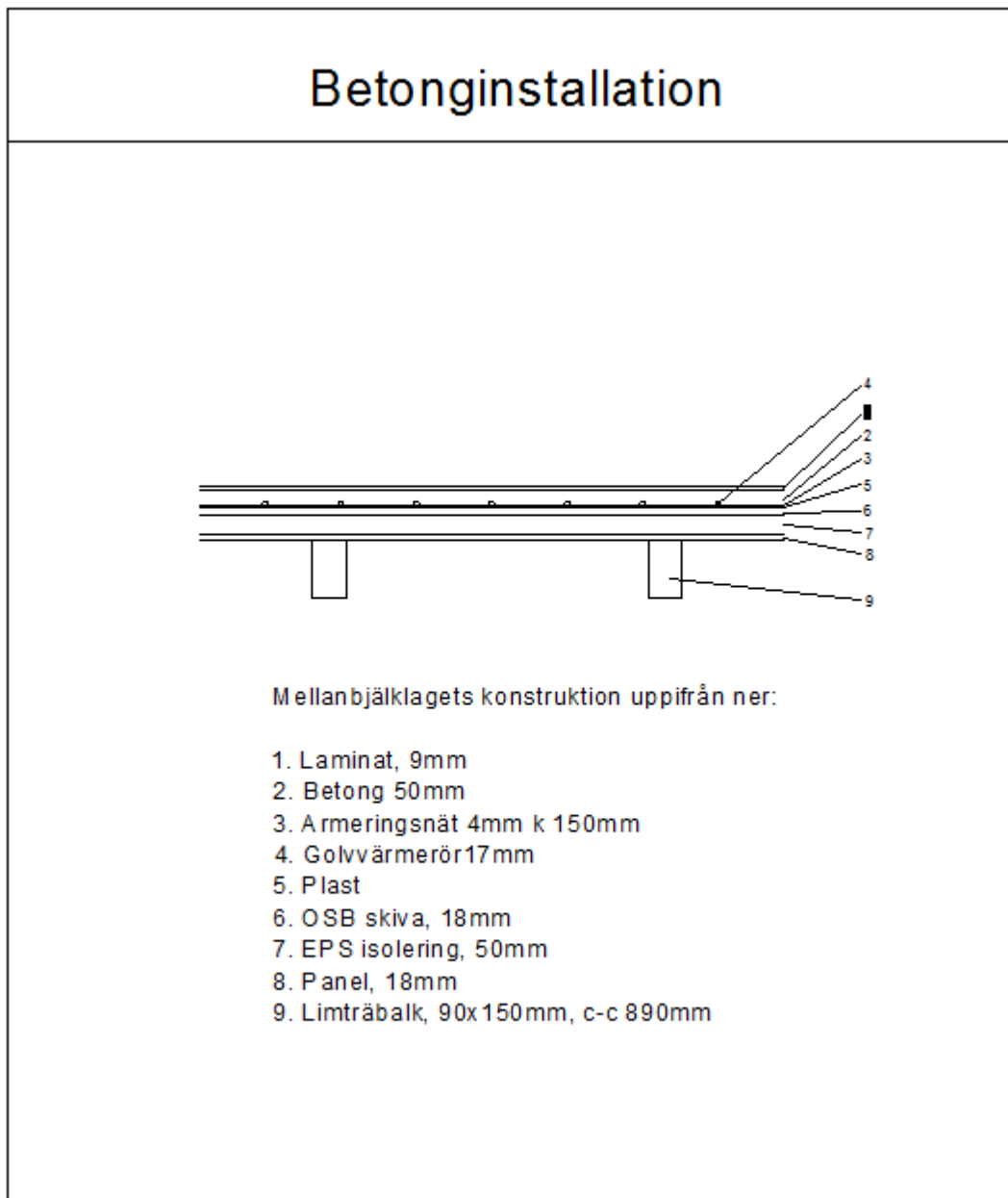
### 9.3 Betonginstallation

Om man jämför tabellerna 3, 4 och 5 kan man konstatera att gipskonstruktionerna är lättare än betongkonstruktionen, vilket påverkar den bärande konstruktionen. Installation med flytande gipsmassa väger 135,25 kg/m<sup>2</sup>, installation med gipsskiva 85,65 kg/m<sup>2</sup> och betonginstallation 151,73 kg/m<sup>2</sup>. Arbetsmängden som behövs till gipsgolvet är mindre än det som behövs till betong, vilket beror på att gipset är självutjämnande och inte behöver slipas efteråt så som betongen. Vid betonginstallation måste man använda armeringsnät, men det är inte nödvändigt vid gipsinstallation.

Den rekommenderade hållfastheten för betongen i en flytande betongkonstruktion är C25/30. Flytande betonggolv har en tendens att krökas under torkningsskedet, vilket ofta orsakar extra arbete i slutskedet. Krökningen beror på att betongen krymper när den torkar, och krympningen sker snabbare i betongens övre yta. På grund av krympningen bildas spänningar i betongplattan som får betongplattans kanter och hörn att stiga. (Nykänen, 2013) Med hjälp av golvvärme kan man minska på betongens krökning. (Saarikko, 2013, s. 17)

På exempelobjektet i Horsbäck skedde ingen krökning på gipsgolven, men däremot på betonggolvet. Enligt Nyström (personlig kommunikation 19.2.2014) har det ändå förekommit krökningar på vissa av de gipsgolv de jobbat med.

Torktiden för gipsmassan som används för gjutning av golv är i normala fall kortare än för normal betong. Detta beror på att en stor del av vattnet som blandas i massan reagerar med bindeämnen och binder sig kemikaliskt i konstruktionen. Endast en del av vattnet avdunstar till omgivningen så den relativa fuktigheten i luftporerna sjunker. (*Knauf laastit ja lattiamassat, s. 15*).



Figur 11. Exempel på mellanbjälklagets konstruktion vid betonginstallation. (Dennis Hindersson)



Tabell 5. Materialens vikt vid installation med betong. (Dennis Hindersson)

<b>Betonginstallation</b>			
<b>Material</b>	<b>Vikt, kg/m<sup>3</sup></b>	<b>Tjocklek, mm</b>	<b>Vikt, kg/m<sup>2</sup></b>
Limträbalk	470	150	7,13
Panel	440	18	7,92
EPS	32	50	1,60
OSB	600	18	10,80
Betong	2300	50	115,00
Armering	-	-	1,48
Laminat	-	9	7,80
<b>Totalt</b>			<b>151,73</b>

#### **9.4 Konstruktionsmässig sammanfattning**

Man kan konstatera att den lättaste konstruktionsvikten nås genom installation med gipsskiva. Lägsta tjocklek på konstruktionen uppnås genom betonginstallation eller installation med flytande gipsmassa. Risk för krökning finns med både betonginstallation och installation med flytande gipsmassa. Det installationssätt som fördröjer de efterföljande arbetena mest är betonginstallation pga. den tid betongen kräver för att torka och härda.

## **10 Ekonomisk jämförelse**

Olika konstruktionslösningar har olika pris beroende på att olika material används och materialmängderna kan skilja. Även arbetsmängden för de olika installationssätten påverkar det slutliga priset. Jag har valt att jämföra priser för de installationssätt som är möjliga i mitt exempelobjekt.

Golvvärmematerialet Thermotech erbjuder för installation av golvvärme inkluderar golvvärmefördelare, golvvärmerör, styrutrustning samt skåp. Priset är riktgivande och utan rabatt. Priset för gipsmassan, pappret och kantbandet är listpriser från Knauf utan rabatt. Övriga materialpriser är tagna den 14.2.2014 från Rautia i Ekenäs.

Tidsåtgången för arbetet med golvvärmen är uppskattad av Jean Sjöroos som har erfarenhet av flera golvvärmeinstallationer. Tidsåtgången för de övriga arbetena är beräknade enligt Rakennustietos anvisningar. Arbetskostnaderna är beräknade med en timdebitering på 32 € utan moms och samma timdebitering för både VVS-arbeten och byggnadsarbeten.

## 10.1 Installation med flytande gipsmassa

Installation med flytande gipsmassa är materialmässigt dyrast men den låga mängden arbete gör att slutsamman hamnar i mitten av de installationssätt som jämförs. Fördelen är att övriga arbeten snabbt kan påbörjas och på så vis kan arbetet fortskrida snabbare än de övriga lösningarna.

Tabell 6. Materialkostnaderna för installation med flytande gipsmassa. (Dennis Hindersson)

Material	Mängd	Pris, moms 24%	Pris totalt, moms 24%
Golvvärme	100 m <sup>2</sup>	27,28 €/m <sup>2</sup>	2728,00
EPS	14 paket	69,90 €/paket	978,60
OSB	31 st	32,5 €/st	1007,50
Skrudar	372 st	0,304 €/st	113,09
Papper	100 m <sup>2</sup>	54,56 €/100 m <sup>2</sup>	54,56
Kantband	80 m	19,84 €/40m	39,68
Gipsmassa	9 ton	297,6 €/ton	2678,40
Laminat	100 m <sup>2</sup>	13,9 €/m <sup>2</sup>	1390,00
<b>Totalt</b>			<b>8989,83</b>

Tabell 7. Arbetskostnaderna för installation med flytande gipsmassa. (Dennis Hindersson)

Arbete	Tid, h	Pris/h, moms 24%	Pris totalt, moms 24%
EPS	10,50	39,68	416,64
OSB	19,32	39,68	766,74
Papper	1,50	39,68	59,52
Reunakaista	1,50	39,68	59,52
Gipsgjutning	7,33	39,68	290,68
Laminat	14,44	39,68	572,98
Golvvärme	24,00	39,68	952,32
<b>Totalt</b>	<b>78,59</b>		<b>3118,40</b>

Genom att addera slutsummorna från tabell 6 och tabell 7 får man den totala kostnaden för konstruktionen. Priset är endast riktgivande och beräknat för exempelobjektet. Den totala slutsumman blir 12108,23€ inklusive moms.

## 10.2 Installation med gipsskiva

Installation med gipsskiva har billigare material än installation med flytande gipsmassa. Arbetsmängden är dock större, vilket leder till att den totala slutsumman blir högst för installation med gipsskiva.

Tabell 8. Materialkostnaderna för installation med gipsskiva. (Dennis Hindersson)

Material	Mängd	Pris, moms 24%	Pris totalt, moms 24%
Golvvärme	100 m <sup>2</sup>	27,28 €/m <sup>2</sup>	2728,00
EPS	14 paket	69,90 €/paket	978,60
OSB	31 st	32,5 €/st	1007,50
Skruvar	372 st	0,304 €/st	113,09
Gipsskiva	300 m <sup>2</sup>	6,39 €/m <sup>2</sup>	1917,00
Skruvar	6900 st	0,01 €/st	69,00
Spackel	11 säckar	27,90 €/säck	306,90
Laminat	100 m <sup>2</sup>	13,9 €/m <sup>2</sup>	1390,00
<b>Totalt</b>			<b>8510,09</b>

Tabell 9. Arbetskostnaderna för installation med gipsskiva. (Dennis Hindersson)

Arbete	Tid, h	Pris/h, moms 24%	Pris, totalt, moms 24%
Finnfoam	10,50	39,68	416,64
OSB	19,32	39,68	766,74
Gipsskiva	43,14	39,68	1711,95
Spackel	5,10	39,68	202,37
Golvvärme	24,00	39,68	952,32
Laminat	14,44	39,68	572,98
<b>Totalt</b>	<b>116,51</b>		<b>4623,00</b>

Genom att addera slutsummorna från tabell 8 och tabell 9 får man den totala kostnaden för konstruktionen. Priset är endast riktgivande och beräknat för exempelobjektet. Den totala slutsumman blir 13131,89€ inklusive moms.

### 10.3 Betonginstallation

Betonginstallation har de lägsta materialkostnaderna samt minst antal arbetstimmar. Det negativa är att betongen måste torka längre än gipsmassan för att övriga arbeten skall kunna framskrida i utrymmet.

Tabell 10. Materialkostnaderna för installation med betong. (Dennis Hindersson)

Material	Mängd	Pris, moms 24%	Pris totalt, moms 24%
Golvvärme	100 m <sup>2</sup>	22,32 €/m <sup>2</sup>	2232,00
EPS	14 paket	69,9 €/paket	978,60
OSB	31 st	32,5 €/st	1007,50
Skrudar	372 st	0,304 €/st	113,09
Plast	4 rullar	26,9 €/rulle	107,60
Betong, C25/30	5 m <sup>3</sup>	141,48 €/m <sup>3</sup>	707,40
Armeringsnät	10 st	49,90 €/st	499,00
Laminat	100 m <sup>2</sup>	13,90 €/m <sup>2</sup>	1390,00
<b>Totalt</b>			<b>7035,19</b>

Tabell 11. Arbetskostnaderna för betonginstallation. (Dennis Hindersson)

Arbete	Tid, h	Pris/h, moms 24%	Pris totalt, moms 24%
EPS	10,50	39,68	416,64
OSB	19,32	39,68	766,74
Plast	1,50	39,68	59,52
Gjutning	1,15	39,68	45,63
Laminat	14,44	39,68	572,98
Raudoitus	1,96	39,68	77,67
Golvvärme	24,00	39,68	952,32
<b>Totalt</b>	<b>72,87</b>		<b>2891,50</b>

Genom att addera slutsummorna från tabell 10 och tabell 11 får man den totala kostnaden för konstruktionen. Priset är endast riktgivande och beräknat för exempelobjektet. Den totala slutsumman blir 9926,69€ inklusive moms.

## **10.4 Ekonomisk sammanfattning**

Genom att se på de olika installationssättens pris för materialen samt arbetet kan man konstatera att den totalt sett billigaste lösningen är betonginstallation. Dyrast är installation med gipsskiva. Ser man endast på materialpriser är betonginstallation billigast och installation med gipsmassa dyrast. Betonginstallationen är även billigast när man ser på arbetskostnaderna medan installation med gipsskiva är dyrast.

## **11 Exempelobjekt**

För att få fram nya dimensioneringsvärden och mera information om värmespridningen samt torkning behövdes ett exempelobjekt där mätningar och värmefotografering kunde utföras. Beställaren hade ett behov av större utrymmen så valet blev att bygga en mellanbjälklagskonstruktion som man kunde göra en gipsgjutning på. Exempelobjektet är beläget på Horsbäck industriområde och har adressen Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs.

### **11.1 Byggnaden**

För att kunna planera en vattenburen golvvärmelösning för övre våningen bör man se på byggnaden som en helhet. Man bör veta hurdan verksamhet som idkas och hurdan konstruktion det är fråga om.

### **11.2 Verksamheten**

Företaget som är en leverantör av vatten och värmesystem idkar partiförsäljning till företag som håller på med installationsarbeten. Kundkretsen sträcker sig över hela Finland och arbetet sköts för tillfället endast från Raseborg. På kontoret i Raseborg där jag utfört mitt arbete, arbetar kontorspersonal, försäljare samt lagerpersonal. De arbeten som utförs är bl.a. försäljning på plats, offertering, planering, dimensionering, lagerarbete, koordinering av försäljning, fakturering och marknadsföring. Förvaring av material sker i ett lagerutrymme i samma byggnad. Även skolning av montörer sker till viss grad i dessa utrymmen. (Personlig kommunikation med Hindersson, 2.10.2013).

Företaget har ett behov av väl funktionerande kontorsutrymmen samt ett effektivt lager. I och med att verksamheten växer, så växer även behovet av större arbetsutrymmen. För att kunna utöka personalen behövs fler kontorsutrymmen. Övre våningen kommer därför att planeras, byggas och tas i bruk inom framtiden. Personal vistas huvudsakligen i utrymmena under vardagar 07.30 och 16.00. Olika slags personal måste kunna arbeta ostört samtidigt, vilket även påverkar hur jag planerar golvkonstruktionen till övre våningen. (Personlig kommunikation med Hindersson, 2.10.2013).

### 11.3 Bakgrund

Hela byggnaden ägs av Creobase Oy. Byggnaden är en hallbyggnad med kontorsdel i ena ändan. Thermotech Scandinavia Finland hyr 500m<sup>2</sup> av den 700 m<sup>2</sup> stora hallen. Byggnaden är byggd år 2012 och Thermotech har varit verksamt i utrymmena sedan januari 2013. Thermotech valde dessa utrymmen tack vare dess möjlighet att expandera vid behov. (Personlig kommunikation med Hindersson, 2.10.2013).

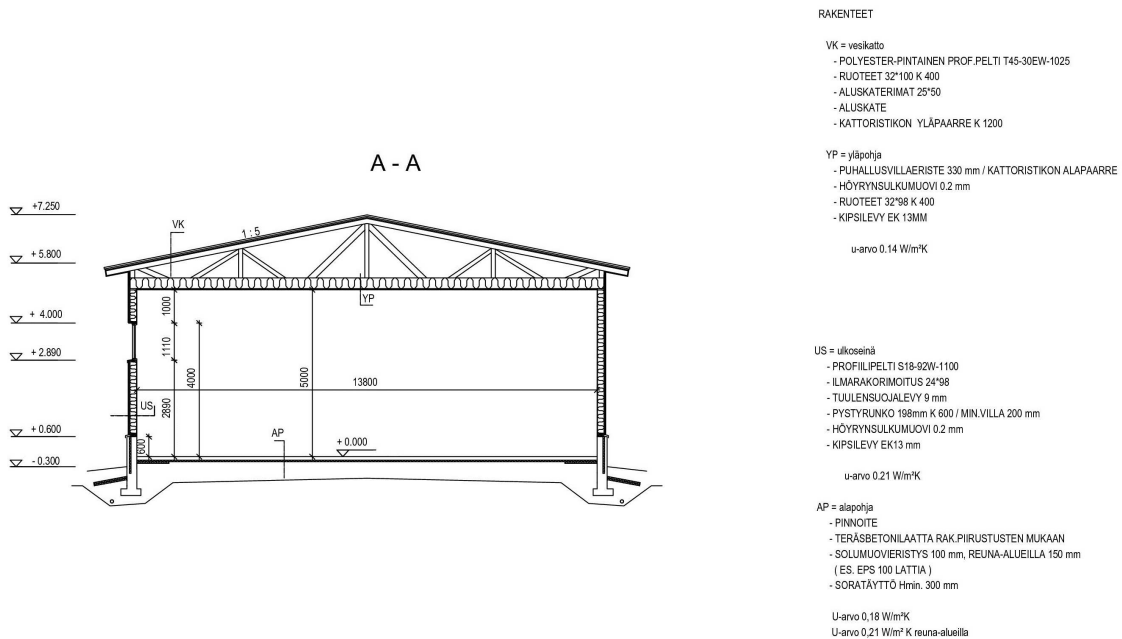


*Figur 12. Thermotechs del av byggnaden. Längst till höger ser man kontorsdelen. ©Linda Förström.*



## 11.4 Byggnadens konstruktion

Byggnaden har en stomme av trä och golvet är betong. Golvet är isolerat med cellplast och väggarna med mineralull. Fasaden och taket har beklänts med plåt. På inre sidan har målad gipsskiva använts på både väggarna och taket. Kontorsdelens ytmaterial på golvet är klinker. (Personlig kommunikation med Hindersson, 2.10.2013).



Figur 13. Skärningsritning för byggnaden där konstruktionen framgår. © Mikko Laitala

Uppvärmningen sker med en hybridtank. Vattenburen golvvärme ingjuten i betong värmer hela nedre planet av byggnaden. I ett senare skede kommer även solvärme att installeras och kopplas till hybrididen. Detta uppvärmningssätt lämpar sig bra till vattenburen golvvärme även för det övre planet. Denna lösning lämpar sig bra även med tanke på att det är dessa produkter som Thermotech säljer och kan således användas som referensobjekt för installatörer vid skolningstillfällen. (Personlig kommunikation med Nyman, 30.8.2013).

Kontorsdelen är maskinellt ventilerad med ett mekaniskt ventilationssystem. Ventilationsmaskinen är installerad i övre våningens kontorsdel. Ventilationsrören till nedre delen av kontorsutrymmet går på övre våningens golv, väggar och i taket. Det påverkar således byggandet av golvkonstruktionen för övre våningen.



*Figur 14. Ventilationsmaskinen och ventilationsrören på övre våningen. (Dennis Hindersson)*

## 11.5 Utgångsläget

Kontorsutrymmet på nedre våningen var färdigt byggt och i användning. Detta innebar att endast nödvändiga ändringar gjordes på nedre våningen för att kunna utföra byggandet av övre våningens kontorsdel.

Mellanbjälklaget var delvis byggt. Mellanbjälklagets balkar är synliga i den nedre kontorsdelen (se figur 16). Ovanpå balkarna är det slaget målad träpanel som är synliga i den nedre kontorsdelen. På träpanelen går det elkablar med skyddsror runt till nedre våningen (se figur 15). Vattenrör, avloppsrör, el samt ventilation finns draget färdigt till övre våningen. Övre våningens innertak samt innerväggar är beklädda med gipsskiva. Väggen som gränsar till lagerutrymmet är en brandvägg som är beklädd med gipsskiva. Inga mellanväggar finns i utrymmet.



*Figur 15. Elkablar med skyddsror dragna ovanpå panelen. (Dennis Hindersson)*



*Figur 16. Mellanbjälklagskonstruktionen sett underifrån. (Dennis Hindersson)*

## **11.6 Planering**

Golvvärmeplaneringen för exempelobjektet gjordes annorlunda än vad man normalt skulle ha gjort. Företagets och ägarens önskemål angående utrymmets rumsindelning togs i beaktande från första början. Jag gjorde en planritning över utrymmet där kommande mellanväggar planerades in. För att få fram så mångsidig jämförelse som möjligt vid kommande mätningar planerade jag sedan vissa utrymmen med 17mm rör och vissa med 14 mm rör. Variation mellan c-c 200mm och c-c 300mm gjordes även för att kunna jämföra dess inverkan. Våtutrymmet planerades med ingjutning i betong med 50 mm massa ovanpå röret och övriga utrymmen med ingjutning i gipsmassa. En del av utrymmet planerades med 40mm gipsmassa ovanpå rören och resten med 30mm gipsmassa ovanpå rören. I bilaga 6 kan man se hur planen ser ut. Ur planeringen framgår slingans nummer, utrymmets namn, rörets dimension och slinglängden.

## 11.7 Dimensionering

Dimensioneringen för golvvärmesystemet gjordes på två vis. Först dimensionerades systemet med de värden som hittills använts vid ingjutning med gipsmassa. Sedan utfördes beräkningar av de nya dimensioneringsvärdena. De nya dimensioneringsvärdena lades in i dimensioneringsprogrammet och en ny dimensionering gjordes.

Genom att föra in den nya värmegenomgångskoefficienten, UP och värmemotståndsvärdet, R i ett dimensioneringsprogram får man nya dimensioneringsvärden för den vattenburna golvvärmen i exempelobjektet. I bilaga 8 kan man se den nya dimensioneringen och i bilaga 7 kan man se dimensioneringen med de gamla dimensioneringsvärdena. Den största skillnaden hittar man i framledningstemperaturen. Den nya dimensioneringen har en högre framledningstemperatur jämfört med den gamla dimensioneringen. Teorin bakom räkningarna och teckenförklaring framgår ur beräkningarna 7.2.1 och 7.2.2.

Den nya praktiska värmegenomgångskoefficienten för materialen som ligger under rören blir 0,5880 W/m<sup>2</sup>. Den praktiska värmegenomgångskoefficienten som tidigare använts till dimensionering av golvvärmesystemet var 0,61 W/m<sup>2</sup>.

$$R = \left( \frac{\left( \frac{2mm}{1000} \right)}{0,4, \frac{W}{m \cdot K}} \right) + \left( \frac{\left( \frac{18mm}{1000} \right)}{0,14 \frac{W}{m \cdot K}} \right) + \left( \frac{\left( \frac{18mm}{1000} \right)}{0,13 \frac{W}{m \cdot K}} \right) + \left( \frac{\left( \frac{50mm}{1000} \right)}{0,035 \frac{W}{m \cdot K}} \right)$$

$$R = 1,7006 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

$$UP = \frac{1}{1,7006 \frac{m^2 \cdot K}{W}}$$

$$UP = 0,5880 \frac{W}{m^2}$$

Det nya värmemotståndsvärdet, R för materialet ovanför rören blir 0,11 m<sup>2</sup>K/W. Det värmemotståndsvärde, R som dimensioneringen tidigare beräknats med var 0,074 m<sup>2</sup>K/W.

$$R = \left( \frac{\left( \frac{30\text{mm}}{1000} \right)}{1,4 \frac{W}{m \cdot K}} \right) + 0,087 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

$$R = 0,11 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

I praktiken innebär förändringen av dessa värden att framledningstemperaturen för vattnet stiger med 1,2 °C.

## 11.8 Grundkonstruktion

En flytande konstruktion planerades för det tänkta utrymmet i och med att det i utgångsläget endast fanns mellanbjälklagsbalkar och takpanel att utgå ifrån. I Figur 9 kan man se konstruktionen som byggdes för exempelobjektet.

Vid planeringen av konstruktionen togs den tänkta konstruktionens vikt i beaktande. Golvets vikt blev relativt hög, vilket ledde till att mellanbjälklagskonstruktionen måste stödas upp underifrån på ett område. Detta åtgärdades genom att placera en limträbalk på undre sidan som förbättrar bäriheten.

Byggandet av konstruktionen började med att 50mm tjocka EPS skivor placerades ut över golvet. De skyddsror som gick på golvet fälldes in i EPS skivorna (se figur 17), på så vis bildades en jämn yta. Ovanpå EPS skivorna lades 18mm tjocka OSB skivor som skruvades genom EPS skivorna så att skruvarna gick in i mellanbjälklagsbalkarna.



