



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
VASA YRKESHÖGSKOLA  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Tuukka Perttula

# OPAS OMAKOTITALON SÄHKÖLÄMMITYKSEEN

Tekniikka ja liikenne  
2011

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
Sähkötekniikan koulutusohjelma

## TIIVISTELMÄ

Tekijä	Tuukka Perttula
Opinnäytetyön nimi	Opas omakotitalon sähkölämmitykseen
Vuosi	2011
Kieli	suomi
Sivumäärä	48 + 7 liitettä
Ohjaaja	Tapani Esala

---

Opinnäytetyö tehtiin kurikkalaiseen sähköalan yritykseen. Opinnäytetyöksi päätettiin tehdä opas omakotitalon sähkölämmitysratkaisuista yrityksen asiakkaille. Opas on tarkoitettu liikkeen yksityisasiakkaille, jotka harkitsevat talonsa lämmitysmuodoksi sähkölämmitystä. Oppaassa käydään läpi sähköliikkeen myymiä ja nykypäivänä kannattavia sähkölämmitysratkaisuja, sekä niiden käyttöä uudis- ja saneerausrakentamisessa.

Työhön tarvittu aineisto on kerätty mm. eri sähkölämmittimien valmistajien kotisivuilta, erilaisista rakentajan aikakauslehdistä, sähköyhtiöiden kotisivuilta, jne. Oppaassa on havainnollistamiseksi kuvia ja diagrammeja, jotka ovat osaksi itse valokuvaamani tai piirtämiä, mutta työssä on käytetty myös eri valmistajien sivuilta lainattuja kuvia laitteistoista.

Oppaassa ei suositella asennettavaksi pelkästään yhtä lämmitysjärjestelmää taloon. Energiaedullisin lämmitysratkaisu saadaan yhdistämällä erilaisia lämmitystapoja. Aurinkoenergiaa ja tuulivoimaa oppaassa ei käsitellä tarkemmin, sillä työn tilanneella yrityksellä ei ole näitä tuoteryhmiä myynnissä.

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES  
Sähkötekniikan koulutusohjelma

## ABSTRACT

Author	Tuukka Perttula
Title	The Guide Book on Electric Heating for Detached Households
Year	2011
Language	Finnish
Pages	48 + 7 appendices
Name of Supervisor	Tapani Esala

---

This thesis was produced for the use of a company operating in the field of electrical engineering, designing and installation in Southern Ostrobothnia. The purpose was to prepare a manual of various forms of electric heating for detached households and it is directed to the private customers of the company considering any form of electric heating. The guide book surveys different economical electric solutions provided and sold by the company to be used in new construction and rebuilding.

The data used in the thesis was collected from various secondary sources, i.e. the websites of manufacturers and electric companies, and field-specific journals to mention a few. To demonstrate the purpose and use of the solutions, the manual presents pictures and diagrams some of which are partly drawn and photographed by the author. Images taken from the manufacturers' websites are also used.

In order to achieve the most economical solution the guide book does not recommend installing only one electric heating system but a combination of various alternatives. Solar energy and wind power are excluded from this study as the company does not represent these forms of energy.

---

Keywords	electric heating, new construction, rebuilding
----------	--

# SISÄLLYS

## TIIVISTELMÄ

## ABSTRACT

1	JOHDANTO .....	6
2	YLEISTÄ SÄHKÖLÄMMITYKSESTÄ .....	7
	2.1 Sähköstä lämpöä .....	7
	2.2 Kustannukset.....	9
3	SÄHKÖLÄMMITYSRATKAISUT OMAKOTITALOON .....	15
	3.1 Yleistä .....	15
	3.2 Uuden omakotitalon lämmitys .....	16
	3.3 Vanhan omakotitalon lämmitys .....	17
	3.4 Lattialämmitys .....	18
	3.5 Kattolämmitys.....	26
	3.6 Suora sähkölämmitys .....	27
	3.7 Ilmalämpöpumppu .....	32
	3.8 Säteilylämmittimet .....	35
	3.9 Sulanapito .....	36
	3.10 Termostaatit .....	42
	3.11 Lämminvesivaraajat .....	44
4	YHTEENVETO .....	45
	LÄHTEET.....	46