*Figur 17. Skyddsörren fälls in i EPS isoleringen. Ovanpå isoleringen syns OSB skivan.  
(Dennis Hindersson )*

När golvet skivats lades kantbandet på plats längs ytterväggarna och genomföringarna (se figur 18). Det diffusionstäta pappret rullades ut över golvet enligt tillverkarens direktiv. Sedan skruvades skenorna på plats som håller golvvärmerören nere.

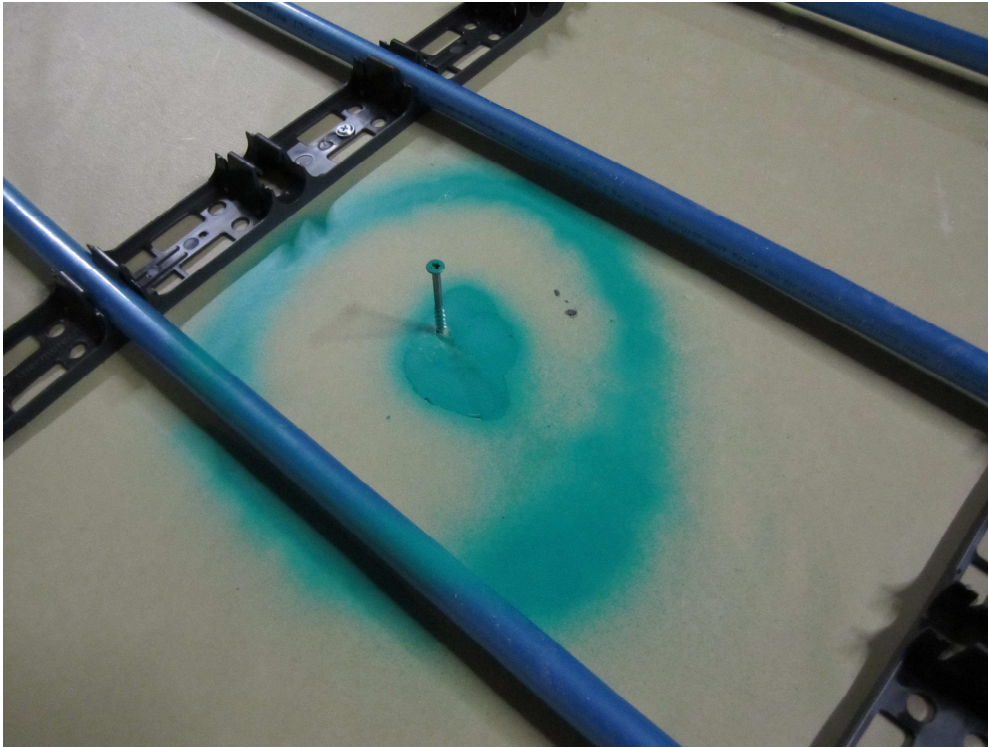


*Figur 18. Det diffusionstäta pappret och kantbandet är installerat. Golvvärmens installeras.  
(Dennis Hindersson).*

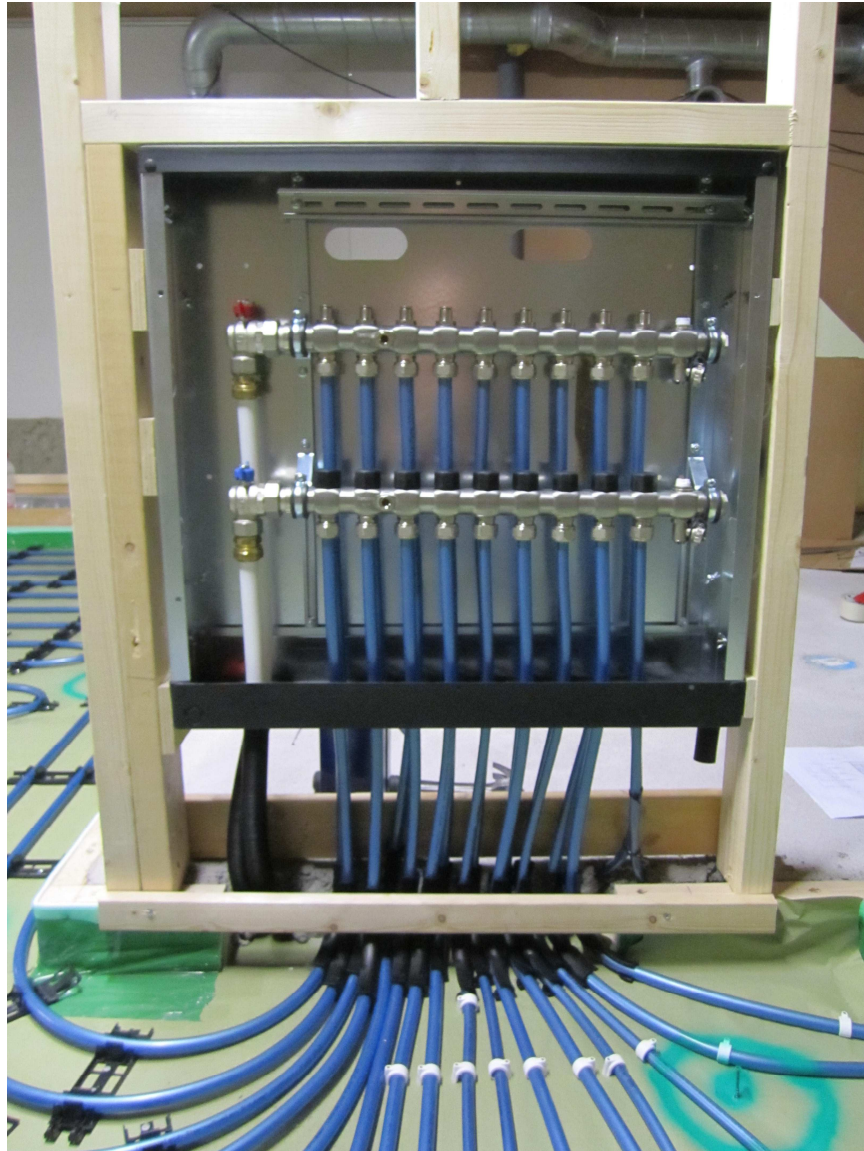


## 11.9 Rörinstallationen

Rörinstallationen gjordes enligt planeringen. Rören startade från golvvärmefördelaren utan att vara fastkopplade. Rören drogs ut och trycktes på plats i skenorna och på de platser där rören vände spikades spikklamrar på plats för att hålla ner rören. När alla slingorna var utdragna kopplades de till golvvärmefördelaren (se figur 20) och höjdmärken skruvades på plats och märktes med sprayfärg.(se figur 19).



*Figur 19. Höjdmärke i exempel objektet. (Dennis Hindersson )*



*Figur 20. Golvvärmerören installerade och kopplade till fördelaren. (Dennis Hindersson).*

### **11.10 Täthetskontroll**

När allting var installerat utfördes en täthetskontroll på golvvärmesystemet. Täthetskontrollen gjordes med luft så att vattnet inte skulle skada någon konstruktion vid eventuellt läckage. Först fylldes systemet med ett tryck på 7,4 bar och lämnades så i 30 minuter. Trycket förändrades inte under denna tid. Trycket sänktes sedan till manuellt 4,5 bar och lämnades så i 2 timmar och 15 minuter. Ingen tryckförändring kunde konstateras under denna tid (se bilaga 9). Systemet konstaterades vara tätt eftersom inga tryckförändringar förekommit.

## 11.11 Gjutning

Ingjutningen i gipsmassa utfördes den 14.1.2014. Massan som användes till ingjutningen var Knauf FE 80. Temperaturen utomhus var så låg att pumpen stod inomhus under pumpningsskedet för att undvika att pumpen skulle frysa. 2 personer fyllde på torr gipsmassa i pumpen, som sedan blandade det i rätt proportion med vatten. I figur 21 kan man se pumpen som användes och hur den torra gipsmassan fylls på.



*Figur 21. Pumpen som användes var av modell PFT G5. (Dennis Hindersson)*

Den färdigblandade massan transporterades längs med en slang till det utrymme där ingjutningen skedde. En person skötte om slangen och styrde massan dit den var menad. Genom att följa höjdmärkena som var satta kunde man lätt se hur mycket massa det skulle pumpas. När tillräckligt med massa hade pumpats till det tänkta utrymmet påbörjades utjämningen av massan (se figur 22). Massan jämnades ut i 2 olika riktningar. När massan var utjämnad lämnades golvet för att torka.



*Figur 22. Utjämnandet av ytan pågår. (Dennis Hindersson)*

## **11.12 Torkning**

På det exempelobjekt gipsgjutningen utfördes skulle totalt ca 700 l vatten avdunsta. Normalt räknar man med att den pumpade gipsmassan torkar 1 cm/vecka. Detta betyder att det skulle räcka 5 för mitt objekt att torka. Torkningstiden snabbades dock upp med hjälp av att koppla på golvvärmen samt genom att använda en avfuktningssmaskin (se figur 23) och fläktar. (Knauf kipsilattiat, 2011 s.2).



*Figur 23. Avfuktningmaskinen som användes vid exempel objektet var av modell LKV 1000XT. (Dennis Hindersson)*

Den relativa fuktigheten på mitt exempelobjekt mättes den 19 februari 2014 tillsammans med Jan Nyström från Tork Tek. Vi använde oss av borrhålsmetoden. Fukten mättes på 3 olika platser för att få ett pålitligt resultat. Vid varje mätplats utfördes minimi 3 borrhålstest. Vi konstaterade att gipsmassan torkat tillräckligt mycket för att man skall kunna lägga yta på golvet på de platser där 50mm gipsmassa pumpats. I det utrymme som 60mm gipsmassa pumpats hade inte massan torkat tillräckligt för att man skulle kunna lägga yta på golvet. Luftens fuktighet i utrymmet var 36,2 % RH och temperaturen 23 °C. I tabell 16 kan man se resultaten från fuktmätningen. I tabell 16 kan man även se att den relativa fuktigheten är högre djupare inne i plattan jämfört med ytan. (Personlig kommunikation med Nyström, 19.2.2014)

Tabell 16. Resultaten för fuktmätningen som utfördes 19.2.2014. Mätningarna utfördes med en fuktmätare av märket Vaisala, modell Hmi-41. (Dennis Hindersson)

Mätpunkt, MP	Gipsmassans tjocklek, mm	Borrhålets djup, mm	Relativ fuktighet, % RH	Temperatur, °C
1	50	25	75,2	24,4
2	50	20	69,7	24,1
3	50	10	57,9	23,5
4	50	20	64,5	22,9
5	50	10	55,5	22,2
6	50	20	61,0	24,4
7	50	10	49,3	24,3
8	50	20	63,2	24,7
9	60	25	85,4	25,2
10	60	25	85,8	25,0
11	60	12	71,6	24,6

### 11.13 Efterarbete

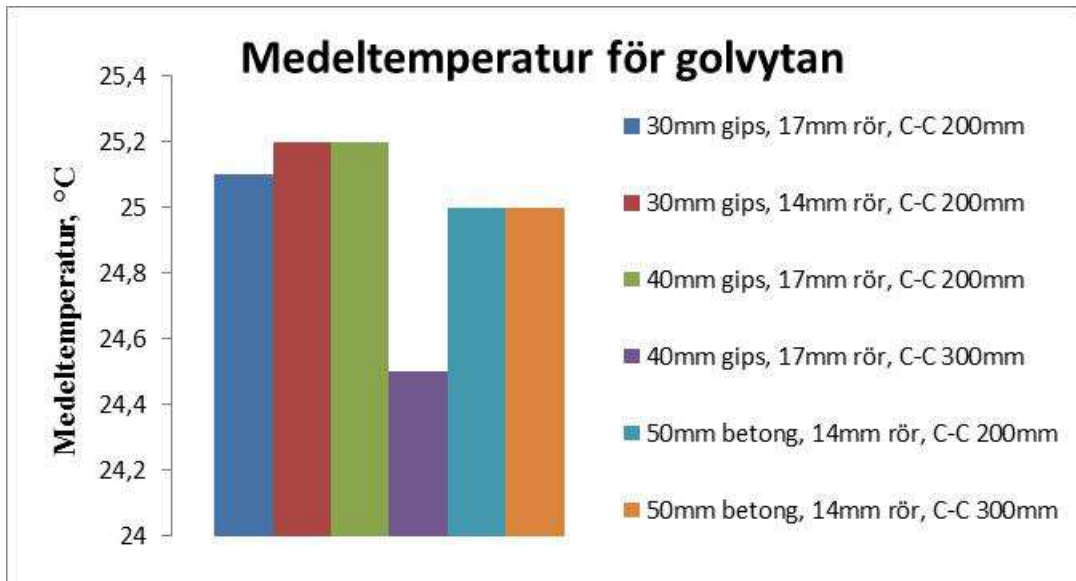
Inget efterarbete gjordes. Gipset lämnades för att torka så att mätningarna kunde utföras. Ytbeläggningen kommer i ett senare skede när det blir aktuellt för företaget att ta utrymmet i bruk.

### 11.14 Mätningar

För att kontrollera fukthalten i golvet på exempelobjektet utfördes en fuktmätning (se tabell 16). Värmefotografering utfördes för att se värmespridningen och hur snabbt golven reagerar på värme.

#### 11.14.1 Värmefotografering

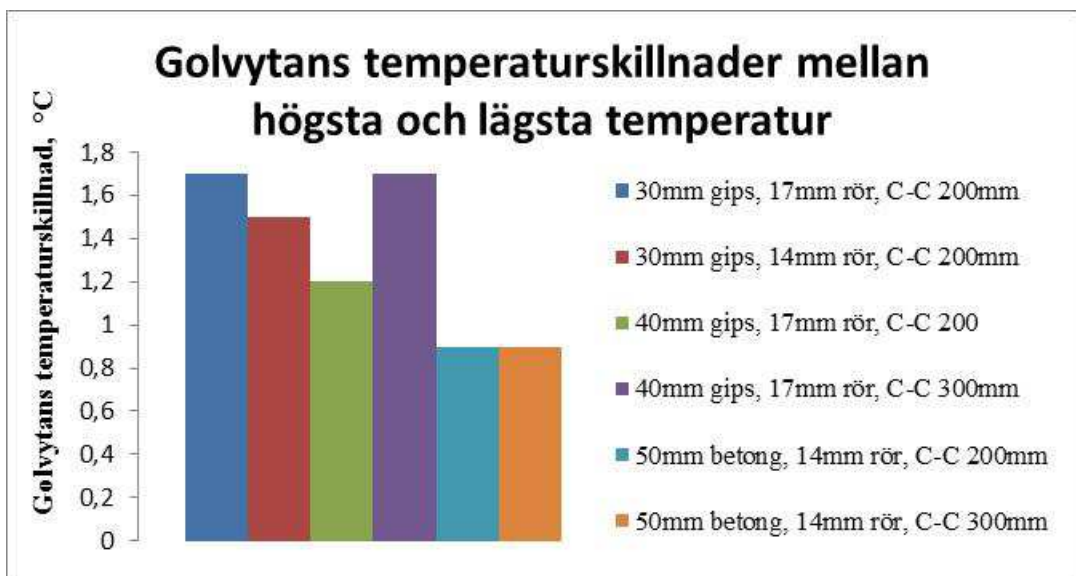
Genom att jämföra bilagorna 2, 3, 4 och 5 kan man räkna ut vilket golv som för exempelobjektet snabbast reagerar på temperaturförändringar och vilka som sprider värmen jämnast.



Figur 24. Golvyternas medeltemperaturer vid färdigt uppvärmt golv.

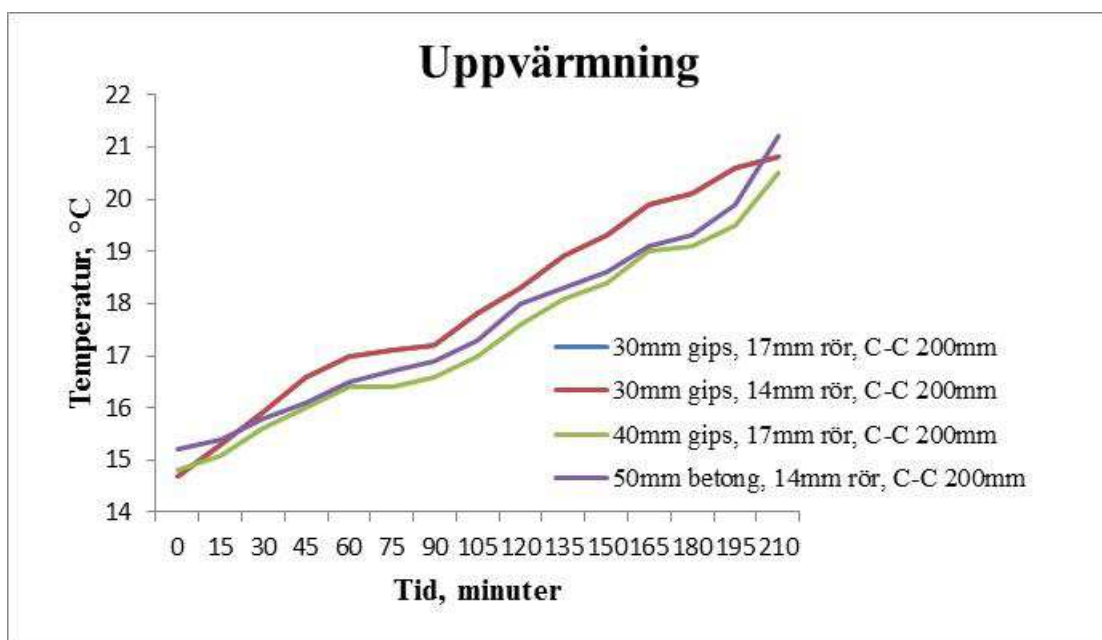
Framledningstemperaturen var 26 °C.(Dennis Hindersson).

I figur 24 kan man se att den högsta medeltemperaturen för golvytan uppnås med gipsmassa som har rören installerade med ett c-c mått på 200mm. Den lägsta medeltemperaturen uppnås med gipsmassa där rören är installerade med ett c-c mått på 300mm.



Figur 25. Figuren visar golvytans temperaturskillnad mellan den högsta och den lägsta uppmätta temperaturen .(Dennis Hindersson).

Golvytan har den högsta temperaturen rakt ovanför röret. Den lägsta temperaturen finns mitt emellan 2 rör. Det golv på exempelobjektet som spred värmen jämnast var betonggolvet. Orsaken till detta är bland annat att betonggolvet hade mest massa ovanför röret som kan sprida värmen. För gipsgolven ser man att bästa resultatet erhöles med 40mm gips ovanpå rören och ett c-c mått på 200mm. Orsaken är här att det finns mera massa som kan sprida värmen och att det finns mera vatten som kan avge värme om man installerar golvvärmnen med ett c-c mått på 200mm.



Figur 26. Figuren visar hur de olika golvens temperatur förändras när man börjar värma upp dem. Den blåa och den röda linjen är nästan identiska, därför syns det endast som en linje i figuren. Mätningarna är utförda med en intervall på 15 minuter. (Dennis Hindersson).

I figur 26 kan man se hur de olika golvens medeltemperatur i exempelobjektet förändras när golven börjar värmas upp med hjälp av den vattenburna golvvärmnen. Starttemperaturen för de olika golven är olika beroende på hur mycket värme de absorberat från nedre våningen. Ingen värmekälla har varit påslagen i något av utrymmena som undersökts.

De golv som snabbast börjat höja yttemperaturen är gipsgolven med 30mm massa ovanpå rören. Orsaken är att det finns mindre massa som behöver värmas upp. Mot slutet kan man se att det är betongen som har den högsta yttemperaturen, vilket beror på att betongen sprider värmen jämnare när den har mer massa ovanpå rören. När värmen sprids jämnare



blir inte skillnaden mellan den högsta och den lägsta yttemperaturen lika stor som för golven som har endast 30mm gipsmassa ovanpå rören och medeltalet blir högre än för gips. Mot slutet av mätningen ser temperaturhöjningen för gipsgolven med 30mm massa ovanpå rören ut att avta medan temperaturhöjningen för golven med mera massa ovanpå rören ser ut att stiga.

## 12 Sammanfattning

Vattenburen golvvärme ingjuten i gipsmassa verkar vara ett värmedistributionssystem som blir allt vanligare. Konstruktionen kan byggas som en flytande konstruktion eller som en anslutningskonstruktion. Man får en massa som sprider värmen så att hela plattan blir varm förutsatt att golvvärmen är rätt installerad och man har tillräckligt med massa ovanpå rören. Lösningen lämpar sig speciellt för övre våningar i och med att det blir en relativt tyst och stark konstruktion med lägre vikt än t.ex. betongen. Brandtekniskt sett lämpar sig gipsgolv ypperligt som konstruktionslösning i och med att det är ett material som inte brinner.

Vilket golvvärmesystem man skall välja beror på vilka egenskaper man vill ha ut av golvet. Gipsmassan reagerar enligt min undersökning snabbare på värmeförändringar än betongen, medan betongens fördel är att den klarar av att lagra värmen längre än gipsmassan. Vid färdigt uppvärmt golv ger gipsmassan en aning högre yttemperatur än betongen men betongen sprider värmen lite jämnare.

Vid planering av vattenburen golvvärme skall man undvika att c-c måttet för golvvärmeslingorna blir högre än c-c 200mm. Annars kan golvytan bli ojämnt varm.

Från den korrigerade dimensioneringen kan man se att framledningstemperaturen bör vara högre än vad företaget tidigare räknat med. Skillnaden är liten och spelar i praktiken för användaren av golvvärmesystemet ingen större roll. Flödeshastigheterna ändrade inte märkbart för den nya dimensioneringen.

Prismässigt sett hamnar konstruktionen med gipsmassa ungefär i mitten jämfört med de andra lösningarna. Fördelen är att installationstiden är snabb och torktiden är kontrollerbar. För exempelobjektet var torktiden kortare än för betongen. I och med att man redan efter ett dygn kan gå på gipsmassan och efter tre dygn belasta den så kan övrigt arbete i utrymmet fortsätta med snabb tidtabell.

Vill man ha ett golv som reagerar snabbare på temperaturförändringar än betong, men ändå lagrar värme och sprider den jämnt kan man välja gipsmassa.

## 13 Kritisk granskning

Mätningen av hur snabbt de olika golven reagerar på värmen kunde ha gjorts utförligare. Mätningen borde ha fortsatt tills golvet medeltemperatur slutat stiga och värdena stabiliserats för att få ett ännu pålitligare resultat. Mätningens tidpunkt skulle kunnat vara senare. Gipsgolvet med 40mm gipsmassa ovanpå röret hade en högre relativ fuktighet än gipsgolvet med 30mm massa ovanpå röret. Den relativa fuktigheten kan påverka resultatet för både värmespridningen och för hur snabbt golvet reagerar på värme. Hur snabbt golvet svalnar kunde ha undersökts med värmefotografering.

Jämförelsen mellan betonggolvet och gipsgolvet kunde ha gjorts med lika mycket massa ovanpå röret. Värmespridningsresultatet samt hur snabbt golven reagerar på värmen går inte att jämföra exakt med varandra på grund av skillnaden i massa.

Att ingen deformation uppstod för gipsgolvet vid torkningen kan bero på att lägre temperaturer på vattnet kördes i golvvärmesystemet än de som Knauf angivit att kan användas.

De nya dimensioneringsvärdena har små skillnader jämfört med de gamla dimensioneringsresultaten. Den största skillnaden var vid framledningstemperaturen. Framledningstemperaturen justeras automatiskt av hybriden i exempelobjektet beroende på utomhusluftens temperatur och inomhusluftens temperatur. Flödet justeras automatiskt av termostater så ändringarna på de värdena var inte av stor betydelse.

Vid konstruktions- och prisjämförelse kunde jag tagit flera installationssätt i beaktande. T.ex. kunde installation med spånskiva, flytande golv med cellplastskivor och installation med glesregling och plåtar tagits i beaktande. På så vis skulle jag ha fått en större helhetsbild.

# KÄLLFÖRTÄCKNING

Knauf (2011) *Knauf kipsilattiat*. Knauf Oy Esbo

Knauf (2011) *Knauf laastit ja lattiamassat*. Knauf Oy Esbo.  
[http://www.knauf.fi/sites/default/files/laastimanuaali\\_net\\_small.pdf](http://www.knauf.fi/sites/default/files/laastimanuaali_net_small.pdf) (hämtad 3.3.2014).

Knauf (2011) *Knauf levyopas, kipsilevyrakentajan asennus- ja käyttöopas*. Knauf Oy Esbo  
[http://www.knauf.fi/sites/default/files/knauf\\_levyopas\\_2011.pdf](http://www.knauf.fi/sites/default/files/knauf_levyopas_2011.pdf) (hämtad 4.3.2014).

Nykänen, J. (2013) *Kelluvien betonilattioiden kaareutuminen*. Examensarbete för byggnadsteknik. Yrkeshögskolan Novia, utbildningsprogrammet för byggnadsteknik, Raseborg.

Rakennustietosäätiö (2003) RT 52-10801 *Vesikiertoinen lattialämmitys*.  
Rakennustietosäätiö RTS 2003

Rakennustietosäätiö (2010) RT 14-10984. *Betonin suhteellisen kosteuden mitta*.  
Rakennustietosäätiö RTS 2010

Rakennustietosäätiö (2003) 55-0264 *Levytyö*. Rakennusteollisuus RT ry,  
Rakennustietosäätiö RTS 2003.

Saarikko, M (2013) *Lattialaattojen irtoaminen*. Opinnäytetyö (AMK). Turun ammattikorkeakoulu. Tuotantojohtaminen, Turku.

Statens energimyndighet, Konsumentverket, Boverket, Formas (okänt årtal) *Grundtips för golvvärme*

[http://www.thermotech.se/download/18.759eaca711a771457fd80008022/grundtips\\_for\\_golvvarme.pdf](http://www.thermotech.se/download/18.759eaca711a771457fd80008022/grundtips_for_golvvarme.pdf) (hämtad 3.3.2014).

## BILDFÖRTÄCKNING

Figur 1. *Knauf FE 80 gipsmassans egenskaper*. Kortnummer 11 1/2009. Knauf Oy Esbo.

Figur 2. *Knauf 415 lattiatasoite*. Kortnummer 13 1/2009. Knauf Oy Esbo.

Figur 3. *Knauf gipsmassornas egenskaper*. Knauf laastit ja lattiamassat. Knauf Oy Esbo.

Figur 4. *Golvvärmefördelare med installerade golvvärmeslingor*. Dennis Hindersson, 2014.

Figur 5. *Tillåten sättning för Knauf produkterna*. Knauf laastit ja lattiamassat. Knauf Oy Esbo.

Figur 6. *Tillåtna temperaturer för golvvärme som hjälpmedel för torkning*. Knauf laastit ja lattiamassat. Knauf Oy Esbo

Figur 7. *Borrhålets djup*. Knauf laastit ja lattiamassat. Knauf Oy Esbo.

Figur 8. *Exempel på installation av golvvärme med 3 lager gipsskiva*. Warmia Oy Kaarina

Figur 9. *Mellanbjälklagets konstruktion i exempel objektet*. Dennis Hindersson, 2013.

Figur 10. *Exempel på mellanbjälklagets konstruktion vid installation med gipsskiva*. Dennis Hindersson, 2013.

Figur 11. *Exempel på mellanbjälklagets konstruktion vid betonginstallation*. Dennis Hindersson, 2013

Figur 12. *Thermotechs del av byggnaden*. Linda Förström, 2013.

Figur 13. *Skärningsritning*. Mikko Laitala, 2012.

Figur 14. *Ventilationsmaskin och ventilationsrör*. Dennis Hindersson, 2013.

Figur 15. *Elkablar med skyddsror dragna ovanpå panelen*. Dennis Hindersson, 2013.

Figur 16. *Mellanbjälklagskonstruktionen sett underifrån*. Dennis Hindersson, 2013.

Figur 17. *Skyddsroren fälls in i isoleringen*. Dennis Hindersson, 2013

Figur 18. *Skyddspappret och kantbandet är installerat*. Dennis Hindersson, 2013.

Figur 19. *Höjdmärke i exempel objektet.* Dennis Hindersson, 2013.

Figur 20. *Golvvärmerören installerade och kopplade till fördelaren.* Dennis Hindersson, 2013.

Figur 21. *Pumpen som användes var av modell PFT G5.* Dennis Hindersson, 2013.

Figur 22. *Utjämnandet av ytan pågår.* Dennis Hindersson, 2013.

Figur 23. *Avfuktningmaskinen som användes vid exempel objektet.* Dennis Hindersson, 2013.

Figur 24. *Golvytornas medeltemperaturer vid färdigt uppvärmt golv.* Dennis Hindersson, 2014.

Figur 25. *Golvytans temperaturskillnad.* Dennis Hindersson, 2014

Figur 26. *Golvytans uppvärmning.* Dennis Hindersson, 2014

Tabell 1. *Gipsskivornas egenskaper.* Knauf Oy Esbo, 2011.

<http://www.knauf.fi/tuotteet/knauf-rakennuslevyt/kipsilevyt/tekniset-tiedot-kipsilevyt> Hämtad 3.3.2014.

Tabell 2. *Fukttillskottet vid olika temperaturer och luftfuktighet.* Knauf laastit ja lattiamassat. Knauf Oy Esbo.

Tabell 3. *Materialens vikt vid installation med flytande gipsmassa.* Dennis Hindersson, 2013.

Tabell 4. *Materialens vikt vid installation med gipsskiva.* Dennis Hindersson, 2013

Tabell 5. *Materialens vikt vid installation med betong.* Dennis Hindersson, 2013

Tabell 6. *Materialkostnaderna för installation med flytande gipsmassa.* Dennis Hindersson, 2013.

Tabell 7. *Arbetskostnaderna för installation med flytande gipsmassa.* Dennis Hindersson, 2013.

Tabell 8. *Materialkostnaderna för installation med gipsskiva.* Dennis Hindersson, 2013.

Tabell 9. *Arbetskostnaderna för installation med gipsskiva.* Dennis Hinderesson, 2013.

Tabell 10. *Materialkostnaderna för installation med betong.* Dennis Hinderesson, 2013.

Tabell 11. *Arbetskostnaderna för betonginstallation.* Dennis Hinderesson, 2013.

Tabell 12. *Materialkostnaderna för installation med spånskiva.* Dennis Hinderesson, 2013.

Tabell 13. *Arbetskostnaderna för installation med spånskiva.* Dennis Hinderesson, 2013.

Tabell 14. *Materialkostnaderna för installation av flytande golv.* Dennis Hinderesson, 2013.

Tabell 15. *Arbetskostnaderna för installation med flytande golv.* Dennis Hinderesson, 2013.

Tabell 16. *Resultaten för fuktmätningen.* Dennis Hinderesson, 2014.

## **BILAGOR**

Bilaga 1. Värmefotografering, färdigt uppvärmda golv

Bilaga 2. Värmefotografering, 17mm rör, 30mm gips på röret, C-C 200mm

Bilaga 3. Värmefotografering, 14mm rör, 30mm gips på röret, C-C 200mm

Bilaga 4. Värmefotografering 17mm rör, 40mm gips på röret, C-C 200mm

Bilaga 5. Värmefotografering 14mm rör, 50mm betong på röret, C-C 200mm

Bilaga 6. Golvvärmeritning

Bilaga 7. Dimensionering med gamla värden

Bilaga 8. Dimensionering med nya värden

Bilaga 9. Provtryckningsprotokoll





**Thermotech**  
Mästarvägen 12  
10600  
Ekenäs

# Bilaga 1

## Värmefotografering

*Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs*

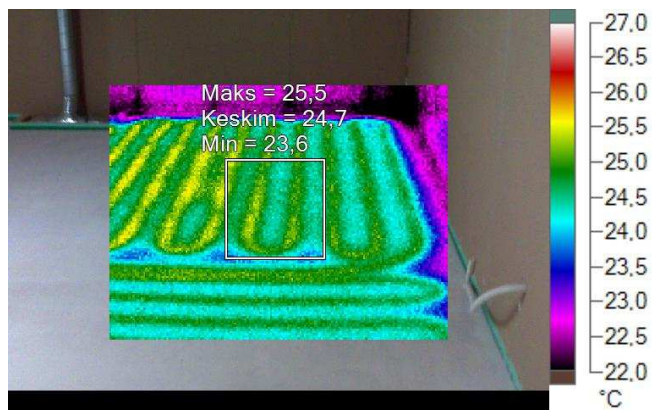
*Färdigt uppvärmt golv*



Asiakkaan nimi:

**Thermotech**  
Mästarvägen 12  
10600  
Ekenäs

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**  
**Kuvausajankohta: 20.2.2014 18:16:23**  
**Kuvauskohde: Kontor 1**



**Valokuva kohteesta**

## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	2 m
Sisäilman lämpötila	21,9
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	34,5%
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	24,7°C	23,6°C	25,5°C	0,95	22,0°C

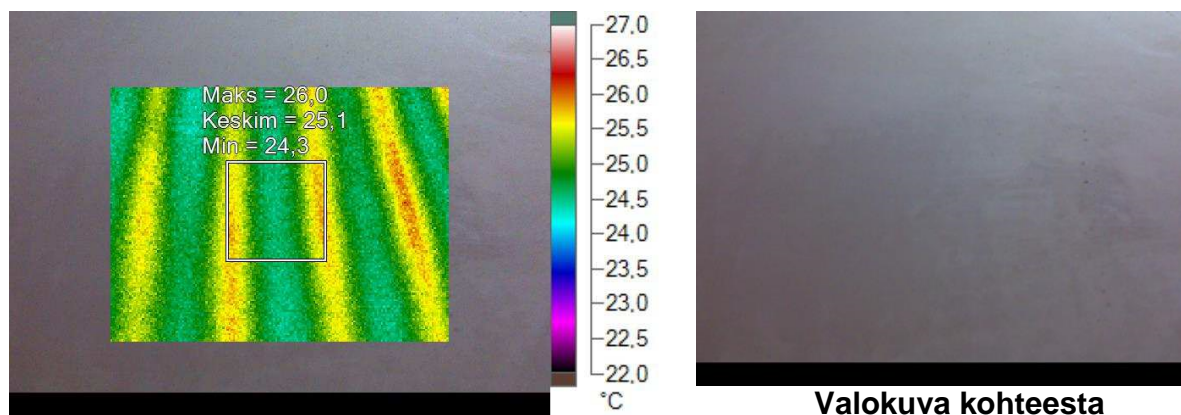
### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001049.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

### Kommentit:

17mm rör med ett C-C mått på 200mm. Ovanpå röret finns 30mm gipsmassa.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**  
**Kuvausajankohta: 20.2.2014 18:19:27**  
**Kuvauskohde: Kontor 1**



## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Sisäilman lämpötila	21,9
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	34,5%
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	25,1°C	24,3°C	26,0°C	0,95	22,0°C

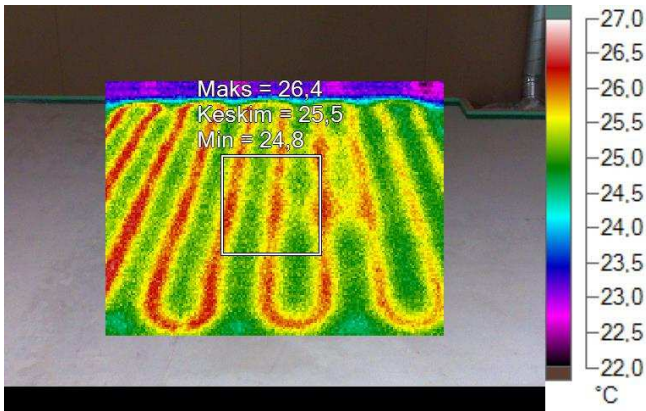
### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001050.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

### Kommentit:

17mm rör med ett C-C mått på 200mm. Ovanpå röret finns 30mm gipsmassa.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**  
**Kuvausajankohta: 20.2.2014 18:23:24**  
**Kuvauskohde: Kontor 2**



Valokuva kohteesta

## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	2 m
Sisäilman lämpötila	21,9
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	34,5%
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	25,5°C	24,8°C	26,4°C	0,95	22,0°C

### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001054.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

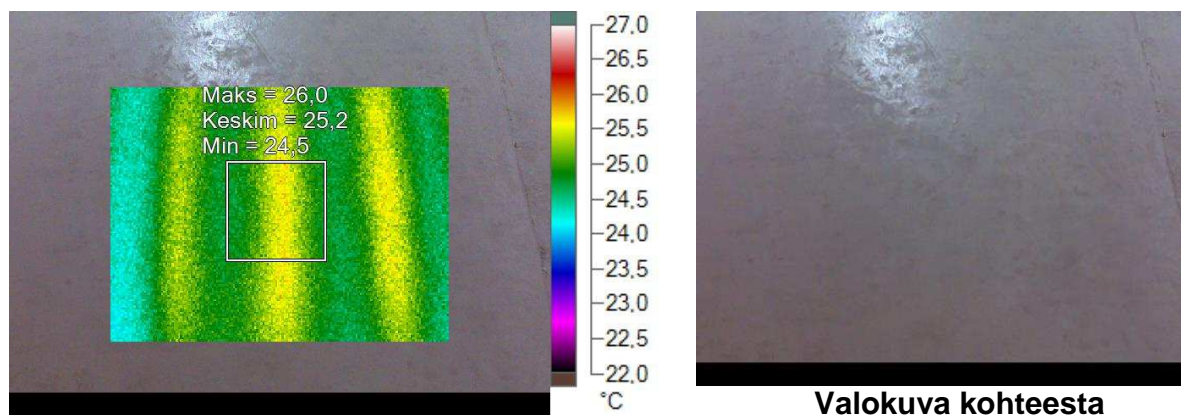
### Kommentit:

14mm rör med ett C-C mått på 200mm. Ovanpå röret finns 30mm gipsmassa.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**

**Kuvausajankohta: 20.2.2014 18:24:02**

**Kuvauskohde: Kontor 2**



## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Sisäilman lämpötila	21,9
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	34,5%
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	25,2°C	24,5°C	26,0°C	0,95	22,0°C

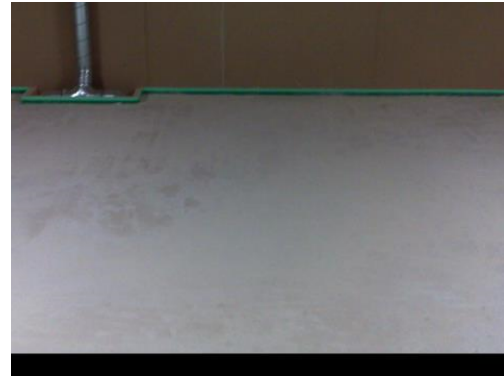
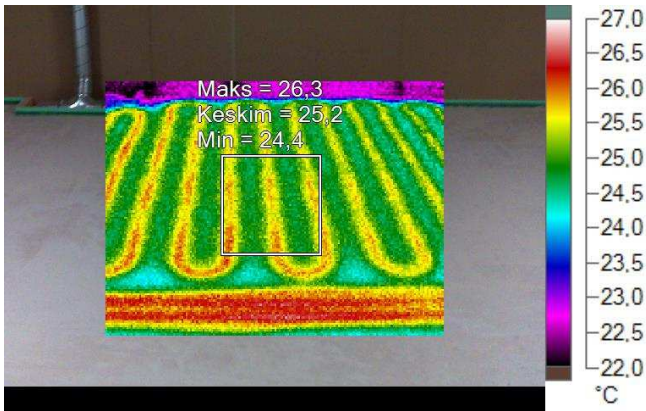
### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001055.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

### Kommentit:

14mm rör med ett C-C mått på 200mm. Ovanpå röret finns 30mm gipsmassa.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**  
**Kuvausajankohta: 20.2.2014 18:26:31**  
**Kuvauskohde: Kontor 3**



Valokuva kohteesta

## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	2 m
Sisäilman lämpötila	21,9
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	34,5%
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	25,2°C	24,4°C	26,3°C	0,95	22,0°C

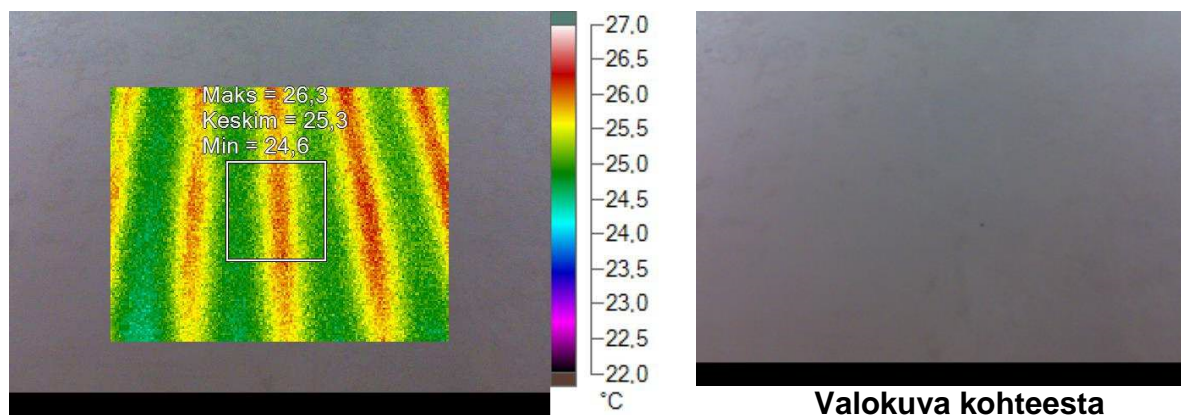
### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001056.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

### Kommentit:

17mm rör med ett C-C mått på 200mm. Ovanpå röret finns 30mm gipsmassa.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**  
**Kuvausajankohta: 20.2.2014 18:26:58**  
**Kuvauskohde: Kontor 3**



**Viite**

**Kuvausolosuhteet:**

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Sisäilman lämpötila	21,9
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	34,5%
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson

**Lämpökuvan merkkiedot:**

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	25,3°C	24,6°C	26,3°C	0,95	22,0°C

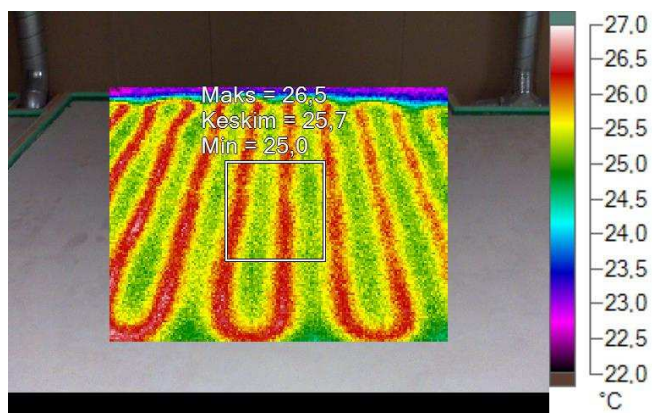
**Kuvan ja kameran yleiset tiedot:**

	IR001058.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

**Kommentit:**

17mm rör med ett C-C mått på 200mm. Ovanpå röret finns 30mm gipsmassa.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**  
**Kuvausajankohta: 20.2.2014 18:28:56**  
**Kuvauskohde: Kontor 4**



**Valokuva kohteesta**

**Viite**

**Kuvausolosuhteet:**

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	2 m
Sisäilman lämpötila	21,9
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	34,5%
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson

**Lämpökuvan merkkiedot:**

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	25,7°C	25,0°C	26,5°C	0,95	22,0°C

**Kuvan ja kameran yleiset tiedot:**

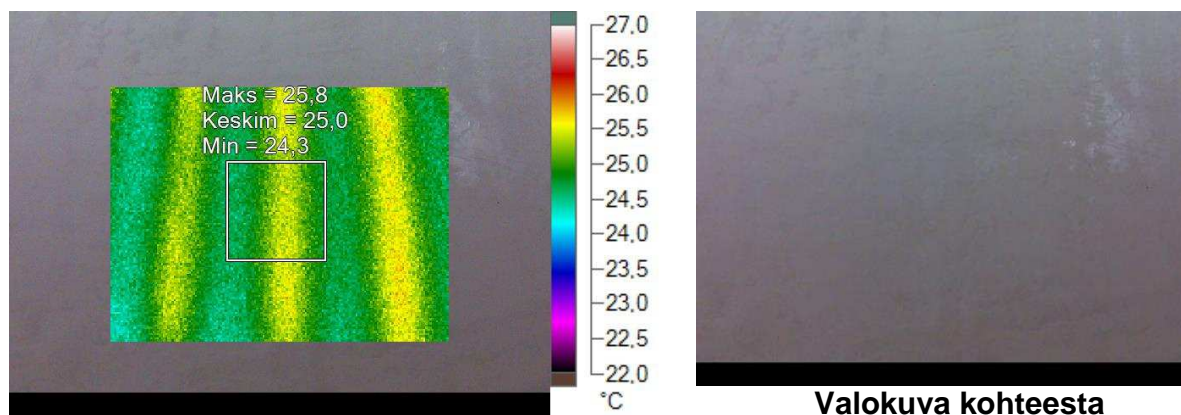
	IR001060.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

**Kommentit:**

14mm rör med ett C-C mått på 200mm. Ovanpå röret finns 30mm gipsmassa.



**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**  
**Kuvausajankohta: 20.2.2014 18:29:38**  
**Kuvauskohde: Kontor 4**



**Viite**

**Kuvausolosuhteet:**

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Sisäilman lämpötila	21,9
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	34,5%
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson

**Lämpökuvan merkkiedot:**

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	25,0°C	24,3°C	25,8°C	0,95	22,0°C

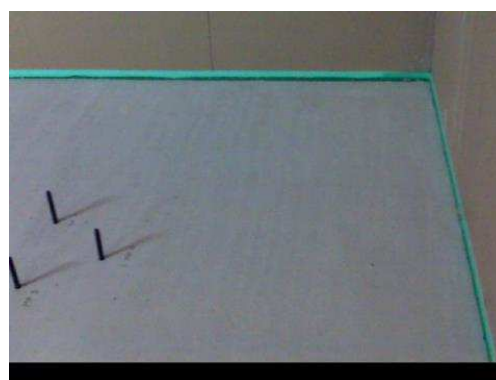
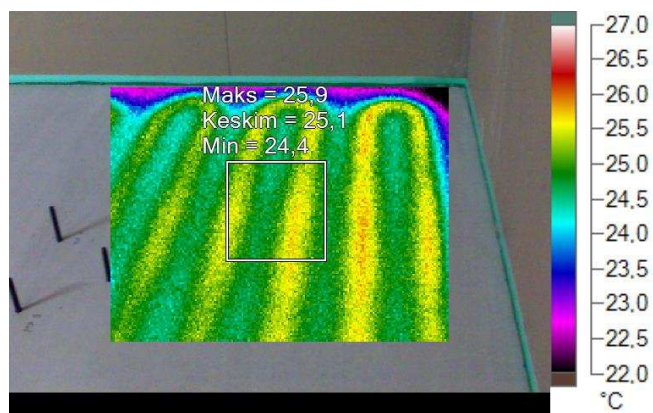
**Kuvan ja kameran yleiset tiedot:**

	IR001062.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

**Kommentit:**

14mm rör med ett C-C mått på 200mm. Ovanpå röret finns 30mm gipsmassa.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**  
**Kuvausajankohta: 20.2.2014 18:32:46**  
**Kuvauskohde: Kontor / konferens utrymme**



**Valokuva kohteesta**

**Viite**

**Kuvausolosuhteet:**

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Sisäilman lämpötila	21,9
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	34,5%
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson

**Lämpökuvan merkkitiedot:**

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	25,1°C	24,4°C	25,9°C	0,95	22,0°C

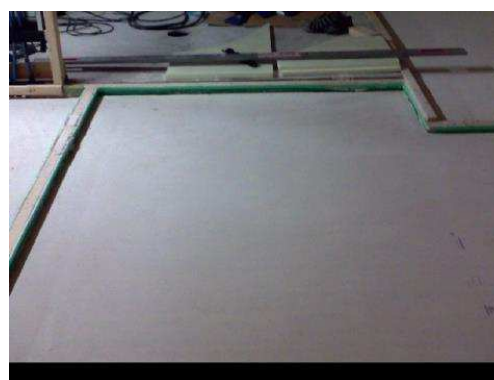
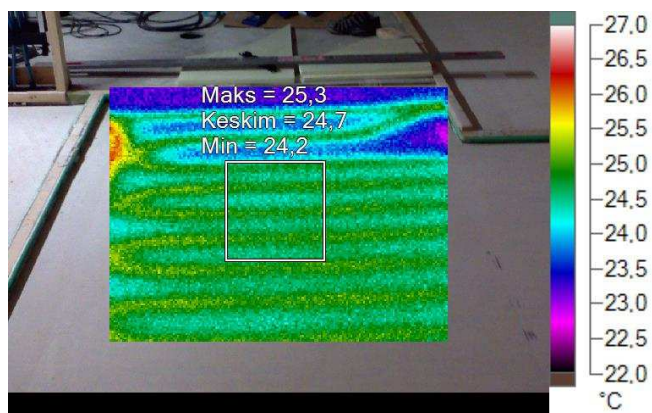
**Kuvan ja kameran yleiset tiedot:**

	IR001063.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

**Kommentit:**

17 mm rör med ett C-C mått på 200mm. Ovanpå röret finns 40mm gipsmassa.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**  
**Kuvausajankohta: 20.2.2014 18:33:29**  
**Kuvauskohde: Kontor / konferens utrymme**



**Valokuva kohteesta**

## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	2 m
Sisäilman lämpötila	21,9
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	34,5%
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	24,7°C	24,2°C	25,3°C	0,95	22,0°C

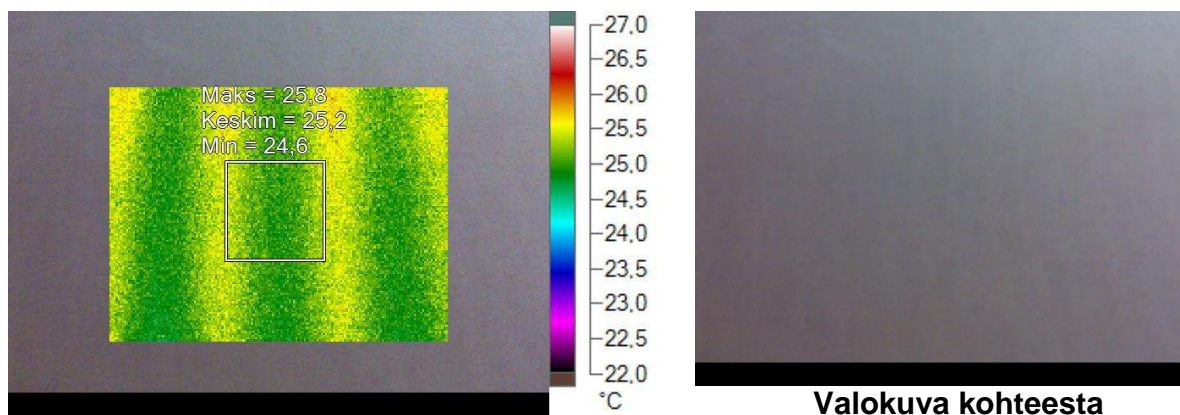
### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001064.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