**LIITELUETTELO**

Liite 1. Esimerkkilaskelma omakotitalon sulanapitojärjestelmästä

Liite 2. Panasonic HE-sarjan ilmalämpöpumput

Liite 3. Panasonic NE- ja XE-sarjan ilmalämpöpumput

Liite 4. Panasonic GFE-sarjan ilmalämpöpumput

Liite 5. Panasonic CE-sarjan ilmalämpöpumput

Liite 6. Panasonic E-sarjan ilmalämpöpumput

Liite 7. Panasonic-ilmalämpöpumppujen vertailutaulukko

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tilasi Kurikan Sähkötarvike Ky, joka on sähköalan yritys. Sähköliike harjoittaa sähköurakointia erikokoisiin kohteisiin sekä yksittäisiä tilaustöitä. Uutuutena on myös sähkötarvikemyymälä keskeisellä paikalla Kurikan keskustassa, johon tehty opas tulee asiakkaille mukaan otettavaksi. Kurikan Sähkötarvike Ky kuuluu valtakunnalliseen Elfin yhteenliittymään.

Työn tarkoituksena oli tehdä yrityksen asiakkaille opas, jossa kerrotaan maallikolle ymmärrettävästi erilaisten sähkölämmitysmuotojen ominaisuuksista ja niiden soveltamisesta asiakkaan tarpeisiin. Opas kootaan opinnäytetyön materiaalista. Opas perehdyttää asiakkaan nykypäivänä kannattaviin sähkölämmitysratkaisuihin, antaa ohjeita kustannusarvion laskemiseen, turvallisuusmääräyksiä ja hyödyllisiä vinkkejä jo olemassa oleviin lämmitysjärjestelmiin. Opinnäytetyössä esitellään yrityksen edustamia ja myymiä tuotemerkkejä.

## 2 YLEISTÄ SÄHKÖLÄMMITYKSESTÄ

### 2.1 Sähköstä lämpöä

Sähkö on yleisin lämmitystapa omakotitaloissa Suomessa. Sähkön hyötysuhde lämmittämiseen on hyvä. Myös omakotitaloissa, joissa ei varsinaista sähkölämmitystä ole, tuotetaan lämpöä sähköstä kodinkoneiden, viihde-elektroniikan, hehkulamppujen, halogeenien ja muiden sähköllä toimivien laitteiden sivutuotteena. Tarkemmin ottaen sähkö muodostaa lämpöhäviöitä sähkölaitteissa. Lämpöhäviöitä syntyy kun sähkövirta kulkee aineessa jolla on ominaisresistanssi. Esimerkiksi hehkulampusta saatava hyötysuhde valoksi on vain n. 0,03-0,05. Loput energiasta muuttuu pääosin lämmöksi. Tästä on myös etua sillä se lämmittää taloa, eli hehkulamput toimivat pieninä lämmittiminä kodissa. Hehkulamput ovat tosin poistumassa valmistajien tuotannosta kokonaan vuonna 2012 pienitehoisia merkkilamppuja lukuun ottamatta.

**Omakotitalon kuluttaman energia** koostuu eri tekijöistä. Suurin osa energiankulutuksesta muodostuu talon ja käyttöveden lämmityksestä sekä ilmastoinnin tarvitsemasta ja hukkaamasta lämmöstä (**Kuva 1.**) Uudisrakentamisessa pätevät uudet määräykset vaativat talon ovilta, ikkunoilta, seinä- ja kattorakenteilta, ilmastoinnilta, jne. aiempaa parempia lämmönläpäisyvaatimuksia. Nykymääräysten mukaan uudet talot tulee suunnitella ja rakentaa vähintään matalaenergiataloiksi.



**Kuva 1.** Omakotitalon energian muodostus

(<URL:<http://www.energiateollisuus.fi>>)

**Matalaenergiatalossa** lämmitys kuluttaa maksimissaan energiaa noin puolet aiemmista ”normaalienergiatalon” minimivaatimuksista. Matalaenergiataloksi luokitellaan Etelä-Suomessa alle 60 kWh/brm<sup>2</sup> vuodessa kuluttava ja Pohjois-Suomessa alle 90 kWh/brm<sup>2</sup> vuodessa kuluttava rakennus.