### Kommentit:

17mm rör med ett C-C mått på 200mm och i bortre ändan C-C 300 mm. Ovanpå röret finns 40mm gipsmassa.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**  
**Kuvausajankohta: 20.2.2014 18:33:56**  
**Kuvauskohde: Kontor / konferens utrymme**



**Viite**

**Kuvausolosuhteet:**

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Sisäilman lämpötila	21,9
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	34,5%
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson

**Lämpökuvan merkkiedot:**

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	25,2°C	24,6°C	25,8°C	0,95	22,0°C

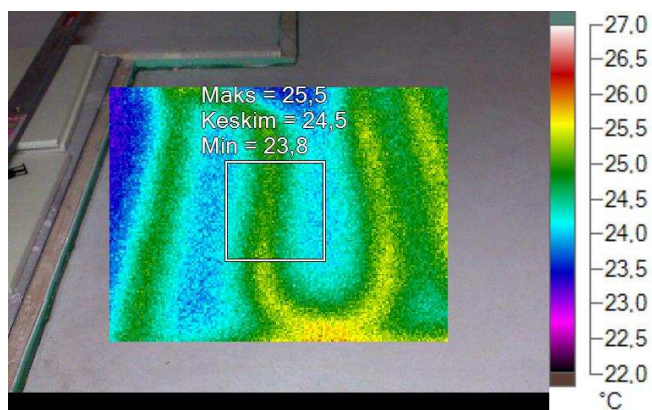
**Kuvan ja kameran yleiset tiedot:**

	IR001065.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

**Kommentit:**

17mm rör med ett C-C mått på 200mm. Ovanpå röret finns 40mm gipsmassa.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**  
**Kuvausajankohta: 20.2.2014 18:34:22**  
**Kuvauskohde: Kontor / konferens utrymme**



**Valokuva kohteesta**

## Viite

### Kuvaolosuhteet:

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Sisäilman lämpötila	21,9
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	34,5%
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	24,5°C	23,8°C	25,5°C	0,95	22,0°C

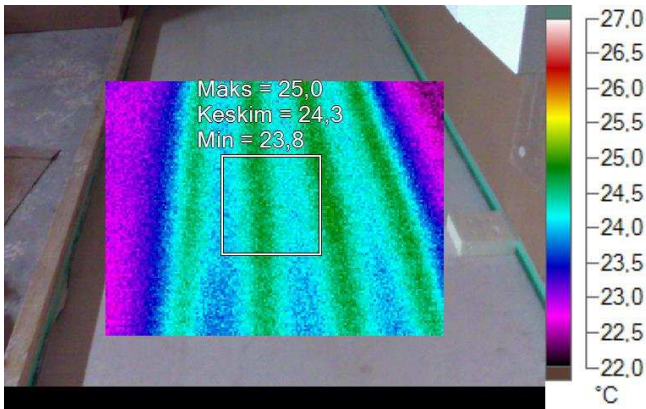
### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001066.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

### Kommentit:

17mm rör med ett C-C mått på 300mm. Ovanpå röret finns 40mm gipsmassa.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**  
**Kuvausajankohta: 20.2.2014 18:37:34**  
**Kuvauskohde: Kontor / konferens utrymme**



**Valokuva kohteesta**

**Viite**

**Kuvausolosuhteet:**

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	2 m
Sisäilman lämpötila	21,9
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	34,5%
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson

**Lämpökuvan merkkiedot:**

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	24,3°C	23,8°C	25,0°C	0,95	22,0°C

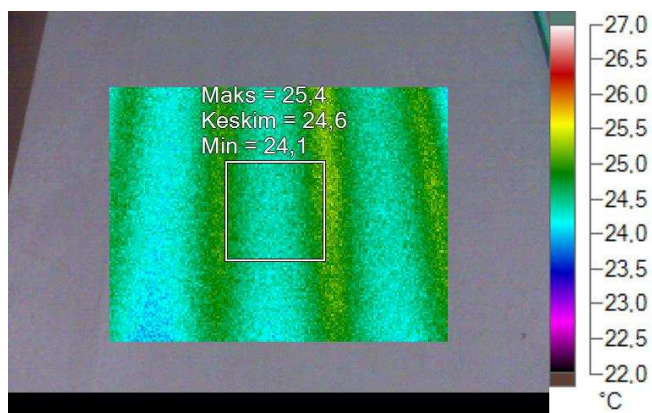
**Kuvan ja kameran yleiset tiedot:**

	IR001068.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

**Kommentit:**

17mm rör med ett C-C mått på 200mm. Ovanpå röret finns 30mm gipsmassa.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**  
**Kuvausajankohta: 20.2.2014 18:38:21**  
**Kuvauskohde: Kontor / konferens utrymme**



**Valokuva kohteesta**

**Viite**

**Kuvausolosuhteet:**

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Sisäilman lämpötila	21,9
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	34,5%
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson

**Lämpökuvan merkkiedot:**

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	24,6°C	24,1°C	25,4°C	0,95	22,0°C

**Kuvan ja kameran yleiset tiedot:**

	IR001071.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

**Kommentit:**

17mm rör med ett C-C mått på 200mm. Ovanpå röret finns 30mm gipsmassa.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**

**Kuvausajankohta: 20.2.2014 18:48:04**

**Kuvauskohde: Utställningsutrymme**



**Valokuva kohteesta**

## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	2 m
Sisäilman lämpötila	21,9
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	34,5%
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	24,4°C	23,6°C	25,5°C	0,95	22,0°C

### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

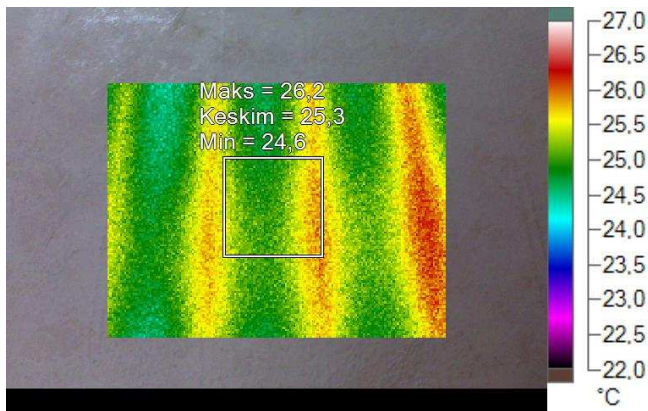
	IR001072.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

### Kommentit:

17mm rör med ett C-C mått på 200mm. Ovanpå röret finns 30mm gipsmassa.



**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**  
**Kuvausajankohta: 20.2.2014 18:48:32**  
**Kuvauskohde: Utställningsutrymme**



**Valokuva kohteesta**

## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Sisäilman lämpötila	21,9
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	34,5%
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	25,3°C	24,6°C	26,2°C	0,95	22,0°C

### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001074.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

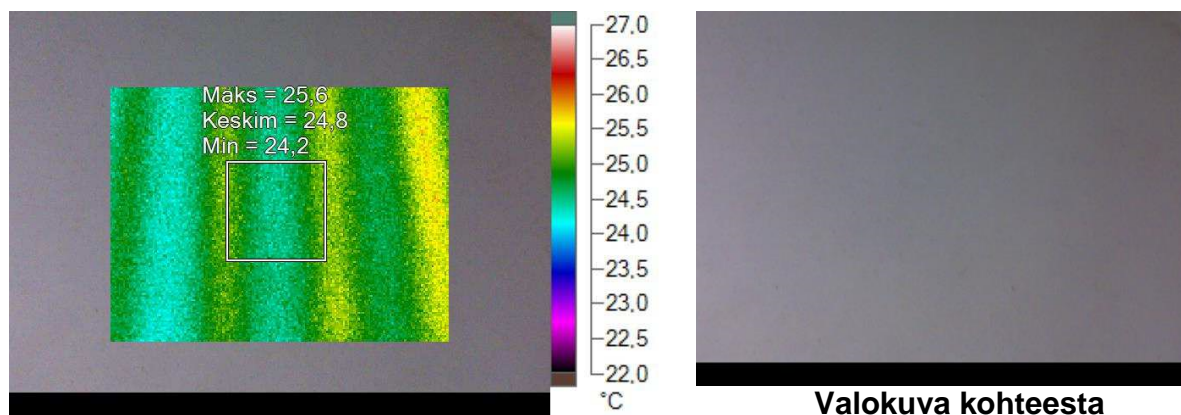
### Kommentit:

17mm rör med ett C-C mått på 200mm. Ovanpå röret finns 30mm gipsmassa.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**

**Kuvausajankohta: 20.2.2014 18:48:57**

**Kuvauskohde: Utställningsutrymme**



## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Sisäilman lämpötila	21,9
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	34,5%
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	24,8°C	24,2°C	25,6°C	0,95	22,0°C

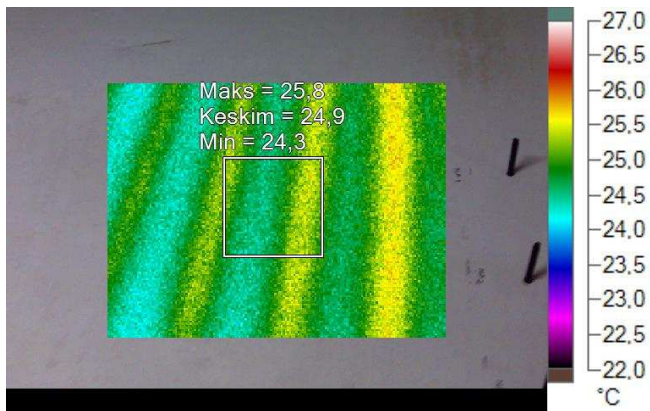
### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001076.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

### Kommentit:

17mm rör med ett C-C mått på 200mm. Ovanpå röret finns 30mm gipsmassa.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**  
**Kuvausajankohta: 20.2.2014 18:49:23**  
**Kuvauskohde: Utställningsutrymme**



**Valokuva kohteesta**

**Viite**

**Kuvaolosuhteet:**

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Sisäilman lämpötila	21,9
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	34,5%
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson

**Lämpökuvan merkkiedot:**

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	24,9°C	24,3°C	25,8°C	0,95	22,0°C

**Kuvan ja kameran yleiset tiedot:**

	IR001077.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

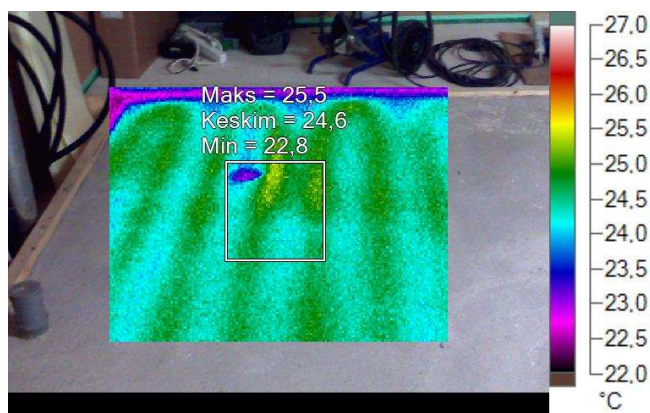
**Kommentit:**

17mm rör med ett C-C mått på 200mm. Ovanpå röret finns 30mm gipsmassa.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**

**Kuvausajankohta: 20.2.2014 19:06:08**

**Kuvauskohde: Våtutrymme**



**Valokuva kohteesta**

## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	2 m
Sisäilman lämpötila	21,9
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	34,5%
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	24,6°C	22,8°C	25,5°C	0,95	22,0°C

### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001078.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

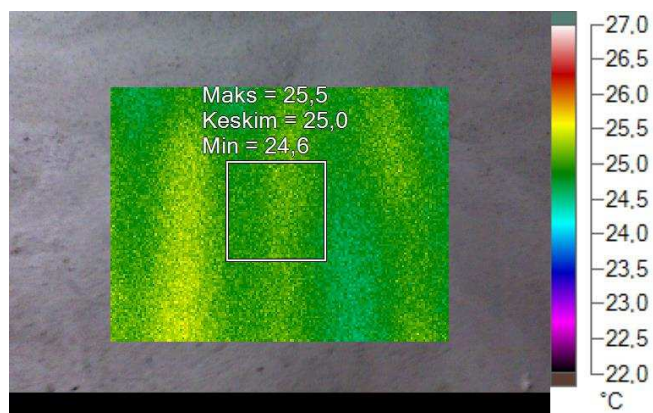
### Kommentit:

14mm rör med ett C-C mått på 200mm. Ovanpå röret finns 40-50mm betong beroende på golvlutningen.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**

**Kuvausajankohta: 20.2.2014 19:07:31**

**Kuvauskohde: Våtutrymme**



**Valokuva kohteesta**

**Viite**

**Kuvausolosuhteet:**

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Sisäilman lämpötila	21,9
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	34,5%
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson

**Lämpökuvan merkkiedot:**

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	25,0°C	24,6°C	25,5°C	0,95	22,0°C

**Kuvan ja kameran yleiset tiedot:**

	IR001080.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

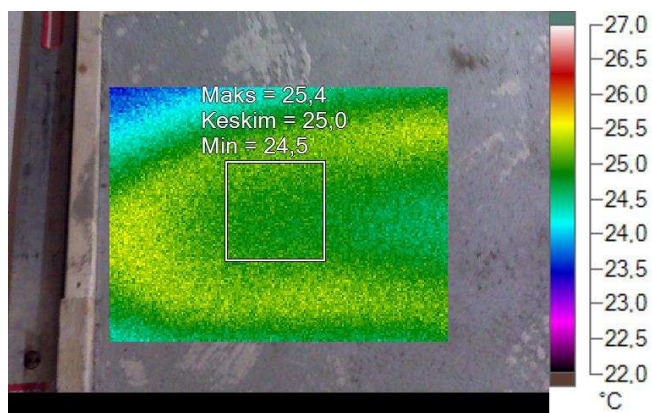
**Kommentit:**

14mm rör med ett C-C mått på 200mm. Ovanpå röret finns 50mm betong.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**

**Kuvausajankohta: 20.2.2014 19:08:04**

**Kuvauskohde: Våtutrymme**



**Valokuva kohteesta**

## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Sisäilman lämpötila	21,9
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	34,5%
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	25,0°C	24,5°C	25,4°C	0,95	22,0°C

### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001081.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

### Kommentit:

14mm rör med ett C-C mått på 300mm. Ovanpå röret finns 50mm betong.



**Thermotech**  
Mästarvägen 12  
10600  
Ekenäs

## Bilaga 2

# Värmefotografering

*Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs*

*17mm rör, C-C 200mm, 30mm gips på röret*



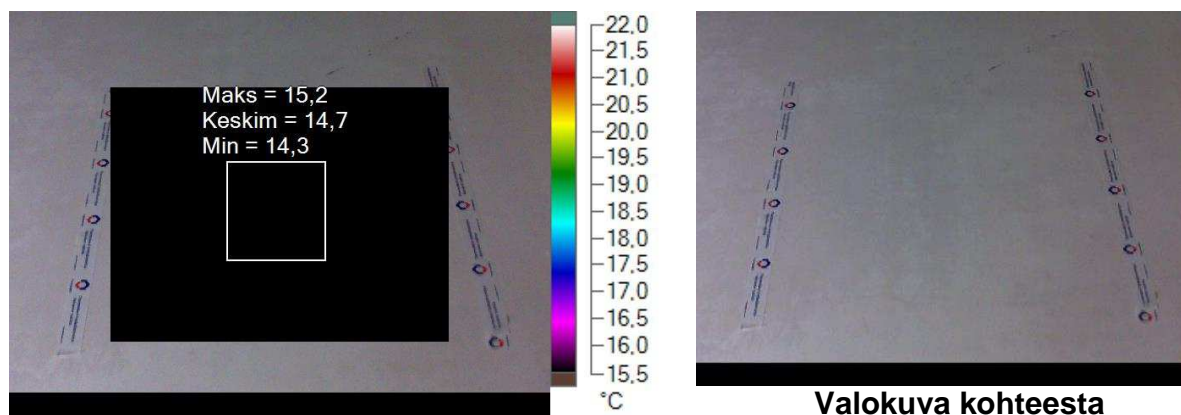
Asiakkaan nimi:

**Thermotech**  
Mästarvägen 12  
10600  
Ekenäs

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**

**Kuvausajankohta: 23.2.2014 16:30:42**

**Kuvauskohde: Rum 1**



## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson
Sisäilman lämpötila	17,4
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	44,9%

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	14,7°C	14,3°C	15,2°C	0,95	22,0°C

### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001083.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

### Kommentit:

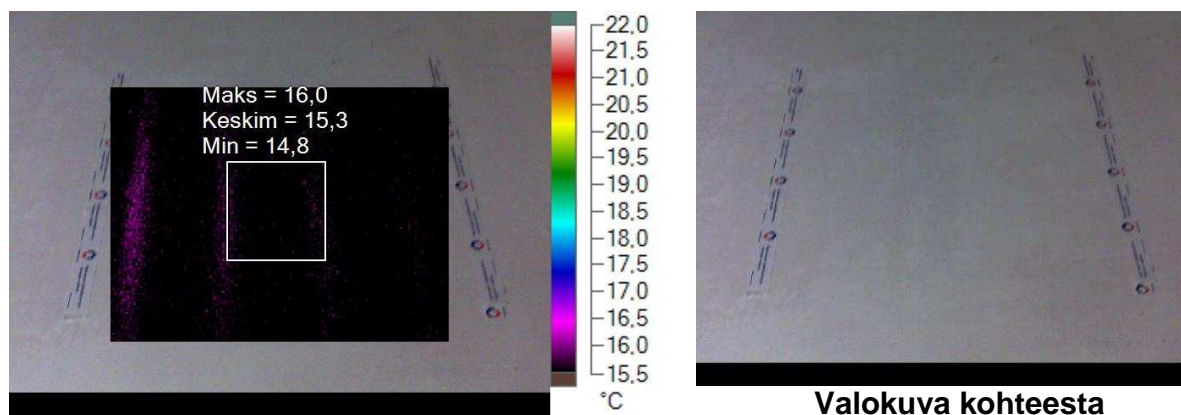
Den vattenburna golvvärmen är avstängd. Ingen värmekälla är påslagen i utrymmet. Golvet's temperatur beror på värmen som transporteras från nedre våningen genom mellanbjälklaget.



**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**

**Kuvausajankohta: 23.2.2014 16:45:33**

**Kuvauskohde: Rum 1**



## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson
Sisäilman lämpötila	17,4
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	44,9%

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	15,3°C	14,8°C	16,0°C	0,95	22,0°C

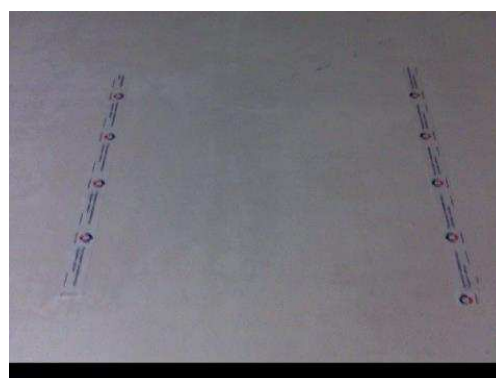
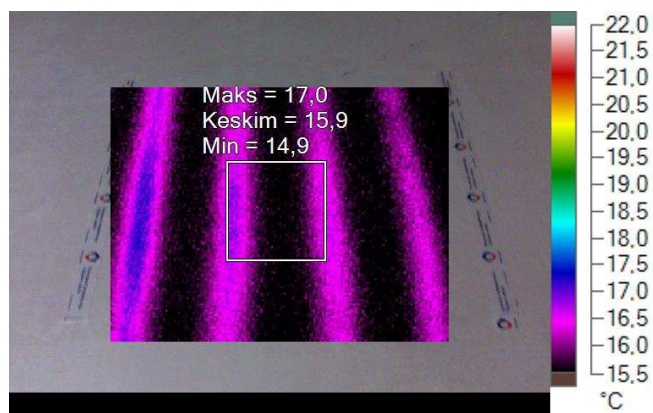
### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001087.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

### Kommentit:

Den vattenburna golvvärmen har varit påslagen i 15 minuter. Man kan se att det transporteras värme i rören.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**  
**Kuvausajankohta: 23.2.2014 17:00:25**  
**Kuvauskohde: Rum 1**



**Valokuva kohteesta**

**Viite**

**Kuvausolosuhteet:**

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson
Sisäilman lämpötila	17,8
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	42,6%

**Lämpökuvan merkkiedot:**

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	15,9°C	14,9°C	17,0°C	0,95	22,0°C

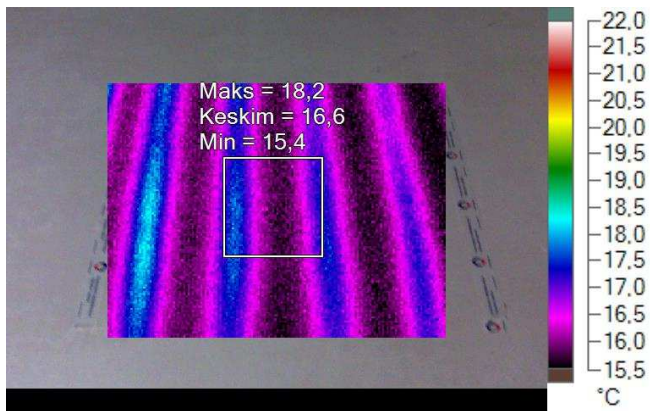
**Kuvan ja kameran yleiset tiedot:**

	IR001091.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

**Kommentit:**

Den vattenburna golvvärmen har varit påslagen i 30 minuter. Man kan nu tydligt se var rören går och golvytans temperatur har ställvis börjat stiga. Värmen har börjat sprida sig men inte så mycket att golvytans temperatur mellan rören stigit särskilt mycket. Även luftens temperatur har höjts med 0,4 °C. Den relativa fuktigheten har börjat sjunka.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**  
**Kuvausajankohta: 23.2.2014 17:15:38**  
**Kuvauskohde: Rum 1**



**Valokuva kohteesta**

**Viite**

**Kuvausolosuhteet:**

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hinderesson
Sisäilman lämpötila	17,8
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	42,6%

**Lämpökuvan merkkiedot:**

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	16,6°C	15,4°C	18,2°C	0,95	22,0°C

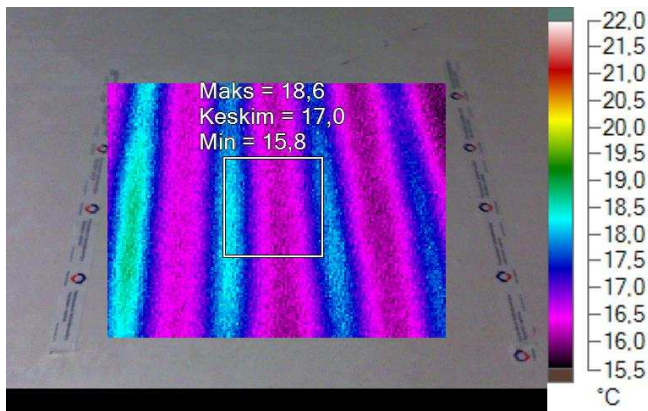
**Kuvan ja kameran yleiset tiedot:**

	IR001095.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

**Kommentit:**

Den vattenburna golvvärmen har varit påslagen i 45 minuter. Golvytans temperatur har stigit alla ställen.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**  
**Kuvausajankohta: 23.2.2014 17:30:55**  
**Kuvauskohde: Rum 1**



Valokuva kohteesta

## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson
Sisäilman lämpötila	18,1
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	43,7%

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	17,0°C	15,8°C	18,6°C	0,95	22,0°C

### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001099.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

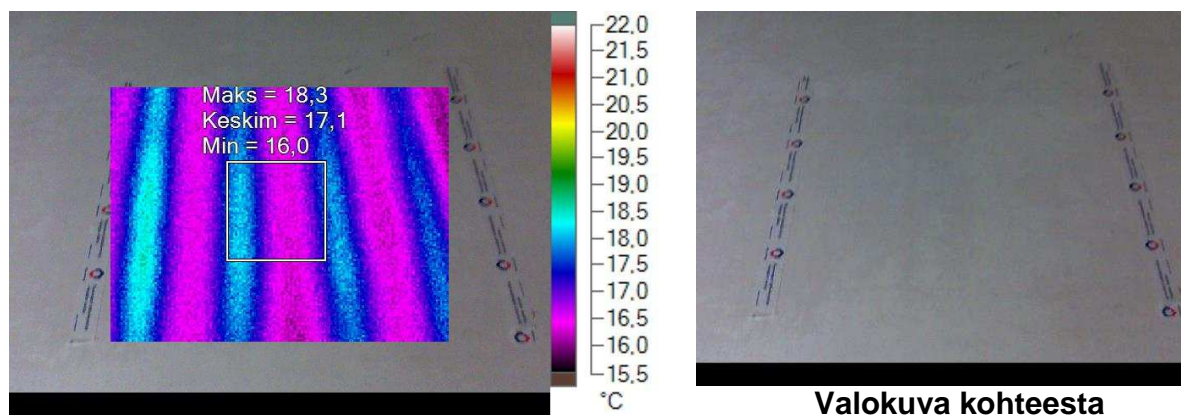
### Kommentit:

Den vattenburna golvvärmen har varit påslagen 60 minuter. Golvytans temperatur stiger, men som varmast är den rakt ovanför rören. Luftens temperatur har stigit.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**

**Kuvausajankohta: 23.2.2014 17:46:08**

**Kuvauskohde: Rum 1**



## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson
Sisäilman lämpötila	18,1
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	43,7%