**Passiivenergiataloksi** määritellään rakennus joka ei kuluta lämmitys- tai jäähdytysenergiaa. Suomen oloissa passiivenergiataloksi määritellään talo, joka kuluttaa lämmitysenergiaa 20 - 30 kWh/brm<sup>2</sup> vuodessa rakennuksen maantieteellisestä sijainnista riippuen.

**Nollaenergiatalo** kuluttaa ja tuottaa saman verran energiaa. **Plusenergiatalo** tuottaa enemmän energiaa kuin kuluttaa. Nolla- ja plusenergiatalojen rakentaminen Suomen oloissa ei nykytekniikalla ole kovin kannattavaa, mutta mahdollista esimerkiksi aurinkopaneelien ja tuulivoimalan avulla.

([http://www.motiva.fi/rakentaminen/millainen\\_on\\_energiatehokas\\_pientalo/matalaenergiatalon\\_maaritelmiä](http://www.motiva.fi/rakentaminen/millainen_on_energiatehokas_pientalo/matalaenergiatalon_maaritelmiä))

### **Miksi valita sähkölämmitys?**

Se on helppo ja yksinkertainen lämmitysjärjestelmä, jolla on aina kiinteä hyötysuhde. Investoinnit ovat edulliset. Rakennuspaikalla ei ole vaikutusta järjestelmään, joka on käytännössä huoltovapaa. Mahdollisessa vikatilanteessa sähkölämmitys ei vaurioita talon rakenteita. Sähkölämmityksen rinnalle voidaan asentaa varaava takka, ilmalämpöpumppu, aurinkopaneelit, pientuulivoimala (sähkön tuottamiseen), jne. Sähkön myyntihinta ei ole sidottu yhden tarjoajan hintoihin, sähkömyyjän voi kilpailuttaa noin 70 eri sähköyhtiöstä ympäri Suomea ([energiateollisuus.fi](http://energiateollisuus.fi),

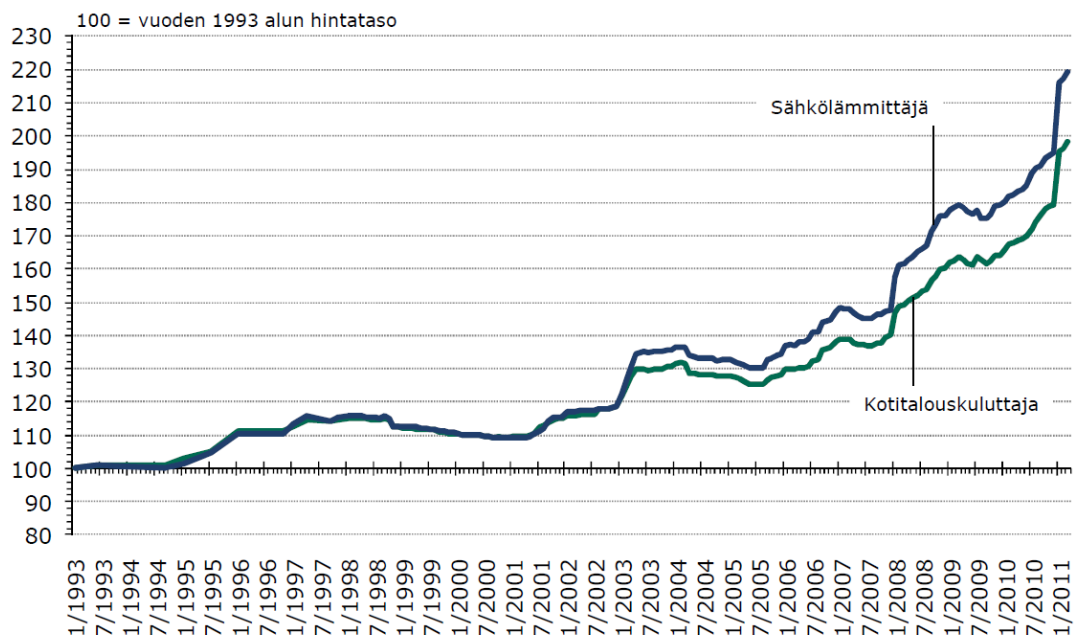
(<http://www.energia.fi/fi/sahko/sahkomarkkinat/sahkoenergiankilpailuttaminen>).