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	17,1°C	16,0°C	18,3°C	0,95	22,0°C

### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001103.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

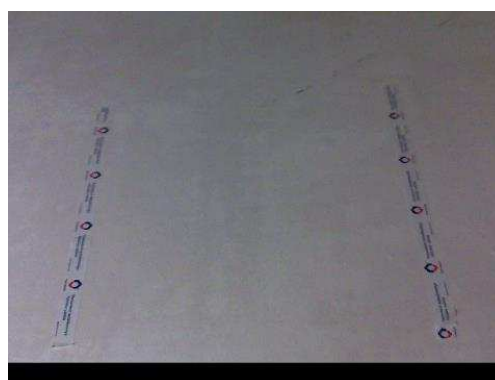
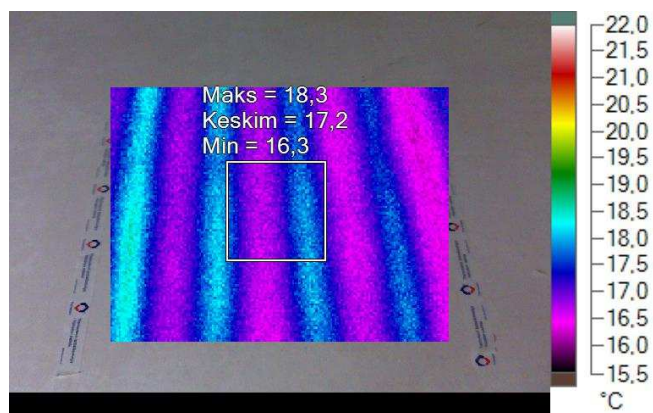
### Kommentit:

Den vattenburna golvvärmen har varit påslagen 75 minuter. Maximi temperaturen har sjunkit en aning vilket beror på att hybridtanken har sänkt framledningstemperaturen. Den minsta temperaturen har stigit vilket betyder att hela plattan inte ännu värmts upp.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**

**Kuvausajankohta: 23.2.2014 18:00:37**

**Kuvauskohde: Rum 1**



**Valokuva kohteesta**

## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hinderesson
Sisäilman lämpötila	18,5
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	43%

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	17,2°C	16,3°C	18,3°C	0,95	22,0°C

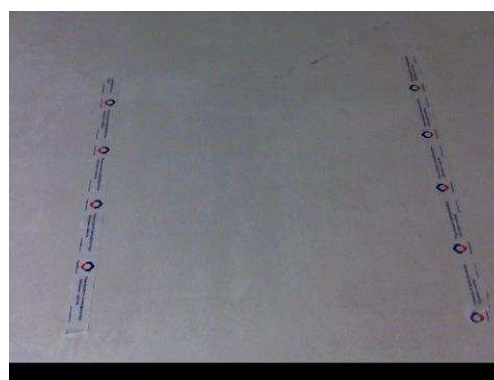
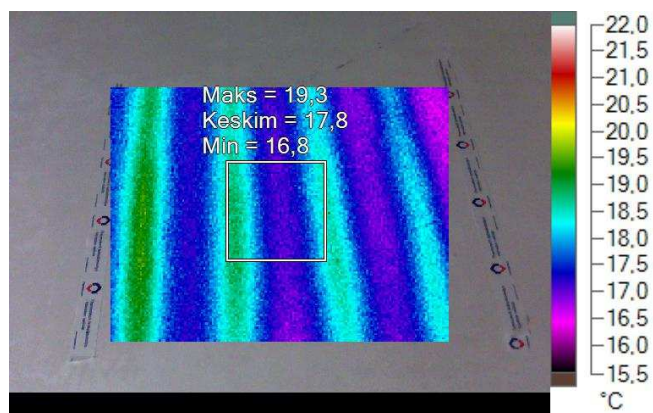
### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001107.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

### Kommentit:

Den vattenburna golvvärmen har nu varit påslagen 90 minuter. Den lägsta temperaturen fortsätter stiga. Luftens temperatur stiger.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**  
**Kuvausajankohta: 23.2.2014 18:17:16**  
**Kuvauskohde: Rum 1**



**Valokuva kohteesta**

## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson
Sisäilman lämpötila	18,5
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	43%

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	17,8°C	16,8°C	19,3°C	0,95	22,0°C

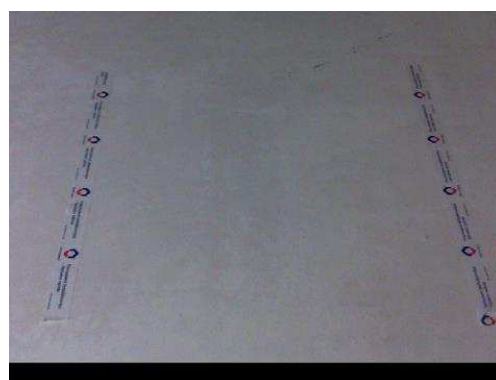
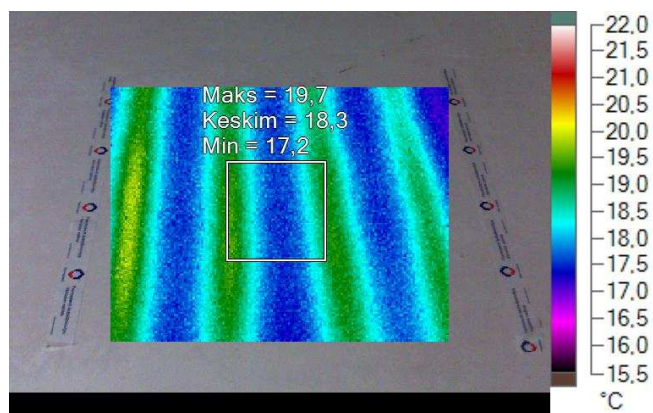
### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001111.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

### Kommentit:

Den vattenburna golvvärmen har varit påslagen 105 minuter. Hybridtanken har höjt framledningstemperaturen vilket innebär att den högsta temperaturen stiger. Den lägsta temperaturen stiger vilket innebär att värmen håller på att spridas.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**  
**Kuvausajankohta: 23.2.2014 18:31:48**  
**Kuvauskohde: Rum 1**



**Valokuva kohteesta**

**Viite**

**Kuvausolosuhteet:**

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson
Sisäilman lämpötila	18,9
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	43%

**Lämpökuvan merkkiedot:**

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	18,3°C	17,2°C	19,7°C	0,95	22,0°C

**Kuvan ja kameran yleiset tiedot:**

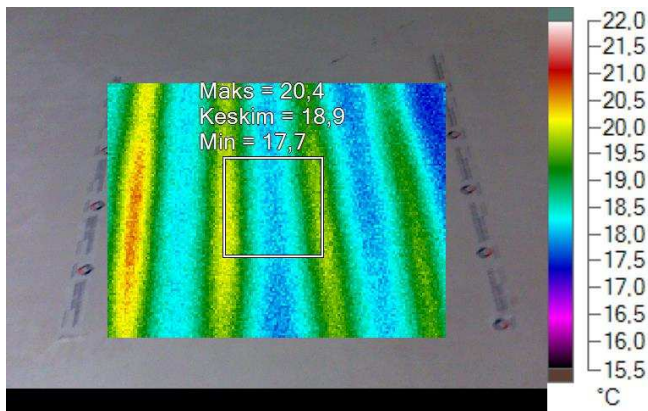
	IR001115.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

**Kommentit:**

Den vattenburna golvvärmen har varit påslagen 120 minuter. Temperaturerna fortsätter stiga.



**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**  
**Kuvausajankohta: 23.2.2014 18:45:52**  
**Kuvauskohde: Rum 1**



**Valokuva kohteesta**

**Viite**

**Kuvausolosuhteet:**

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hinderesson
Sisäilman lämpötila	18,9
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	43%

**Lämpökuvan merkkiedot:**

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	18,9°C	17,7°C	20,4°C	0,95	22,0°C

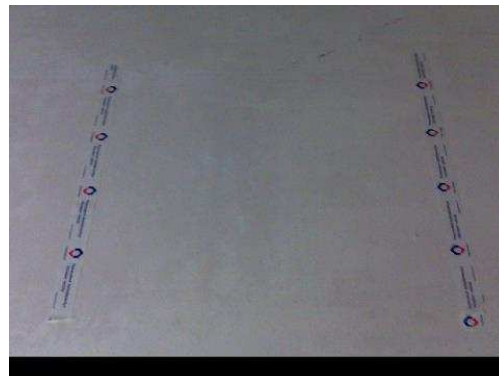
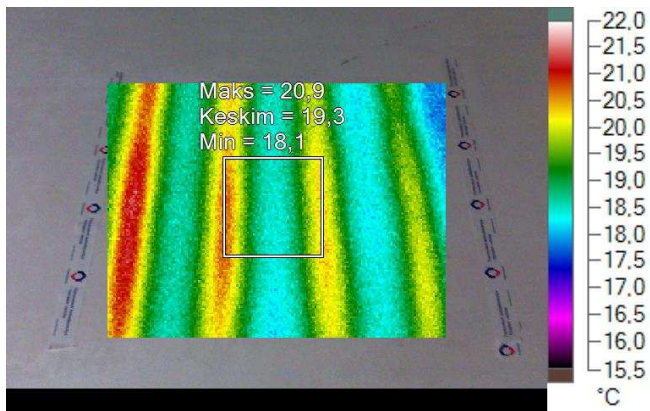
**Kuvan ja kameran yleiset tiedot:**

	IR001119.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

**Kommentit:**

Den vattenburna golvvärmen har varit påslagen 135 minuter. Temperaturerna stiger.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**  
**Kuvausajankohta: 23.2.2014 19:01:31**  
**Kuvauskohde: Rum 1**



Valokuva kohteesta

## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson
Sisäilman lämpötila	19,6
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	42,2%

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	19,3°C	18,1°C	20,9°C	0,95	22,0°C

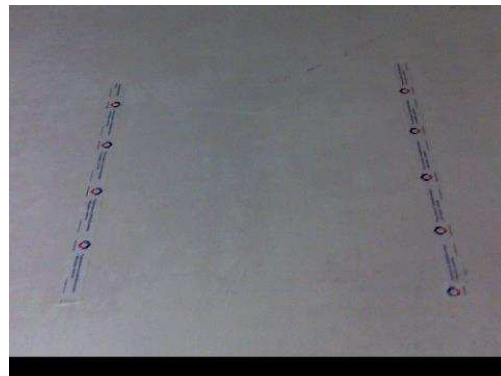
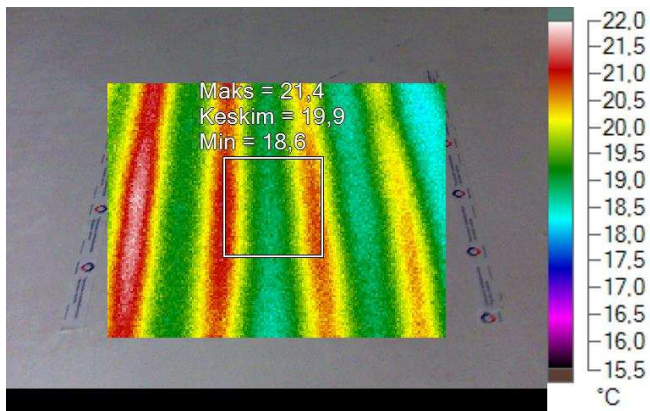
### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001123.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

### Kommentit:

Den vattenburna golvvärmen har varit påslagen 150 minuter. Temperaturerna stiger.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**  
**Kuvausajankohta: 23.2.2014 19:17:01**  
**Kuvauskohde: Rum 1**



Valokuva kohteesta

## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson
Sisäilman lämpötila	19,6
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	42,2%

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	19,9°C	18,6°C	21,4°C	0,95	22,0°C

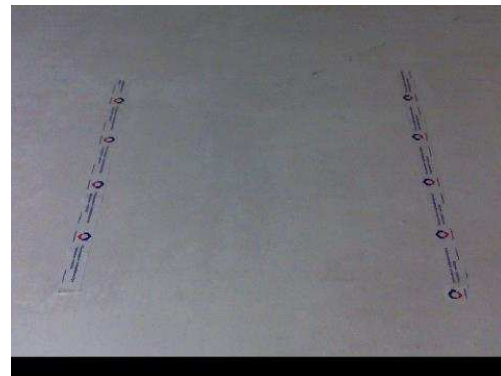
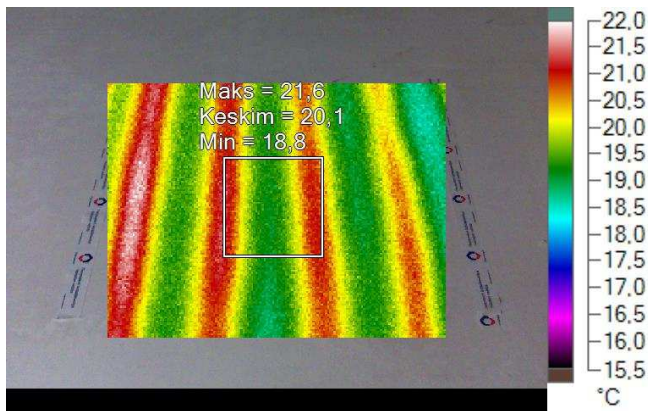
### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001127.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

### Kommentit:

Den vattenburna golvvärmen har varit påslagen 165 minuter. Max temperaturens stigning har börjat avta. Minimi temperaturen stiger lika fortsättningsvis.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**  
**Kuvausajankohta: 23.2.2014 19:31:01**  
**Kuvauskohde: Rum 1**



Valokuva kohteesta

## Viite

### Kuvaolosuhteet:

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson
Sisäilman lämpötila	20,0
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	41,0%

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	20,1°C	18,8°C	21,6°C	0,95	22,0°C

### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001131.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

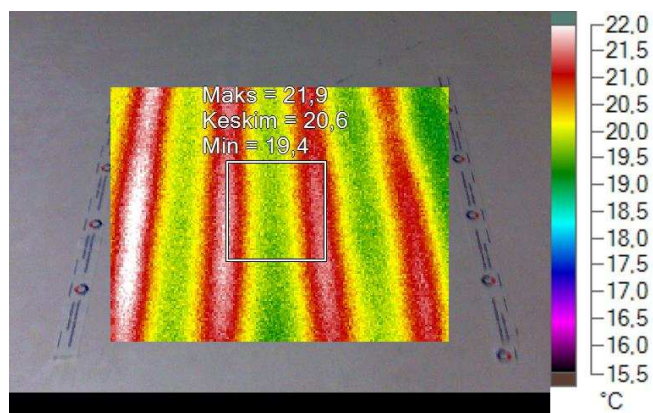
### Kommentit:

Den vattenburna golvvärmen har varit påslagen 180 minuter. Både maximi och minimi temperaturernas stigning har avtagit. Luftens temperatur har uppnått normal inomhustemperatur.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**

**Kuvausajankohta: 23.2.2014 19:45:46**

**Kuvauskohde: Rum 1**



**Valokuva kohteesta**

## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hinderesson
Sisäilman lämpötila	20,0
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	41,0%

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	20,6°C	19,4°C	21,9°C	0,95	22,0°C

### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001135.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

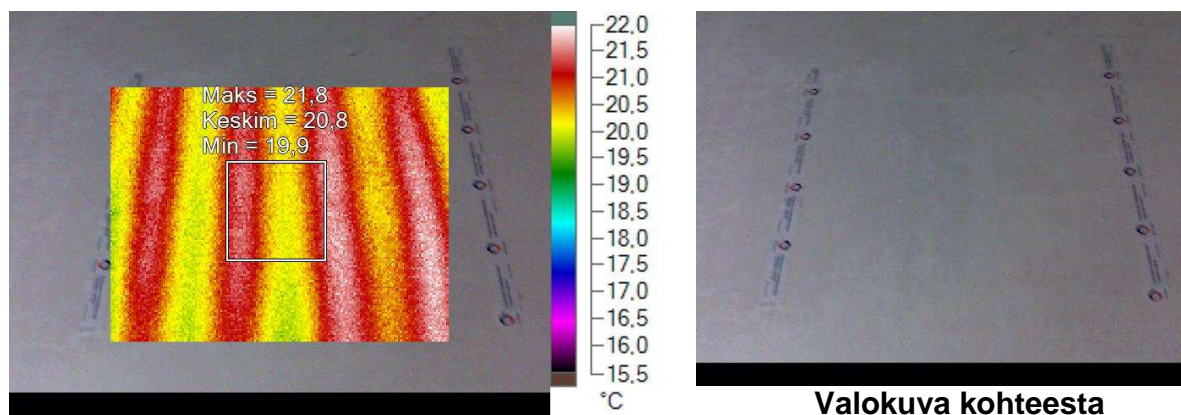
### Kommentit:

Den vattenburna golvvärmen har varit påslagen 195 minuter. Temperaturerna har stigit, hybriderna har höjt framledningstemperaturen.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**

**Kuvausajankohta: 23.2.2014 20:00:01**

**Kuvauskohde: Rum 1**



## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Ulkoilman lämpötila	1,0 1,0
Kuvausetäisyys	1 m 1 m
Sisäilman lämpötila	20,5
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	40,2%
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	20,8°C	19,9°C	21,8°C	0,95	22,0°C

### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001139.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

### Kommentit:

Den vattenburna golvvärmen har varit påslagen 210 minuter. Maximi temperaturens förändring har stannat upp. Minimi temperaturens förändring stiger ännu. Skillnaden mellan maximi och minimi temperaturen håller på att minska. Inomhustemperaturen är normal och den relativa fuktigheten i utrymmet har sjunkit genom hela mätningen.

**Thermotech**

Mästarvägen 12  
10600  
Ekenäs



**Thermotech**  
Mästarvägen 12  
10600  
Ekenäs

## Bilaga 3

# Värmefotografering

*Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs*

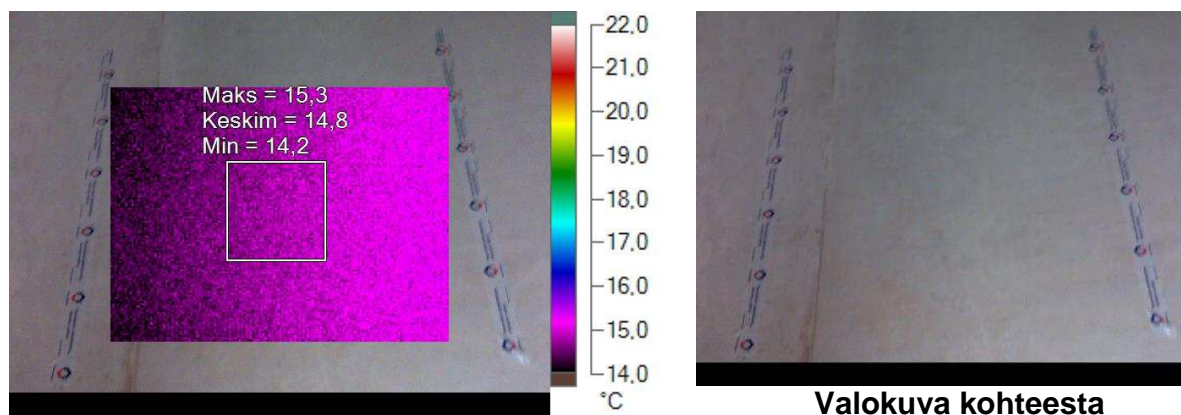
*14mm rör, C-C 200mm, 30mm gips på röret,*



Asiakkaan nimi:

**Thermotech**  
Mästarvägen 12  
10600  
Ekenäs

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**  
**Kuvausajankohta: 23.2.2014 16:30:57**  
**Kuvauskohde: Rum 2**



## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Sisäilman lämpötila	17,4
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	44,9%
Kuvausetäisyys	1 m
Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	14,8°C	14,2°C	15,3°C	0,95	22,0°C

### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001084.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

### Kommentit:

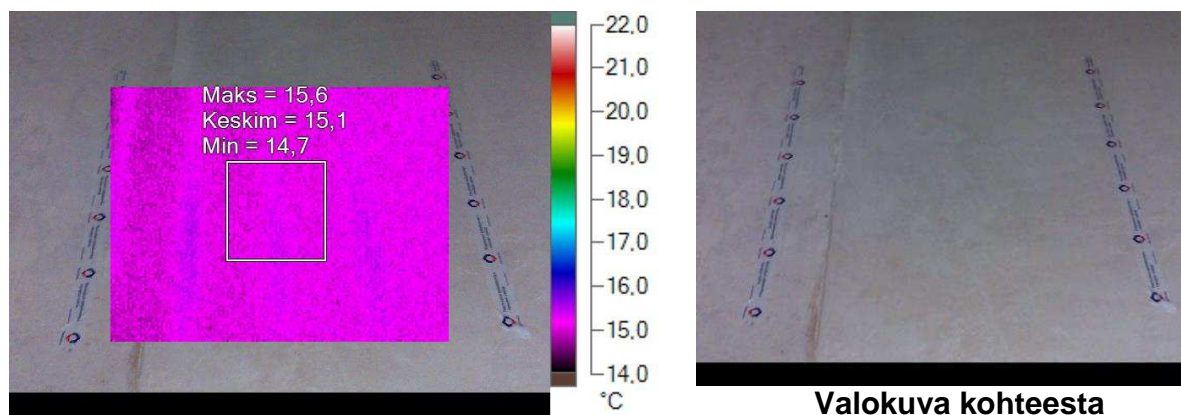
Vattenburna golvvärmen är avstängd. Ingen värmekälla finns i utrymmet. Värmen som finns i utrymmet kommer från nedre våningen.



**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**

**Kuvausajankohta: 23.2.2014 16:45:44**

**Kuvauskohde: Rum 2**



## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Kuvausetäisyys	1 m
Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hinderesson
Sisäilman lämpötila	17,4
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	44,9%

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	15,1°C	14,7°C	15,6°C	0,95	22,0°C

### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001088.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

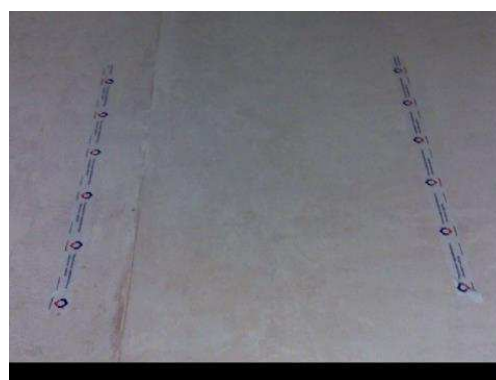
### Kommentit:

Den vattenburna golvvärmen har varit på i 15 minuter. Man kan se att plattan har börjat värmas upp. Golvvärmerören går rakt under de varmaste ställena på bilden.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**

**Kuvausajankohta: 23.2.2014 17:00:37**

**Kuvauskohde: Rum 2**



**Valokuva kohteesta**

## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Kuvausetäisyys	1 m
Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hinderesson
Sisäilman lämpötila	17,8
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	42,6%

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	15,6°C	14,9°C	16,5°C	0,95	22,0°C

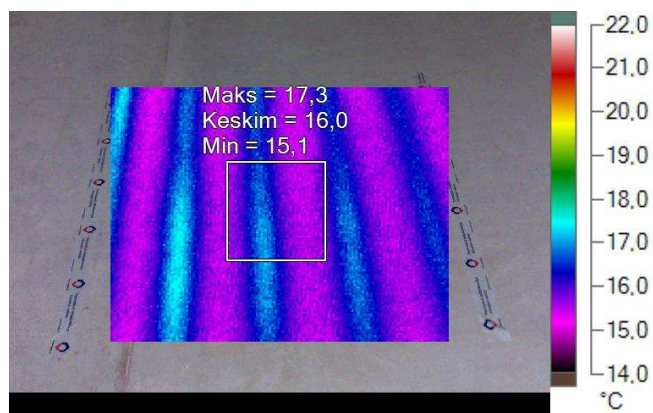
### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001092.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

### Kommentit:

Den vattenburna golvvärmen har varit påslagen i 30 minuter. Temperaturerna stiger och värmen har börjat sprida sig åt sidorna. Luftens temperatur har även den börjat stiga och den relativa fuktigheten sjunka.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**  
**Kuvausajankohta: 23.2.2014 17:15:49**  
**Kuvauskohde: Rum 2**



**Valokuva kohteesta**

## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Kuvausetäisyys	1 m
Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson
Sisäilman lämpötila	17,8
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	42,6%

### Lämpökuvan merkkitiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	16,0°C	15,1°C	17,3°C	0,95	22,0°C

### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001096.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

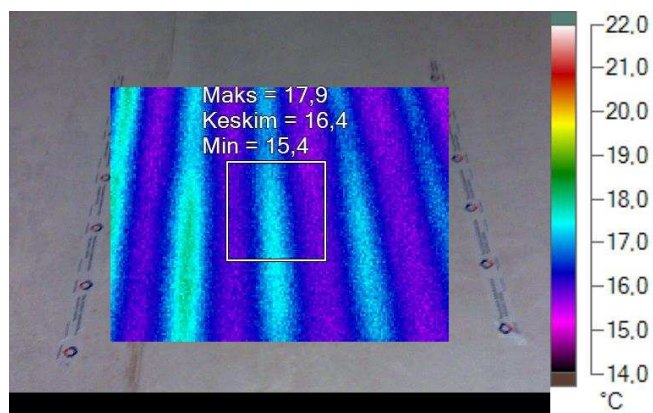
### Kommentit:

Den vattenburna golvvärmen har varit påslagen i 45 minuter. Temperaturen stiger.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**

**Kuvausajankohta: 23.2.2014 17:31:04**

**Kuvauskohde: Rum 2**



**Valokuva kohteesta**

## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Kuvausetäisyys	1 m
Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hinderesson
Sisäilman lämpötila	18,1
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	43,7%