## 2.2 Kustannukset

Sähkön hinta on viime vuosikymmenellä noussut (**Kuva 2.**), kuten myös muiden energiamuotojen hinnat. Sähkön hintaan vaikuttavat muun muassa sähköntuotantoon käytettyjen energialähteiden maailmanmarkkinahinnat, energiavero sekä hiilidioksidin päästöoikeuksien hinnat (päästökauppa). Uusiutuvilla energialähteillä tuotettuun sähkön hintaan vaikuttavat sääolosuhteet, kuten aurinkoisuus (aurinkovoimalla tuotettu sähköenergia), tuulisuus (tuulivoimalla tuotettu sähköenergia) ja sateisuus (vesivoimalla tuotettu sähköenergia).

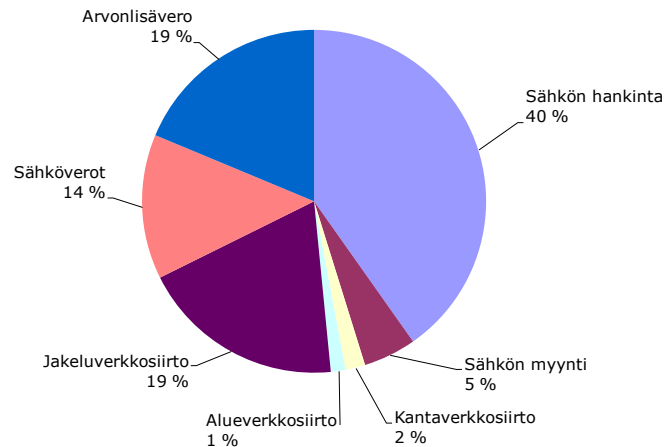
### Sähkön verollisen hinnan reaalin kehitys



**Kuva 2.** Sähkön verollisen kokonaishinnan reaalin kehitys

(<URL:<http://www.energiamarkkinavirasto.fi>>)

## Mistä sähkönhinta muodostuu?



**Kuva 3:** Sähkölämmittäjän sähkön keskihinta

(<URL:<http://www.energiamarkkinavirasto.fi>>)

### Kustannusarvio

Rakennettavaan tai saneerattavan kohteeseen kannattaa aina tehdä omakohtainen kustannusarvio pitkälle aikavälille, noin 30 vuodeksi eteenpäin. Lämmitysjärjestelmän kokonaiskustannukset koostuvat **alkuinvestoinneista** ja **käyttökustannuksista** seuraavasti:

#### *Investointikustannukset muodostuvat:*

- järjestelmän suunnittelusta
- laitehankinnoista
- asennuskustannuksista
- liittymämaksuista (esim. kaukolämpö- ja sähköverkkoon)
- lämmitysjärjestelmän vaatimasta tilantarpeesta.

#### *Käyttökustannukset koostuvat:*

- energiakustannuksista
- vuotuisista perusmaksuista
- huolto- ja korjauskustannuksista.

(<URL:[http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman\\_valinta/vertaile\\_lammitysjarjestelmia/lammitysjarjestelmien\\_kustannukset](http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/vertaile_lammitysjarjestelmia/lammitysjarjestelmien_kustannukset)>)

Energiakustannukset tulevat kaikilla energiamuodoilla muuttumaan tulevaisuudessa. Sitä kuinka paljon ja mihin suuntaan on vaikea ennustaa etukäteen.

Asiakkaan valitessa taloonsa sähkölämmityksen hän voi tehdä tarjouspyynnön yritykselle sähkötöistä ja tarvikkeista. Yritys tekee myös kaikenlaiset sähkösuunnitelmat ammattitaidolla sekä uudis- että saneerauskohteisiin.

Rakentaja.fi sivustolta löytyy rekisteröityneille käyttäjille lämmitystapalaskuri, jolla voi laskea suuntaa antavia kustannusarvioita. Taulukossa 1 on esimerkkilaskelma sähkölämmityksestä 100 m<sup>2</sup> omakotitaloon 30 vuoden ajanjaksolle:

**Taulukko 1. Lämmityslaskelma**

	Suorasähkö
Laitteiston hinta ( syötä laitteiston hinnat itse )	3908
Kuoleetusajaksi	30
Korko %	3,5
Korko euroa	1735 €
<b>Kokonaisinvestointi</b>	<b>5643 €</b>
<b>Huolto</b>	
Huoltokustannus euroa /vuosi	48 €
<b>Huoltokustannus kuoleetusajalle</b>	<b>1440 €</b>
<b>Kokonaisinvestointi kuoleetusajalle</b>	<b>7083 €</b>
Laitteistokustannus / kk	19,68 €
<b>Energian kulutus</b>	
Lämmitysenergian kulutus / neliö / vuosi (kWh)	120
Käytöveden lämmitys kWh/ asukas/ vuosi	800
Huoneistosähkön kulutus /neliö / vuosi kWh	50
Kiinteistösähkön kulutus /neliö / vuosi kWh	4
Energian tarve yhteensä kWh / vuosi	20600 kWh
	Suorasähkö
<b>Lämmitystavan hyötysuhteet</b>	
Lämmitystavan hyötysuhde lämmöntuotossa %	100
Lämmitystavan hyötysuhde veden lämmityksessä %	95
<b>Energian kulutus</b>	
Lämmitykseen tarvittava energia, kWh	15368 kWh
Muu käyttösähköenergia	5400 kWh
Energian kokonaiskulutus kWh / vuosi	20768 kWh
<b>Energian hinta</b>	
Lämmönlähteen käyttämän energian hinta snt/kWh	9,67 snt
Lämmitysenergian hinta	1486 €
Käytösähköenergian hinta	720 €
Käytettävän energian kokonaishinta/vuosi	2206 €
Käytettävän energian kokonaishinta kuoleetusajalla	66180 €
<b>Kokonaiskustannus kuoleetusajalle</b>	<b>73263 €</b>
Laskennallinen vuosikustannus	2442 €
Laskennallinen kuukausikustannus	203,5 €

(<URL:http://www.rakentaja.fi>)

**Esimerkkilaskelmassa käytettiin seuraavia lähtökohtia:**

Lämmitettävä pinta-ala: 100 m<sup>2</sup>

Sähköliittymän perusmaksut vuodessa: 198,24 € (helmikuu 2011)

Asukkaiden määrä: 4

Sähköenergian hinta (myynti, siirto + vero): 9,67 snt / kWh (helmikuu 2011)

Kiinteistön sähköliittymä 3x25 A.

Sähköenergian myynti: Seinäjoen Energia

Verkkoyhtiö: Fortum

**Esimerkki matalaenergiatalon vuosittaisista energiakustannuksista:**

Sähkö- ja öljylämmityksen vuosittaista energiakulutusta verrataan. Talon bruttoneliöala  $150 \text{ brm}^2 * 60 \text{ kWh} / \text{brm}^2 * 1 \text{ a} = 9000 \text{ kWh} / \text{a}$ . Tästä voidaan laskea lämmityksen energiakulut vuodessa. Laskelmissa ei ole otettu huomioon hintojen nousua, lämmitysjärjestelmien investointikuluja tai huoltokuluja. Energian yksikköhintoja on käytetty helmikuun 2011 keskihintoja tai jonkin tarjoajan hintoja seuraavasti (Seinäjoen Energia laskutus, Fortum laskutus, Öljyalan keskusliitto):

- sähkön myynti Seinäjoen energia, sähkön siirto Fortum (Kurikka). Hinta yht. 9,67 snt / kWh (hinnat helmikuu 2011)
- kevyt polttoöljy, kesälaatu 104,8 snt / litra (15.2.2011 Öljyalan keskusliitto) → 1 litra kevyttä polttoöljyä sisältää 10,02 kWh energiaa, josta matalalämpökattilan hyötysuhteella 90 % saadaan 9,018 kWh lämmitysenergiaa.