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	16,4°C	15,4°C	17,9°C	0,95	22,0°C

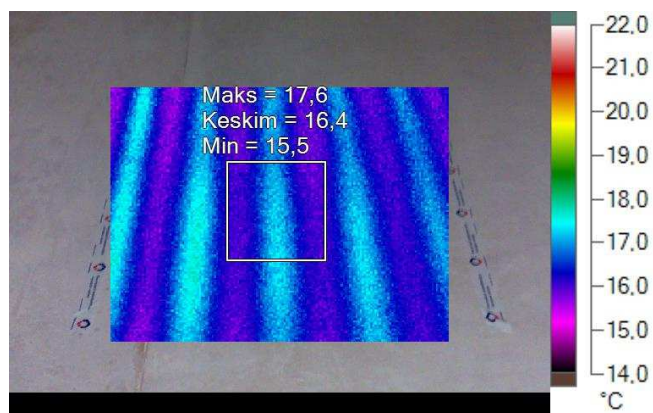
### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001100.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

### Kommentit:

Den vattenburna golvvärmen har varit påslagen i 60 minuter. Temperaturen i golvet stiger, likaså luftens temperatur.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**  
**Kuvausajankohta: 23.2.2014 17:46:29**  
**Kuvauskohde: Rum 2**



**Valokuva kohteesta**

## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Kuvausetäisyys	1 m
Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson
Sisäilman lämpötila	18,1
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	43,7%

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	16,4°C	15,5°C	17,6°C	0,95	22,0°C

### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001104.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

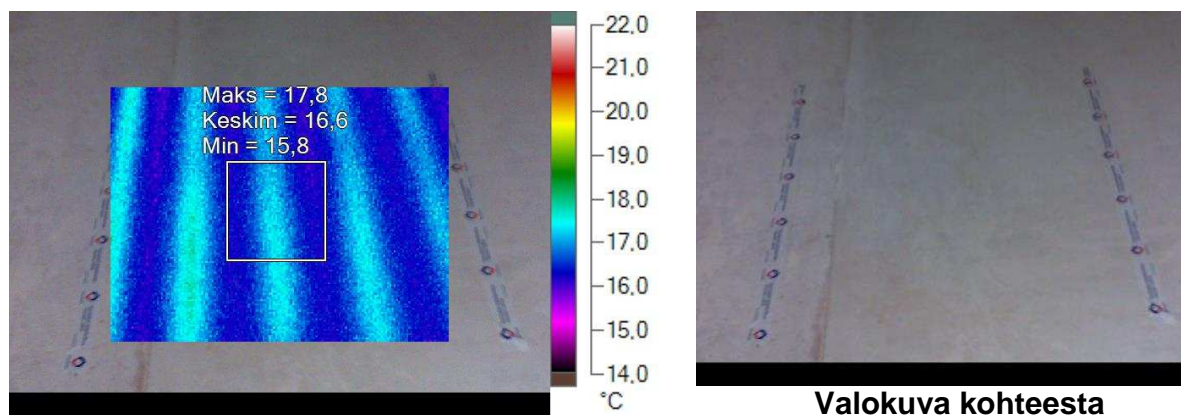
### Kommentit:

Den vattenburna golvvärmen har varit påslagen i 75 minuter. Minimi temperaturen har endast stigit lite och maximi temperaturen har sjunkit, vilket beror på att hybriden har sänkt framledningstemperaturen för vattnet.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**

**Kuvausajankohta: 23.2.2014 18:00:55**

**Kuvauskohde: Rum 2**



## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Kuvausetäisyys	1 m
Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hinderesson
Sisäilman lämpötila	18,5
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	43%

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	16,6°C	15,8°C	17,8°C	0,95	22,0°C

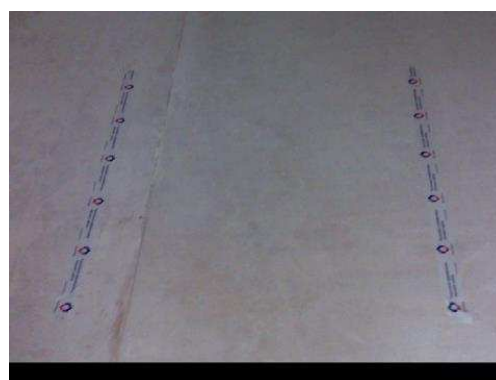
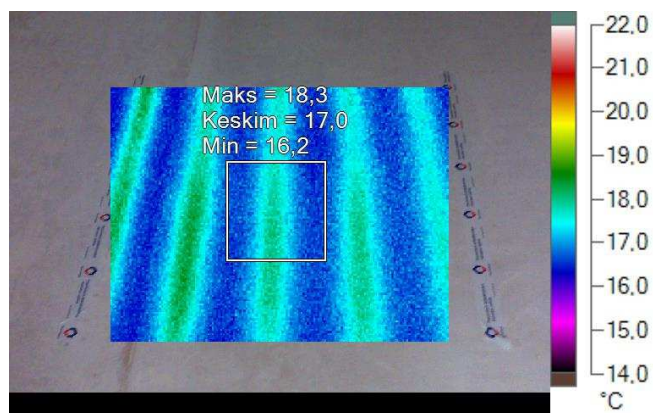
### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001108.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

### Kommentit:

Den vattenburna golvvärmen har varit påslagen i 90 minuter. Temperaturerna har börjat stiga igen, hybriden ger ut varmare framledningstemperatur.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**  
**Kuvausajankohta: 23.2.2014 18:17:47**  
**Kuvauskohde: Rum 2**



**Valokuva kohteesta**

**Viite**

**Kuvausolosuhteet:**

Kuvausetäisyys	1 m
Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson
Sisäilman lämpötila	18,5
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	43%

**Lämpökuvan merkkiedot:**

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	17,0°C	16,2°C	18,3°C	0,95	22,0°C

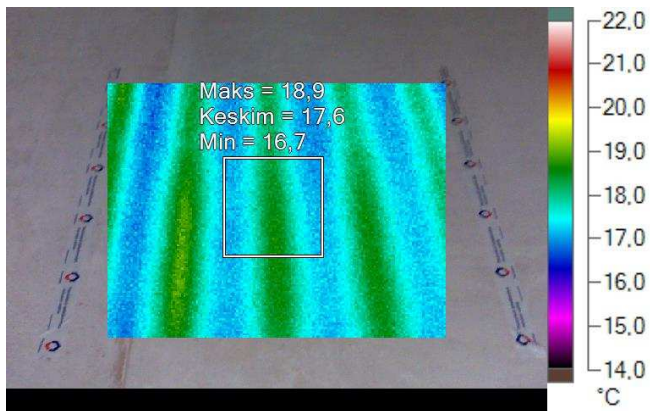
**Kuvan ja kameran yleiset tiedot:**

	IR001112.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

**Kommentit:**

Den vattenburna golvvärmen har varit påslagen i 105 minuter. Temperaturena stiger.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**  
**Kuvausajankohta: 23.2.2014 18:32:05**  
**Kuvauskohde: Rum 2**



**Valokuva kohteesta**

**Viite**

**Kuvausolosuhteet:**

Kuvausetäisyys	1 m
Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson
Sisäilman lämpötila	18,9
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	43%

**Lämpökuvan merkkiedot:**

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	17,6°C	16,7°C	18,9°C	0,95	22,0°C

**Kuvan ja kameran yleiset tiedot:**

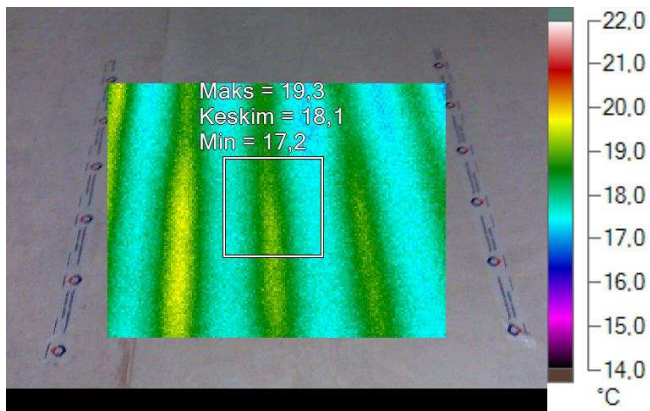
	IR001116.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

**Kommentit:**

Den vattenburna golvvärmen har varit påslagen i 120 minuter. Temperaturerna stiger och man börjar se en större spridning utav värmen.



**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**  
**Kuvausajankohta: 23.2.2014 18:46:05**  
**Kuvauskohde: Rum 2**



Valokuva kohteesta

## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Kuvausetäisyys	1 m
Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson
Sisäilman lämpötila	18,9
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	43%

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	18,1°C	17,2°C	19,3°C	0,95	22,0°C

### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001120.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

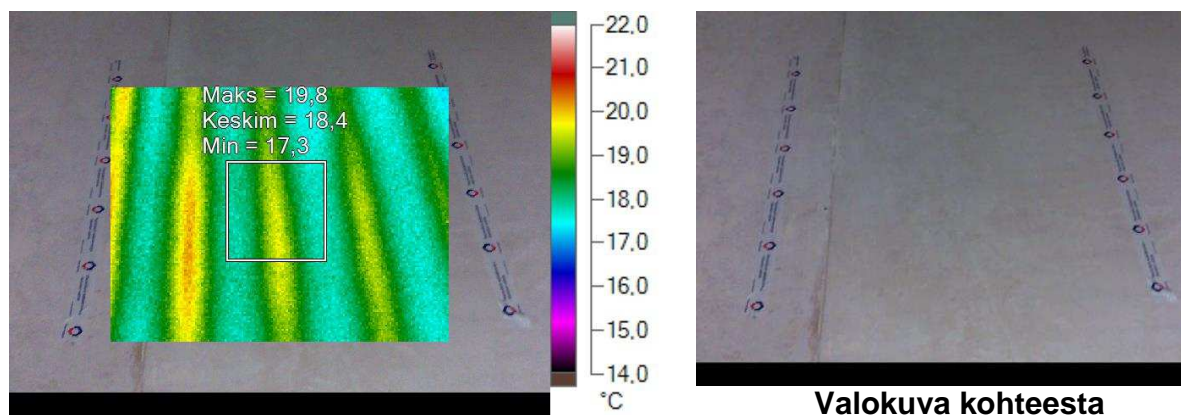
### Kommentit:

Den vattenburna golvvärmen har varit påslagen i 135 minuter. Temperaturen stiger.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**

**Kuvausajankohta: 23.2.2014 19:01:47**

**Kuvauskohde: Rum 2**



## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Kuvausetäisyys	1 m
Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hinderesson
Sisäilman lämpötila	19,6
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	42,2%

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	18,4°C	17,3°C	19,8°C	0,95	22,0°C

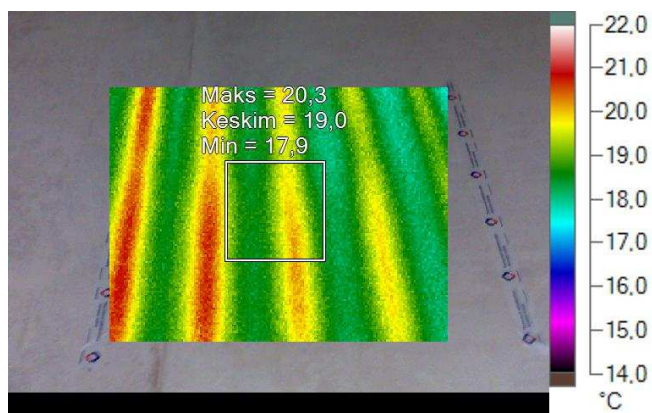
### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001124.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

### Kommentit:

Den vattenburna golvvärmen har varit påslagen i 150 minuter. Maximi temperaturen stiger och minimi temperaturen ser aut att avta.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**  
**Kuvausajankohta: 23.2.2014 19:17:12**  
**Kuvauskohde: Rum 2**



**Valokuva kohteesta**

**Viite**

**Kuvausolosuhteet:**

Kuvausetäisyys	1 m
Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson
Sisäilman lämpötila	19,6
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	42,2%

**Lämpökuvan merkkiedot:**

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	19,0°C	17,9°C	20,3°C	0,95	22,0°C

**Kuvan ja kameran yleiset tiedot:**

	IR001128.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

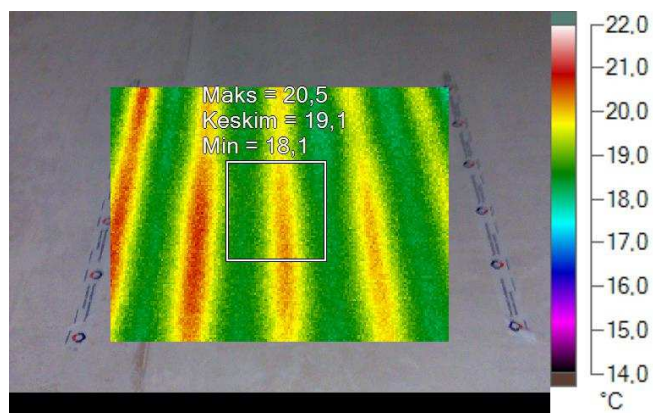
**Kommentit:**

Den vattenburna golvvärmen har varit påslagen i 165 minuter. Temperaturena stiger.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**

**Kuvausajankohta: 23.2.2014 19:31:21**

**Kuvauskohde: Rum 2**



**Valokuva kohteesta**

## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Kuvausetäisyys	1 m
Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hinderesson
Sisäilman lämpötila	20,0
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	41,0%

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	19,1°C	18,1°C	20,5°C	0,95	22,0°C

### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001132.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

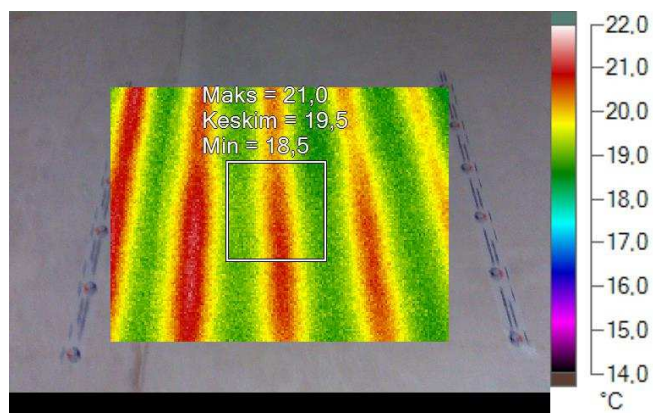
### Kommentit:

Den vattenburna golvvärmen har varit påslagen i 180 minuter. Temperaturerna stiger, men stigningen har börjat avta. Normal inomhustemperatur har uppnåtts.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**

**Kuvausajankohta: 23.2.2014 19:45:58**

**Kuvauskohde: Rum 2**



**Valokuva kohteesta**

## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Kuvausetäisyys	1 m
Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hinderesson
Sisäilman lämpötila	20,0
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	41,0%

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	19,5°C	18,5°C	21,0°C	0,95	22,0°C

### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001136.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

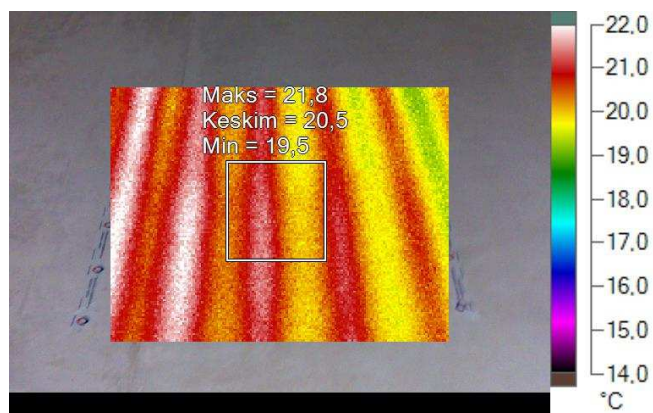
### Kommentit:

Den vattenburna golvvärmen har varit påslagen i 195 minuter. Temperaturena stiger.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**

**Kuvausajankohta: 23.2.2014 20:00:28**

**Kuvauskohde: Rum 2**



**Valokuva kohteesta**

## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Kuvausetäisyys	1 m
Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson
Sisäilman lämpötila	20,5
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	40,2%

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	20,5°C	19,5°C	21,8°C	0,95	22,0°C

### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001140.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

### Kommentit:

Den vattenburna golvvärmen har varit påslagen i 210 minuter. Normal inomhustemperatur har uppnåtts och den relativa fuktigheten har minskat. Värmen fortsätter ännu att sprida sig.



**Thermotech**  
Mästarvägen 12  
10600  
Ekenäs

## Bilaga 4

# Värmefotografering

*Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs*

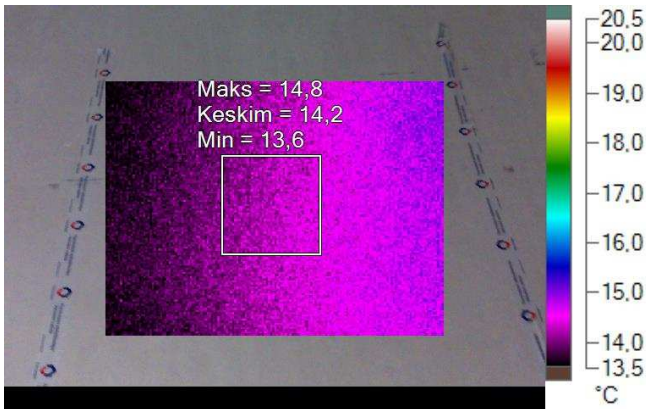
*17mm rör, C-C 200mm, 40mm gips på röret*



Asiakkaan nimi:

**Thermotech**  
Mästarvägen 12  
10600  
Ekenäs

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**  
**Kuvausajankohta: 23.2.2014 16:31:10**  
**Kuvauskohde: Rum 5**



**Valokuva kohteesta**

## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Sisäilman lämpötila	17,4
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	44,9%
Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	14,2°C	13,6°C	14,8°C	0,95	22,0°C

### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

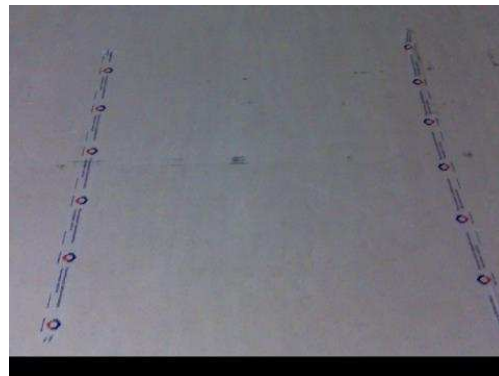
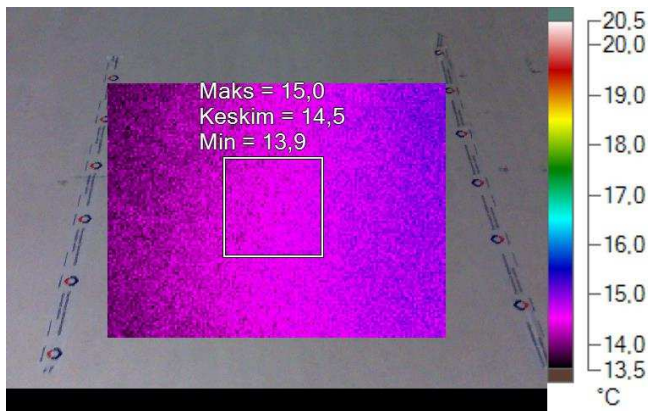
	IR001085.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

### Kommentit:

Golvvärmnen är avstängd och ingen annan värmekälla finns i utrymmet. Värmen i golvet kommer från nedre våningen.



**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**  
**Kuvausajankohta: 23.2.2014 16:46:07**  
**Kuvauskohde: Rum 5**



**Valokuva kohteesta**

**Viite**

**Kuvausolosuhteet:**

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson
Sisäilman lämpötila	17,4
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	44,9%

**Lämpökuvan merkkiedot:**

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	14,5°C	13,9°C	15,0°C	0,95	22,0°C

**Kuvan ja kameran yleiset tiedot:**

	IR001089.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

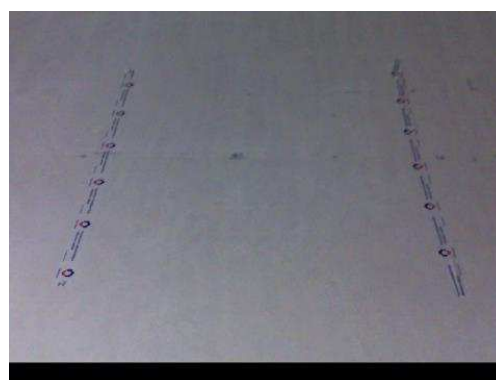
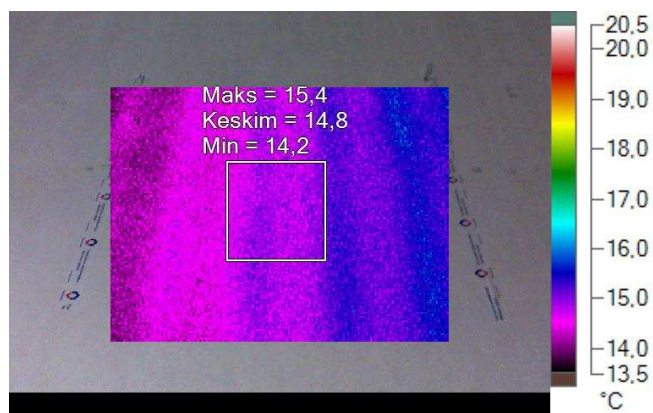
**Kommentit:**

Golvvärmens har varit påslagen 15 minuter. Temperaturen för golvet har börjat stiga.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**

**Kuvausajankohta: 23.2.2014 17:01:09**

**Kuvauskohde: Rum 5**



**Valokuva kohteesta**

## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	42,6%
Sisäilman lämpötila	17,8

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	14,8°C	14,2°C	15,4°C	0,95	22,0°C

### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001093.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

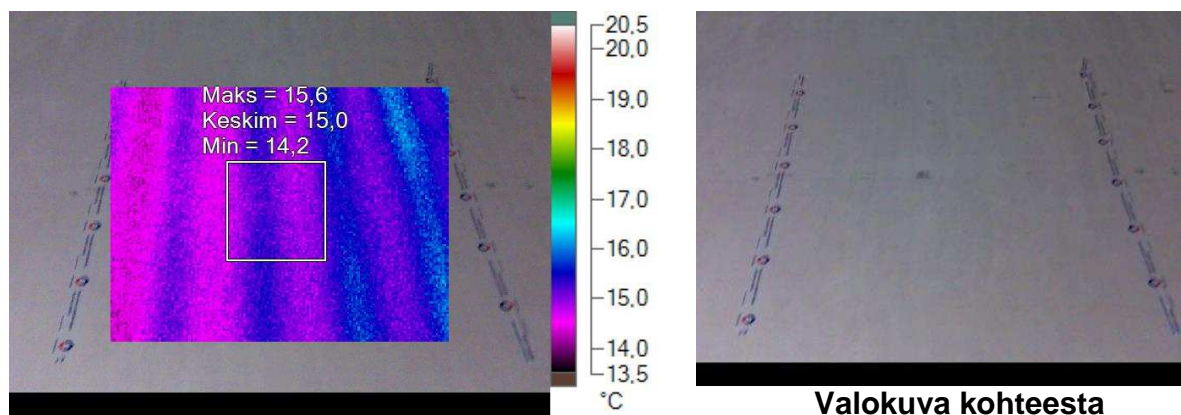
### Kommentit:

Golvvärmen har varit påslagen 30 minuter. Temperaturen fortsätter stiga. Man kan nu se var golvvärmerören går. Inomhustemperaturen har även stigit och den relativa fuktigheten börjat sjunka.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**

**Kuvausajankohta: 23.2.2014 17:16:04**

**Kuvauskohde: Rum 5**



## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson
Sisäilman lämpötila	17,8
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	42,6%

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	15,0°C	14,2°C	15,6°C	0,95	22,0°C

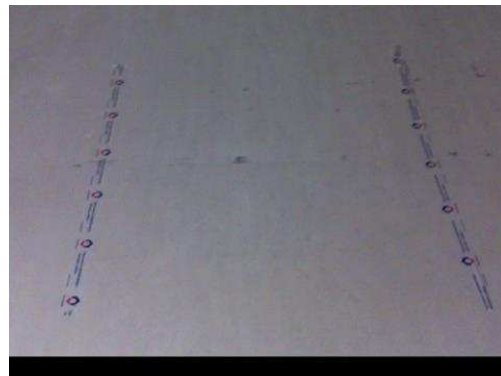
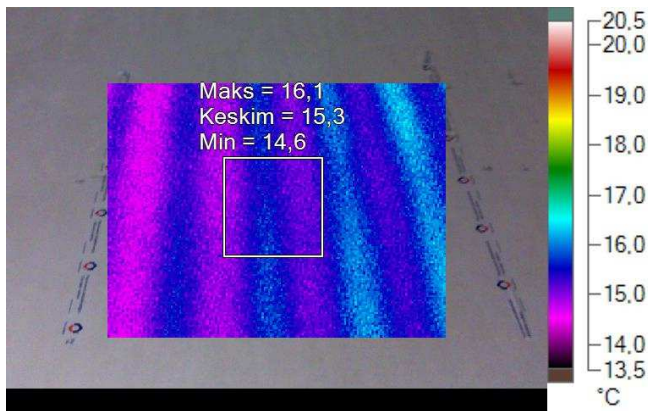
### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001097.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

### Kommentit:

Golvvärmens har varit påslagen 45 minuter. Maximi temperaturen har stigit en aning medan minimi temperaturen har stannat upp, vilket beror på att värmen inte hunnit sprida sig i sidled tillräckligt mycket för att värma hela plattan jämnt.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**  
**Kuvausajankohta: 23.2.2014 17:31:16**  
**Kuvauskohde: Rum 5**



**Valokuva kohteesta**

## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hinderesson
Sisäilman lämpötila	18,1
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	43,7%

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	15,3°C	14,6°C	16,1°C	0,95	22,0°C

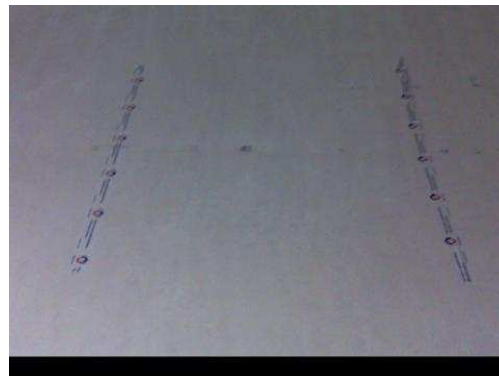
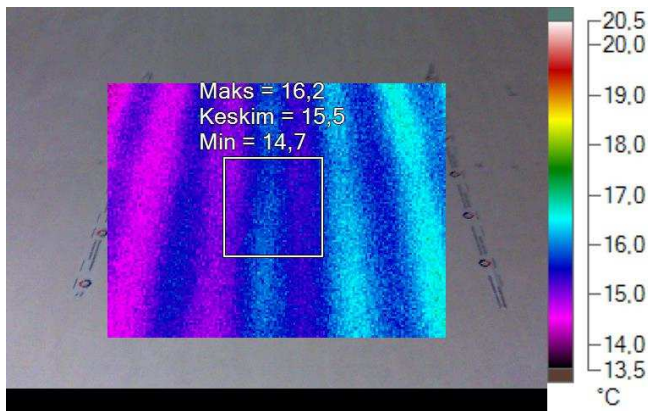
### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001101.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

### Kommentit:

Golvärmen har varit påslagen 60 minuter. Temperaturerna stiger. Minimitemperaturen har börjat stiga när värmen hunnit sprida sig i sidled en aning.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**  
**Kuvausajankohta: 23.2.2014 17:46:49**  
**Kuvauskohde: Rum 5**



**Valokuva kohteesta**

## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson
Sisäilman lämpötila	18,1
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	43,7%

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	15,5°C	14,7°C	16,2°C	0,95	22,0°C

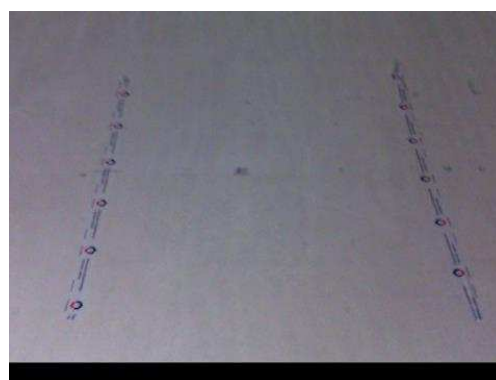
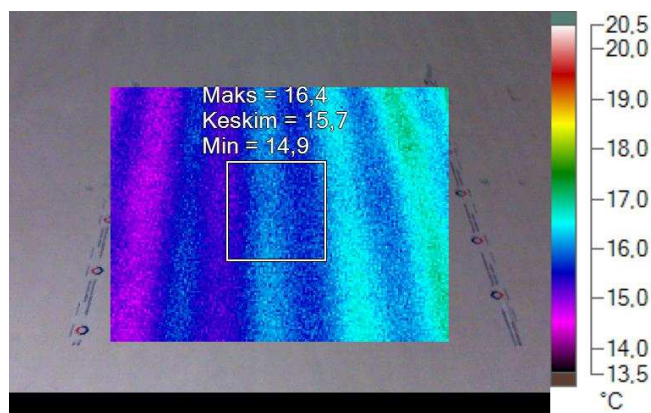
### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001105.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

### Kommentit:

Golvvärmnen har varit påslagen 75 minuter. Temperaturstigningen har nästan stannat upp. Orsaken är att hybriden har sänkt framledningstemperaturen.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**  
**Kuvausajankohta: 23.2.2014 18:01:21**  
**Kuvauskohde: Rum 5**



**Valokuva kohteesta**

## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson
Sisäilman lämpötila	18,5
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	43%

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	15,7°C	14,9°C	16,4°C	0,95	22,0°C

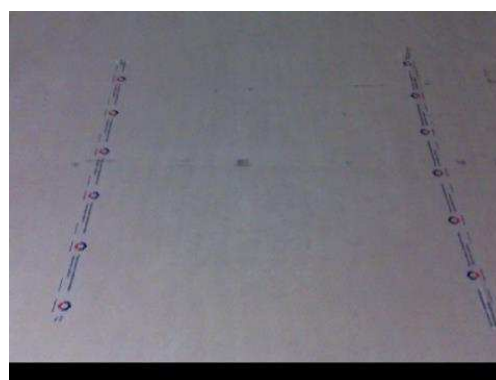
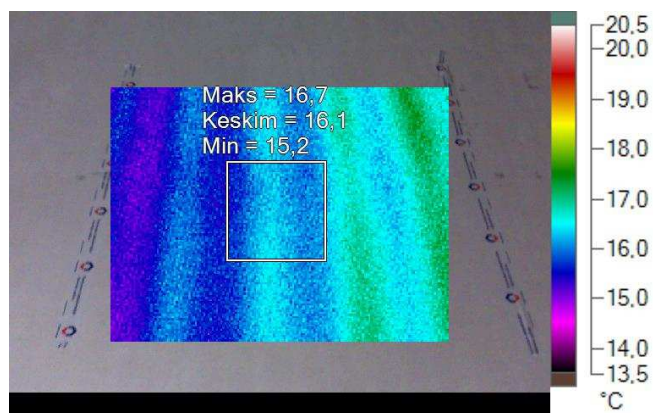
### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001109.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

### Kommentit:

Golvvärmens har varit påslagen 90 minuter. Hybriden har höjt framledningstemperaturen men det märks inte särskilt mycket på golvet's yttemperatur ännu. Inomhusluftens temperatur har stigit.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**  
**Kuvausajankohta: 23.2.2014 18:18:05**  
**Kuvauskohde: Rum 5**



**Valokuva kohteesta**

**Viite**

**Kuvausolosuhteet:**

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hinderesson
Sisäilman lämpötila	18,5
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	43%

**Lämpökuvan merkkiedot:**

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	16,1°C	15,2°C	16,7°C	0,95	22,0°C

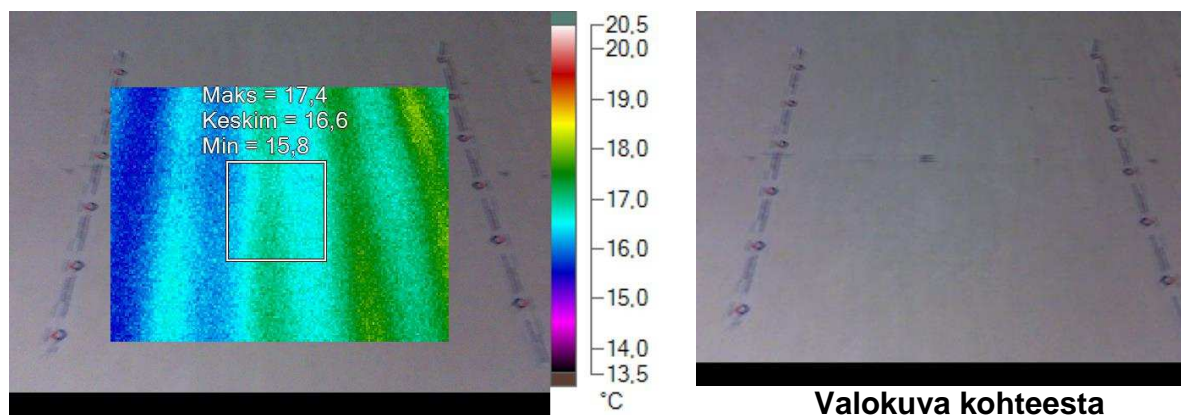
**Kuvan ja kameran yleiset tiedot:**

	IR001113.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

**Kommentit:**

Golvvärmen har varit påslagen 105 minuter. Temperaturerna har stigit.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**  
**Kuvausajankohta: 23.2.2014 18:32:25**  
**Kuvauskohde: Rum 5**



**Viite**

**Kuvausolosuhteet:**

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hinderesson
Sisäilman lämpötila	18,9
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	43%

**Lämpökuvan merkkitiedot:**

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	16,6°C	15,8°C	17,4°C	0,95	22,0°C

**Kuvan ja kameran yleiset tiedot:**

	IR001117.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

**Kommentit:**

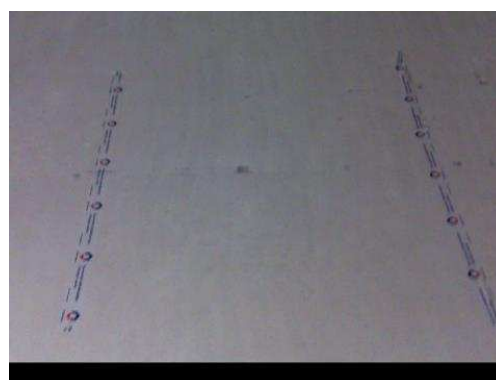
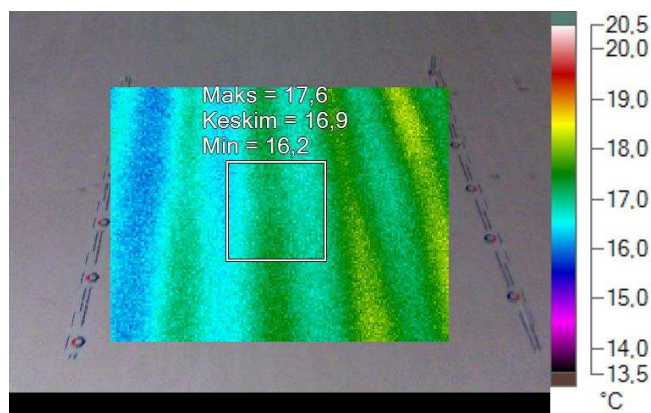
Golvvärmens har varit påslagen 120 minuter. Temperaturerna har stigit för golvytan, likaså för inomhusluften.



**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**

**Kuvausajankohta: 23.2.2014 18:46:20**

**Kuvauskohde: Rum 5**



**Valokuva kohteesta**

## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hinderesson
Sisäilman lämpötila	18,9
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	43%

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	16,9°C	16,2°C	17,6°C	0,95	22,0°C

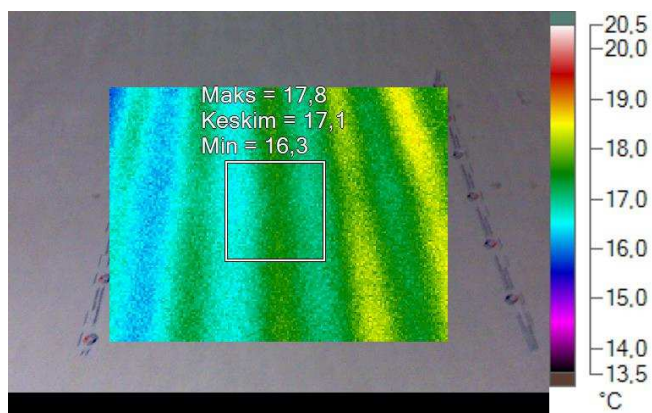
### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001121.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

### Kommentit:

Golvvärmens har varit påslagen 135 minuter. Golvytans temperatur fortsätter stiga.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**  
**Kuvausajankohta: 23.2.2014 19:02:00**  
**Kuvauskohde: Rum 5**



**Valokuva kohteesta**

**Viite**

**Kuvausolosuhteet:**

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson
Sisäilman lämpötila	19,6
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	42,2%

**Lämpökuvan merkkiedot:**

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	17,1°C	16,3°C	17,8°C	0,95	22,0°C

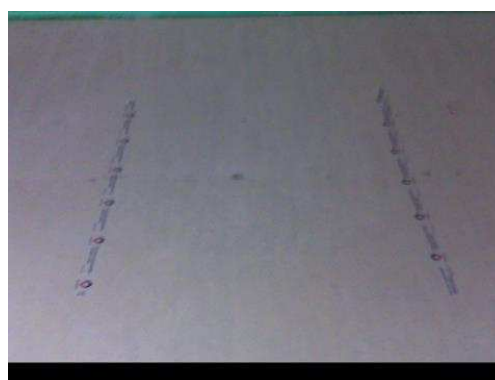
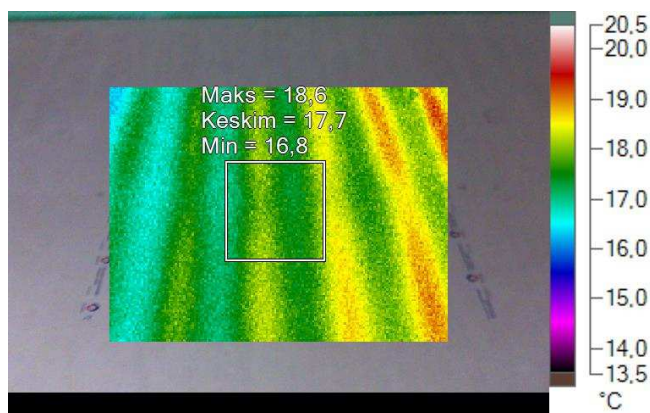
**Kuvan ja kameran yleiset tiedot:**

	IR001125.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

**Kommentit:**

Golvvärmens har varit påslagen 150 minuter. Golvytans och inomhusluftens temperaturer har stigit.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**  
**Kuvausajankohta: 23.2.2014 19:17:23**  
**Kuvauskohde: Rum 5**



**Valokuva kohteesta**

**Viite**

**Kuvaolosuhteet:**

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hinderesson
Sisäilman lämpötila	19,6
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	42,2%

**Lämpökuvan merkkiedot:**

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	17,7°C	16,8°C	18,6°C	0,95	22,0°C

**Kuvan ja kameran yleiset tiedot:**

	IR001129.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

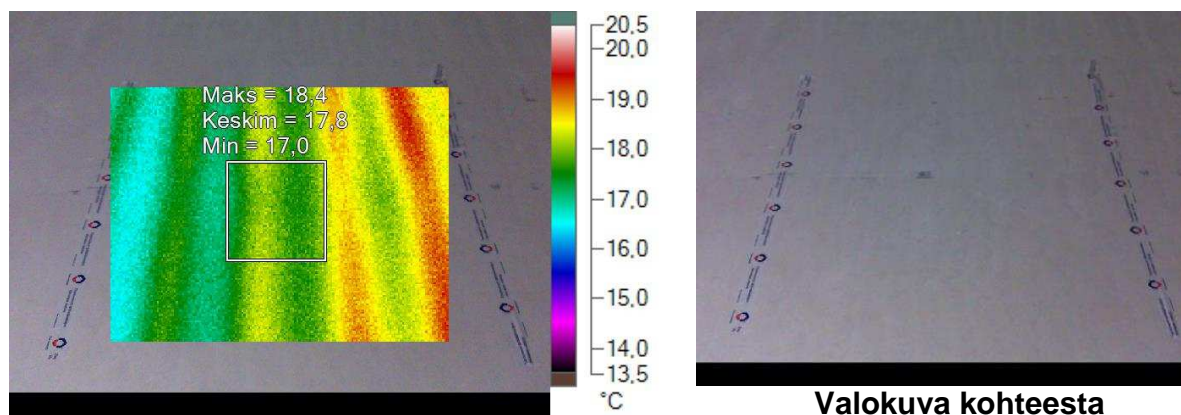
**Kommentit:**

Golvvärmens har varit påslagen 165 minuter. Temperaturerna har stigit betydligt. Värmestrålningen från rören har börjat värma upp mellanrummet mellan rören märkbart.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**

**Kuvausajankohta: 23.2.2014 19:31:40**

**Kuvauskohde: Rum 5**



## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson
Sisäilman lämpötila	20,0
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	41,0%

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	17,8°C	17,0°C	18,4°C	0,95	22,0°C

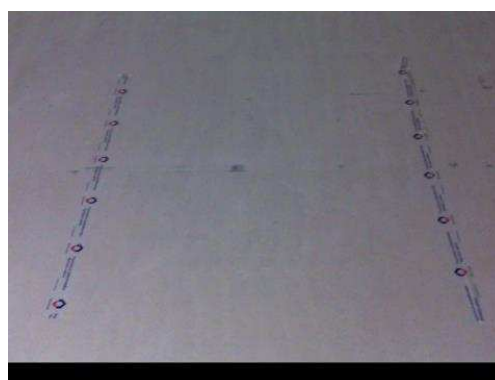
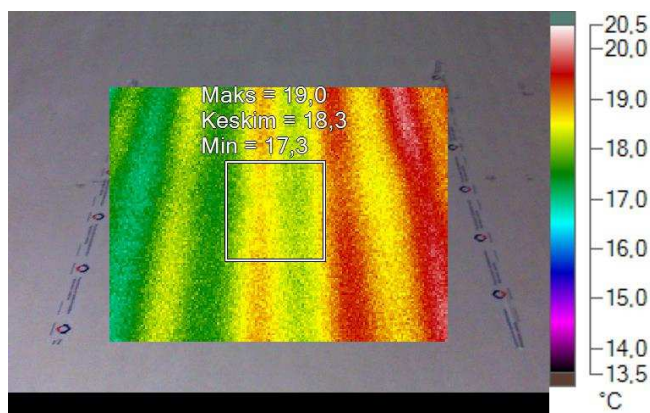
### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001133.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

### Kommentit:

Golvvärmen har varit påslagen 180 minuter. Normal inomhustemperatur har uppnåtts i utrymmet. Golvytans temperatur har stigit.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**  
**Kuvausajankohta: 23.2.2014 19:46:11**  
**Kuvauskohde: Rum 5**



**Valokuva kohteesta**

**Viite**

**Kuvaolosuhteet:**

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson
Sisäilman lämpötila	20,0
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	41,0%

**Lämpökuvan merkkiedot:**

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	18,3°C	17,3°C	19,0°C	0,95	22,0°C

**Kuvan ja kameran yleiset tiedot:**

	IR001137.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

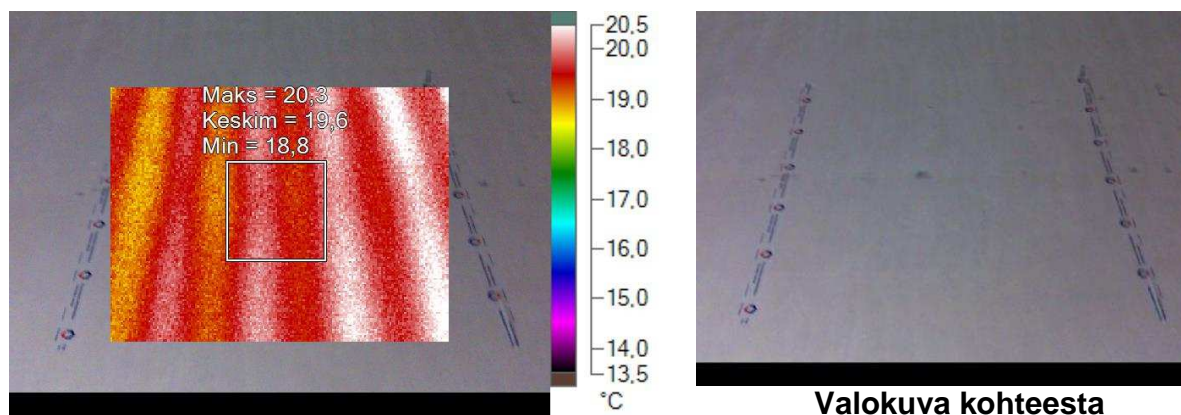
**Kommentit:**

Golvvärmen har varit påslagen 195 minuter. Temperaturen har stigit.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**

**Kuvausajankohta: 23.2.2014 20:00:51**

**Kuvauskohde: Rum 5**



**Valokuva kohteesta**

## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson
Sisäilman lämpötila	20,5
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	40,2%

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	19,6°C	18,8°C	20,3°C	0,95	22,0°C

### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001141.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

### Kommentit:

Golvvärmens har varit påslagen 210 minuter. Man kan nu konstatera utifrån minimi och maximi temperaturerna att plattan börjat värmas jämnt och att hela plattan har nåtts av värmen. Temperaturerna har stigit snabbt trots att hybridens sänkt framledningstemperaturen. Inomhusluftens temperatur är optimal och den relativa fuktigheten har sjunkit.



**Thermotech**  
Mästarvägen 12  
10600  
Ekenäs

## Bilaga 5

# Värmefotografering

*Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs*

*14mm rör, C-C 200mm, 50mm betong på röret*



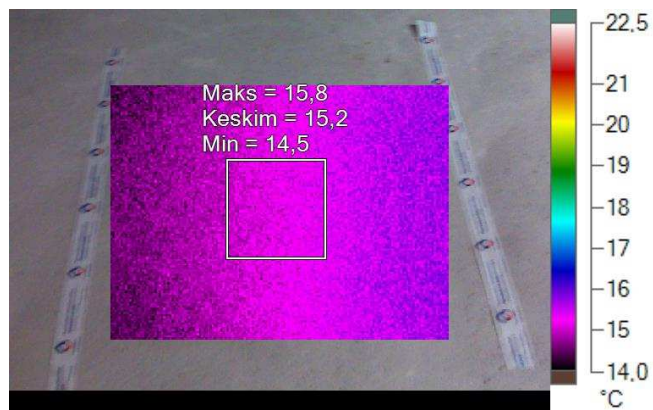
Asiakkaan nimi:

**Thermotech**  
Mästarvägen 12  
10600  
Ekenäs

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**

**Kuvausajankohta: 23.2.2014 16:31:24**

**Kuvauskohde: Våtutrymme**



**Valokuva kohteesta**

## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson
Sisäilman lämpötila	17,4
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	44,9%

### Lämpökuvan merkkitiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	15,2°C	14,5°C	15,8°C	0,95	22,0°C

### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001086.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

### Kommentit:

Den vattenburna golvvärmen är avstängd och inga värmekällor finns i utrymmet. Golvets värme kommer från nedre våningen.

**Thermotech**

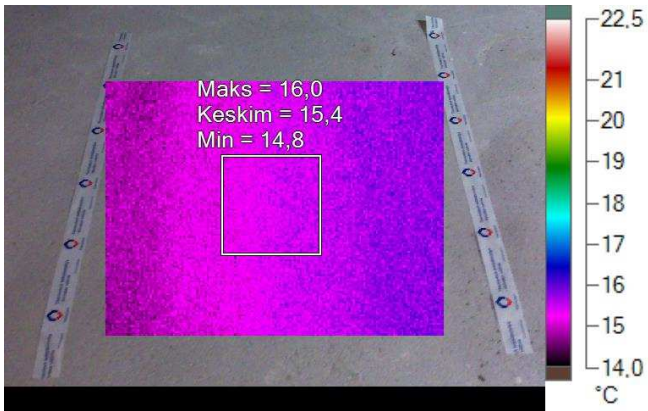
Mästarvägen 12

10600

Ekenäs



**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**  
**Kuvausajankohta: 23.2.2014 16:46:20**  
**Kuvauskohde: Vätutrymme**



**Valokuva kohteesta**

**Viite**

**Kuvausolosuhteet:**

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hinderesson
Sisäilman lämpötila	17,4
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	44,9%

**Lämpökuvan merkkiedot:**

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	15,4°C	14,8°C	16,0°C	0,95	22,0°C

**Kuvan ja kameran yleiset tiedot:**

	IR001090.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

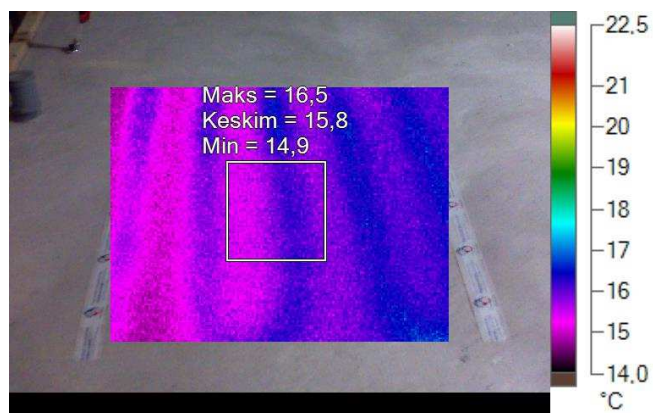
**Kommentit:**

Den vattenburna golvvärmen har varit påslagen 15 minuter. Golvytans temperatur har börjat stiga.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**

**Kuvausajankohta: 23.2.2014 17:01:42**

**Kuvauskohde: Våtutrymme**



**Valokuva kohteesta**

## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson
Sisäilman lämpötila	17,8
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	42,6%

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	15,8°C	14,9°C	16,5°C	0,95	22,0°C

### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001094.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

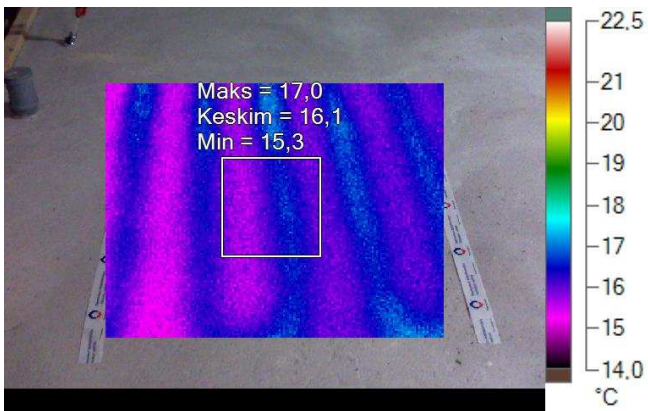
### Kommentit:

Den vattenburna golvvärmen har varit påslagen 30 minuter. Man kan tydligt se var golvvärmerören ligger. Maximi temperaturen har stigit mer än vad minimi temperaturen stigit. Skillnaden på temperaturhöjningen beror på att värmen inte hunnit spridas jämnt i hela plattan ännu.

**Thermotech**

Mästarvägen 12  
10600  
Ekenäs

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**  
**Kuvausajankohta: 23.2.2014 17:16:20**  
**Kuvauskohde: Våtutrymme**



**Valokuva kohteesta**

**Viite**

**Kuvausolosuhteet:**

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson
Sisäilman lämpötila	17,8
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	42,6%

**Lämpökuvan merkkiedot:**

Nimi	Keskisarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	16,1°C	15,3°C	17,0°C	0,95	22,0°C

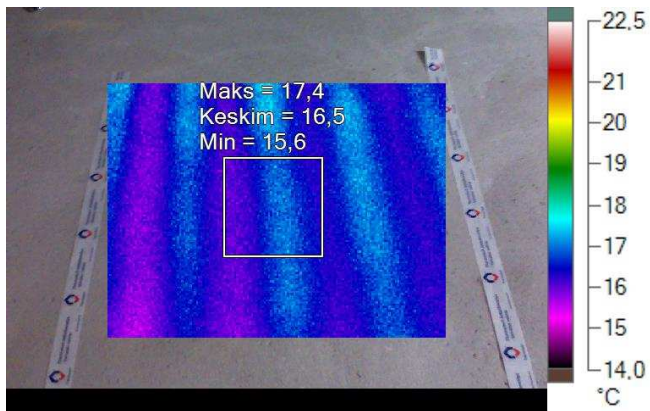
**Kuvan ja kameran yleiset tiedot:**

	IR001098.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

**Kommentit:**

Den vattenburna golvvärmen har varit påslagen 45 minuter. Temperaturerna har stigit.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**  
**Kuvausajankohta: 23.2.2014 17:31:29**  
**Kuvauskohde: Vätutrymme**



**Valokuva kohteesta**

## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hinderesson
Sisäilman lämpötila	18,1
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	43,7%

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	16,5°C	15,6°C	17,4°C	0,95	22,0°C

### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001102.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

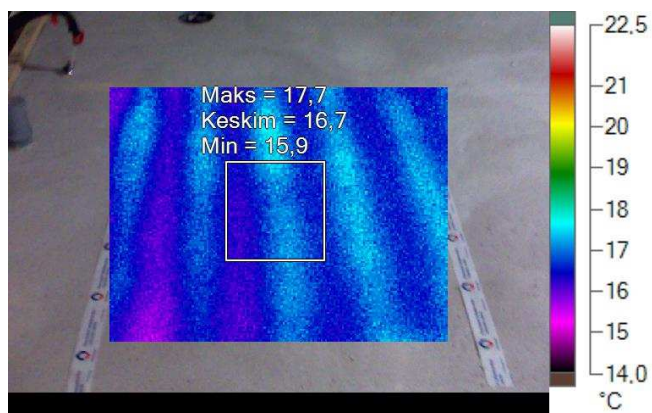
### Kommentit:

Den vattenburna golvvärmen har varit påslagen 60 minuter. Golvytans temperatur har stigit. Värmespridningen går tydligt att se.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**

**Kuvausajankohta: 23.2.2014 17:47:02**

**Kuvauskohde: Våtutrymme**



**Valokuva kohteesta**

## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson
Sisäilman lämpötila	18,1
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	43,7%

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	16,7°C	15,9°C	17,7°C	0,95	22,0°C

### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001106.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

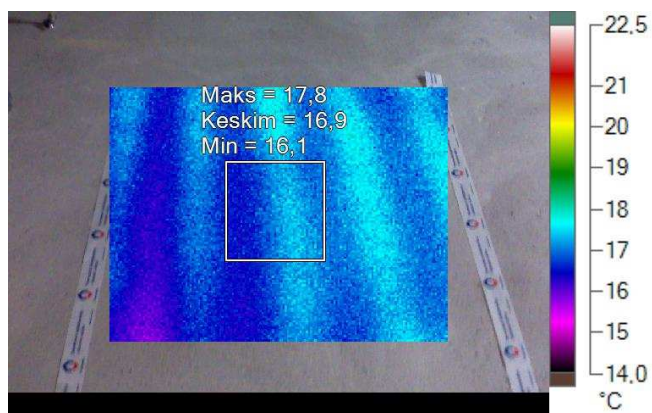
### Kommentit:

Den vattenburna golvvärmen har varit påslagen 75 minuter. Golvytans temperatur har stigit. Värmespridningen mellan rören har träffats från båda hållen.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**

**Kuvausajankohta: 23.2.2014 18:01:50**

**Kuvauskohde: Våtutrymme**



**Valokuva kohteesta**

## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson
Sisäilman lämpötila	18,5
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	43%

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	16,9°C	16,1°C	17,8°C	0,95	22,0°C

### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001110.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

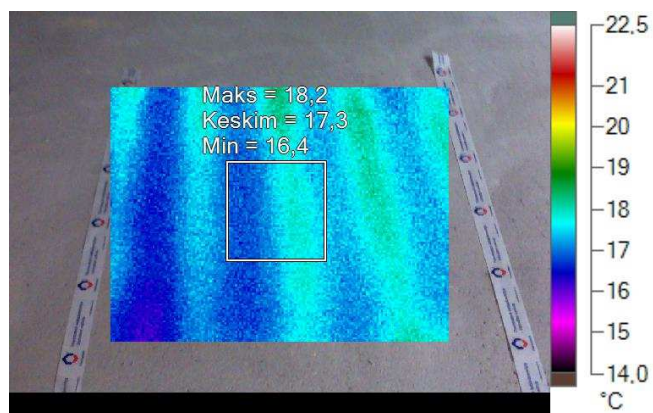
### Kommentit:

Den vattenburna golvvärmen har varit påslagen 90 minuter. Temperaturhöjningen var inte stor, vilket beror på att hybridens hade sänkt framledningstemperaturen automatiskt.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**

**Kuvausajankohta: 23.2.2014 18:18:30**

**Kuvauskohde: Våtutrymme**



**Valokuva kohteesta**

## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson
Sisäilman lämpötila	18,5
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	43%

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	17,3°C	16,4°C	18,2°C	0,95	22,0°C

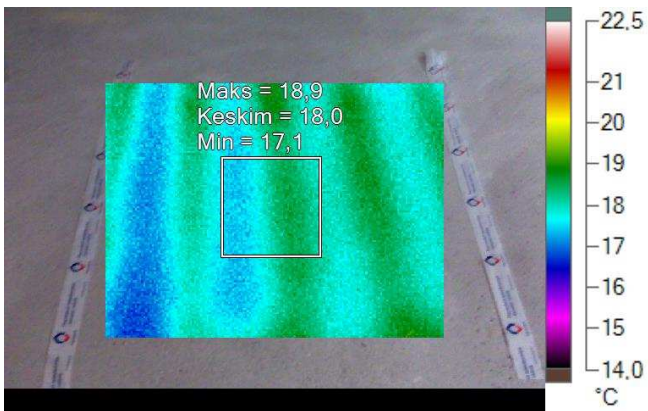
### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001114.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

### Kommentit:

Den vattenburna golvvärmen har varit påslagen 105 minuter. Hybriden har höjt framledningstemperaturen vilket resulterar i att golvytans temperatur höjs snabbare.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**  
**Kuvausajankohta: 23.2.2014 18:32:40**  
**Kuvauskohde: Vätutrymme**



**Valokuva kohteesta**

**Viite**

**Kuvausolosuhteet:**

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hinderesson
Sisäilman lämpötila	18,9
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	43%

**Lämpökuvan merkkiedot:**

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	18,0°C	17,1°C	18,9°C	0,95	22,0°C

**Kuvan ja kameran yleiset tiedot:**

	IR001118.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

**Kommentit:**

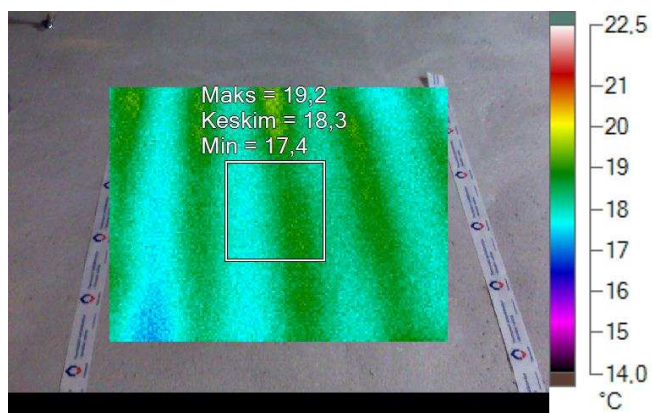
Den vattenburna golvvärmen har varit påslagen 120 minuter. Golvytans temperatur har stigit.



**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**

**Kuvausajankohta: 23.2.2014 18:46:33**

**Kuvauskohde: Vätutrymme**



**Valokuva kohteesta**

## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hinderesson
Sisäilman lämpötila	18,9
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	43%

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	18,3°C	17,4°C	19,2°C	0,95	22,0°C

### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001122.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

### Kommentit:

Den vattenburna golvvärmen har varit påslagen 135 minuter. Golvytans temperatur har stigit jämnt för hela plattan.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**

**Kuvausajankohta: 23.2.2014 19:02:13**

**Kuvauskohde: Vätutrymme**



**Valokuva kohteesta**

## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hinderesson
Sisäilman lämpötila	19,6
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	42,2%

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	18,6°C	17,7°C	19,5°C	0,95	22,0°C

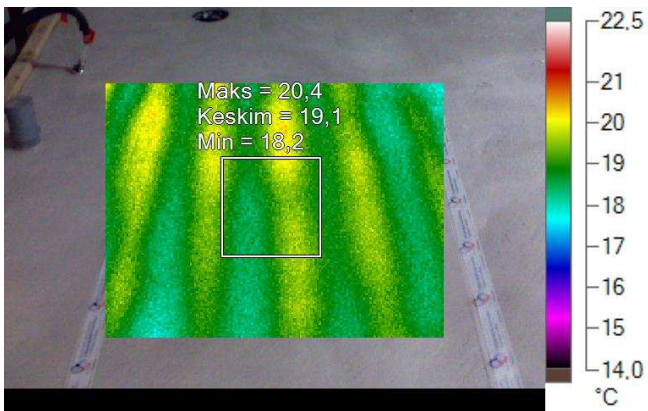
### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001126.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

### Kommentit:

Den vattenburna golvvärmen har varit påslagen 150 minuter. Golvytans temperatur har stigit jämnt för hela plattan.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**  
**Kuvausajankohta: 23.2.2014 19:17:34**  
**Kuvauskohde: Våtutrymme**



**Valokuva kohteesta**

## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson
Sisäilman lämpötila	19,6
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	42,2%

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	19,1°C	18,2°C	20,4°C	0,95	22,0°C

### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001130.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

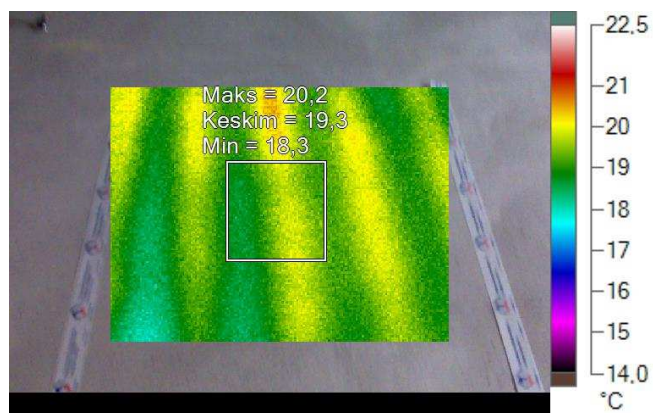
### Kommentit:

Den vattenburna golvvärmen har varit påslagen 165 minuter. Golvytans temperatur har stigt.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**

**Kuvausajankohta: 23.2.2014 19:31:59**

**Kuvauskohde: Våtutrymme**



**Valokuva kohteesta**

## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hindersson
Sisäilman lämpötila	20,0
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	41,0%

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	19,3°C	18,3°C	20,2°C	0,95	22,0°C

### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001134.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

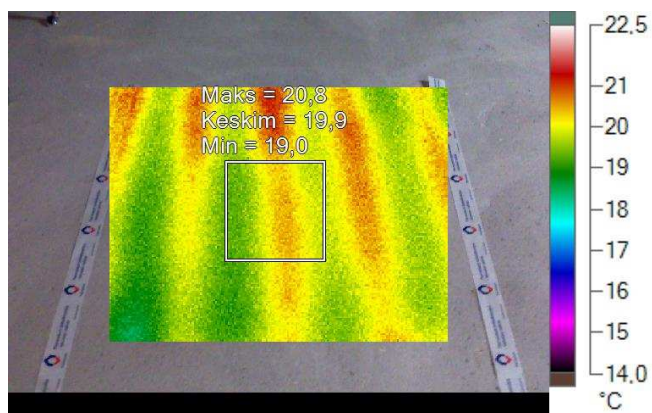
### Kommentit:

Den vattenburna golvvärmen har varit påslagen 180 minuter. Maximi temperaturen har sjunkit medan minimi temperaturen stigit minimalt. Detta beror på hybriden som automatiskt sänkt framledningstemperaturen. Inomhusluftens temperatur är nu optimal.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**

**Kuvausajankohta: 23.2.2014 19:46:34**

**Kuvauskohde: Vätutrymme**



**Valokuva kohteesta**

## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hinderesson
Sisäilman lämpötila	20,0
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	41,0%

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	19,9°C	19,0°C	20,8°C	0,95	22,0°C

### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001138.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

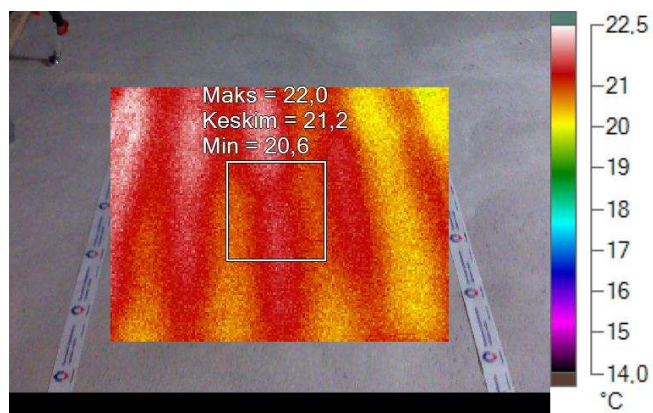
### Kommentit:

Den vattenburna golvvärmen har varit påslagen 195 minuter. Golvytans temperatur har stigit.

**Kohde: Mästarvägen 12, 10600 Ekenäs**

**Kuvausajankohta: 23.2.2014 20:01:21**

**Kuvauskohde: Våtutrymme**



**Valokuva kohteesta**

## Viite

### Kuvausolosuhteet:

Ulkoilman lämpötila	1,0
Kuvausetäisyys	1 m
Kuvauksen suorittaja	Dennis Hinderesson
Sisäilman lämpötila	20,5
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	40,2%

### Lämpökuvan merkkiedot:

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Centerbox	21,2°C	20,6°C	22,0°C	0,95	22,0°C

### Kuvan ja kameran yleiset tiedot:

	IR001142.IS2
Kameramalli	TiR
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	10060095

### Kommentit:

Den vattenburna golvvärmen har varit påslagen 210 minuter. Golvytans temperatur har stigit och inomhusluftens temperatur är optimal. Den relativa fuktigheten har sjunkit.



**Bilaga 7: Dimensionering med gamla värden**



Päivämäärä: 24.2.2014  
 Kohde: Creobase, halli

Viteero:

Jakotukki: JTF-9

Lämmittävä pinta-ala: 103

Laskelma on jakotukkikohtainen.

Teholaskelmissa oletetaan että rakennuksen lämpöaste on 0.2m<sup>3</sup>/KW tai pienempi.  
 Menoveden lämpötila on laskettu maksimitilatarpeen ja mitoitettavan ulkolämpötilan mukaan. Ota tarvittaessa yhteyttä asennusliikkeeseen saadaksesi uusi laskelma.

Mikäli menoveden lämpötila ohjataan ulkolämpötilan mukaan on käytettävä loivaa käyrää. Ota epäselvissä tapauksissa yhteyttä asennusliikkeeseen.

Piiri nro	Huone / nimike	Putkkoko mm	Lämpöero °C	AV Reuna mm	Reuna m	AV mm	Pituus m	Teho W/m <sup>2</sup>	Huoneen lämpötila °C	Lattian lämpötila °C	Pinta-ala m <sup>2</sup>	Virtaus l/s	Painehäviö kPa	Kierrosta suljetusta venttiilistä
1	F1	17x2	5.0	200	0	200	74	50	20	24.6	13.96	0.0375	7.2	3.25
2	F2	17x2	5.0	200	0	200	84	50	20	24.6	15.85	0.0426	10.0	4.25
3	F3	17x2	5.0	200	0	200	66	50	20	24.6	12.45	0.0334	5.4	3
4	F4	17x2	4.6	200	0	200	55	50	20	24.6	10.38	0.0303	3.9	2.75
5	F5	14x2	4.6	200	0	200	55	50	20	24.6	10.38	0.0303	10.9	5.5
6	F6	17x2	3.8	200	0	200	46	50	20	24.6	8.68	0.0307	3.4	2.75
7	F7	14x2	3.8	200	0	200	45	50	20	24.6	8.49	0.0300	8.9	3.25
8	F8	17x2	5.0	200	0	200	77	50	20	24.6	14.53	0.0390	7.9	3.25
9	F9	14x2	3.6	200	0	200	44	50	20	24.6	8.30	0.0303	8.9	3.25

5.5 kierrosta = venttiili täysin auki

JAKOTUKKI YHTEENSÄ	SYÖTTÖPUTKI	Cu Muovi		<p>A. Irrota säätöventtiilin suojakupu 5 mm kuusiokoloavaimella.                  B. Sulje venttiili (messinkinen) myötäpäivään 5 mm kuusiokoloavaimella.                  C. Aava muovinen lukkorengas vastapäivään 6 mm kuusiokoloavaimella.  <b>HUOM!</b> <b>ÄLÄ</b> poista muovirengasta kokonaan!                  D. Aava venttiiliä vastapäivään tarvittava määrä kierrosta (0.5, 1.0, 1.5, ...) laskelman "Kierrosta"-kohdan mukaan.                  E. Sulje muovinen lukkorengas myötäpäivään 6 mm kuusiokoloavaimella.                  F. Aseta takaisin säätöventtiilin suojakupu 5 mm kuusiokoloavaimella.</p>										
Menovesi (°C): 29.5	Syöttöputki meno&paluu (m):			Eniten lämpöä ensistävä pintalattiarakenne määrää menoveden lämpötilaa. Järjestelmän määräävä lattiarakenne on: Lastulevy/Harvalaudoitus+13mm Kipsi+5mm Laasti+10mm Klinkkeri										
Putkimenekki (m): 546.0	Halkaisija (mm):													
Painehäviö(1) (kPa): 10.91	Virtaus (m/s):	0	0											
Virtaus (l/s): 0.304	Painehäviö (2) (kPa):	0	0											
	Määräävä p.häviö (1+2) (kPa)	0	0											

Jälleenmyyjä: Creobase Oy  
 Käsitteijä:  
 Puhelin:  
 Fax:  
 Sähköposti:



**Bilaga 8:** Dimensionering med nya värden



Päivämäärä: 24.2.2014  
 Kohde: Creobase, halli

Viteno: Jätköputki: JTF-9

Lämmitetävä pinta-ala: 103  
 Laskelma on jätkökukkohtainen.

Teholaskelmassa oletetaan että rakennuksen lämpöväste on 0,2m<sup>3</sup>K/W tai pienempi.

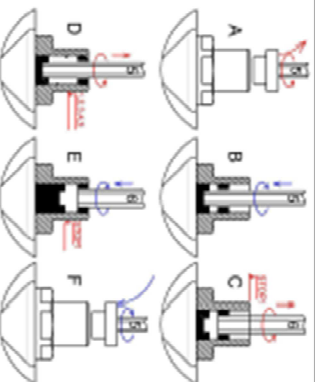
Menoveden lämpötila on laskettu maksimitehotarpeen ja mitoitettavan ulkolämpötilan mukaan. Ota tarvittaessa yhteyttä asennusliikkeeseen saadaksesi uusi laskelma.

Mikäli menoveden lämpötila ohjataan ulkolämpötilan mukaan on käytettävä loivaa käyrää. Ota epäselvissä tapauksissa yhteyttä asennusliikkeeseen.

Piirin nro	Huone / nimike	Putkikoko mm	Lämpöero °C	AV Reuna mm	Reuna m	AV mm	Pituus m	Teho W/m <sup>2</sup>	Huoneen lämpötila °C	Lattajalan lämpötila °C	Pinta-ala m <sup>2</sup>	Virtaus l/s	Painehäviö kPa	Kierrosta suljetusta venttiilistä
1	F1	17X2	5.0	200	0	200	74	50	20	24.6	13.96	0.0382	7.4	3.25
2	F2	17X2	5.0	200	0	200	84	50	20	24.6	15.85	0.0434	10.3	4.5
3	F3	17X2	5.0	200	0	200	66	50	20	24.6	12.45	0.0341	5.5	3
4	F4	17X2	4.7	200	0	200	55	50	20	24.6	10.38	0.0302	3.9	2.75
5	F5	14X2	4.7	200	0	200	55	50	20	24.6	10.38	0.0302	10.9	5.5
6	F6	17X2	3.9	200	0	200	46	50	20	24.6	8.68	0.0305	3.4	2.75
7	F7	14X2	3.8	200	0	200	45	50	20	24.6	8.49	0.0306	9.2	3.5
8	F8	17X2	5.0	200	0	200	77	50	20	24.6	14.53	0.0398	8.2	3.5
9	F9	14X2	3.7	200	0	200	44	50	20	24.6	8.30	0.0307	9.1	3.25

5:5 kierrosta = venttiili täysin auki

JAKOTUKKI YHTEENSÄ	Menovesi (°C): 30.7	Putkimenekki (m): 546.0	Painehäviö(1) (kPa): 10.88	Virtaus (l/s): 0.308	SYÖTÖPUTKI	Syöttöputki meno&paluu (m): 0	Cu	Muovi	Halkaisija (mm):	Virtaus (m/s):	Painehäviö (2) (kPa):	Määrävä p.häviö (1+2) (kPa)



- A. Irrota säätöventtiilin suojakupu 5 mm kuusiokoloavaimella.
- B. Sulje venttiili (messinkinen) myötäpäivään 5 mm kuusiokoloavaimella.
- C. Avaa muovinen lukkorengas vastapäivään 8 mm kuusiokoloavaimella.
- HUOMI ALA poista muovirengas kokonaan!**
- D. Avaa venttiili vastapäivään tarvittava määrä kierrosta (0,5, 1,0, 1,5, ...) laskelman "Kierrosta"-kohdan mukaan.
- E. Sulje muovinen lukkorengas myötäpäivään 8 mm kuusiokoloavaimella.
- F. Aseta takaisin säätöventtiilin suojakupu 5 mm kuusiokoloavaimella.

Jälleennyä: Creobase Oy  
 Käsitteittäjä:  
 Puhelin:  
 Fax:  
 Sähköposti:

Ennen lämpöä eristävä pintalattiarakenne määrää menoveden lämpötilaa.  
 Järjestelmän määräävä lattiarakenne on:  
 Lastulevy/Harvalaudoitus+13mm Kipsi+5mm Laasti+10mm Klinkerit



**PÖYTÄKIRJA**  
**Purkiasennus**  
**Koeponnistus- ja tiiveystarkastus**

Projekti <i>Creobase, halli</i>	Vitenumero	Päivämäärä <i>22.1.2014</i>
Tilaja/Rakentaja <i>Thermotech/Creobase</i>	Pinustusno ym.	Tilauknumero
Jäljestelmä <i>Kipsivalu</i>	Koeponnistus <i>X</i>	Tiiveystarkastus <i>X</i>

**Koeponnistus- ja tiiveystarkastus vedellä**

Tarkastuspaine \_\_\_\_\_ kPa

Koeponnistusaika \_\_\_\_\_ tuntia \_\_\_\_\_ minuuttia

Käytetty laitteisto \_\_\_\_\_ Nro \_\_\_\_\_

**Koeponnistus- ja tiiveystarkastus ilmalla tai kaasulla**

Tarkastuspaine *7,4 bar* kPa

Koeponnistusaika *2* tuntia *45* minuuttia

Käytetty laitteisto *Ilmakompressori* \_\_\_\_\_ Nro \_\_\_\_\_

**Painemittarilukemat**

Nro	Päivämäärä	Kello	Luettu paine, bar $\rightarrow$ kPa	Huomautuksia	Nimi
1	22.1	13:15	7,4		D.H
2	22.1	13:45	7,4		D.H
3	22.1	13:45	4,5		D.H
4	22.1	14:15	4,5		D.H
5	22.1	15:15	4,5		D.H
6	22.1	16:00	4,5		D.H

Huomautuksia (esim. mittaukseen mahdollisesti vaikuttavia tekijöitä)

*13:45 laskin painetta manuaalisesti*

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_