Sähkölämmitys: energiakulut  $9000 \text{ kWh} / \text{a} * 0,0967 \text{ €} / \text{kWh} = \underline{870 \text{ €} / \text{a}}$ .

Öljylämmitys: energiakulut  $(9000 \text{ kWh} / \text{a}) / 9,018 \text{ kWh} / \text{litra} = 998 \text{ litraa}$ , jonka hinta →  $1,048 \text{ €} * 998 = \underline{1046 \text{ €} / \text{a}}$

### **Sähköliittymä**

Taloon valittava lämmitysjärjestelmä vaikuttaa myös pääsulakkeiden kokoon. Sähkölämmitteisessä talossa lämmitettävä pinta-ala on suoraan verrannollinen pääsulakekokoon. Sähkön liittymismaksu maksetaan vain kerran ja se maksetaan alueella toimivalle verkkoyhtiölle. Toisin sanoen sähkön myyjän voi kilpailuttaa, mutta sähkön siirtomaksu, sähkövero ja perusmaksu maksetaan aina alueella toimivalle verkkoyhtiölle (Kurikassa Fortum). Omakotitaloon otettava pienjänniteliittymä on normaalisti 3x25 A, mutta varsinkin sähkölämmitteisessä suuressa omakotitalossa tarvitaan isompi liittymä. Sähköliittymän koko rakennettavaan kohteeseen tulee varmistaa sähkösuunnittelijalta. Myös vanhan talon sähköliittymän kokoa on mahdollista suurentaa tai muuttaa 1-vaiheisesta 3-vaiheiseksi.

Sivulta 14 selviää hinnat liittymismaksuista sähköverkkoon Kurikan alueella (**Kuva 4.**), verkkoyhtiö Fortum.

## Pienjänniteliittymä

Uusien pienjänniteliittymien liittymismaksun perusteena on pääsulakekoko ja suoraan mitattu etäisyys rakennetusta 20 kV:n johdosta (vyöhykkeet 1 ja 2). Suositus suurimmaksi pienjänniteliittymäksi on 1 000 A. Arvonlisävero (23 %) sisältyy liittymismaksuihin.

Pääsulakekoko	Liittymismaksu vyöhykkeellä 1 €	Liittymismaksu vyöhykkeellä 2 €	Liittymismaksu vyöhykkeellä 2+ €
3x25 A .....	2 265	2 950	5 215
3x35 A .....	3 165	4 110	
3x50 A .....	4 515	5 875	
3x63 A .....	5 695	7 400	
3x80 A .....	7 205		
3x100 A .....	9 030		
3x125 A .....	11 290		
3x160 A .....	14 445		
3x200 A .....	18 055		
3x250 A .....	22 570		
Yli 250 A liittymille ampeerihinta .....	90 €/A		
Vaiheliittymismaksu (liittymän 3-vaiheistaminen) .....	570	755	1 410
Pienliittymä .....	625	625	625
Puhelinvahvistimet, valotaulut ymv., kun liittymisteho on enintään 500 W. Lisäksi veloitetaan välittömät liittämisen- ja rakentamiskustannukset.			

## Vyöhyke 1

Etäisyys rakennetusta 20 kV:n johdosta (lukuun ottamatta vesistökaapeleita) liittämiskohtaan on suoraan mitattuna enintään 300 m. Verkoston ja liittymisjohdon suoraan mitattu yhteispituus 20 kV:n johdosta mittauspisteeseen saa olla enintään 350 m.

## Vyöhyke 2

Pääsulake on enintään 63 A ja etäisyys rakennetusta 20 kV:n johdosta (lukuun ottamatta vesistökaapeleita) liittämiskohtaan on suoraan mitattuna yli 300 m, mutta enintään 600 m. Verkoston ja liittymisjohdon suoraan mitattu yhteispituus 20 kV:n johdosta mittauspisteeseen saa olla enintään 650 m.

**Kuva 4.** Pienjänniteliittymien hinnat Fortum (<URL:http://www.fortum.fi>, liittymismaksuhinnasto)

### 3 SÄHKÖLÄMMITYSRATKAISUT OMAKOTITALOON

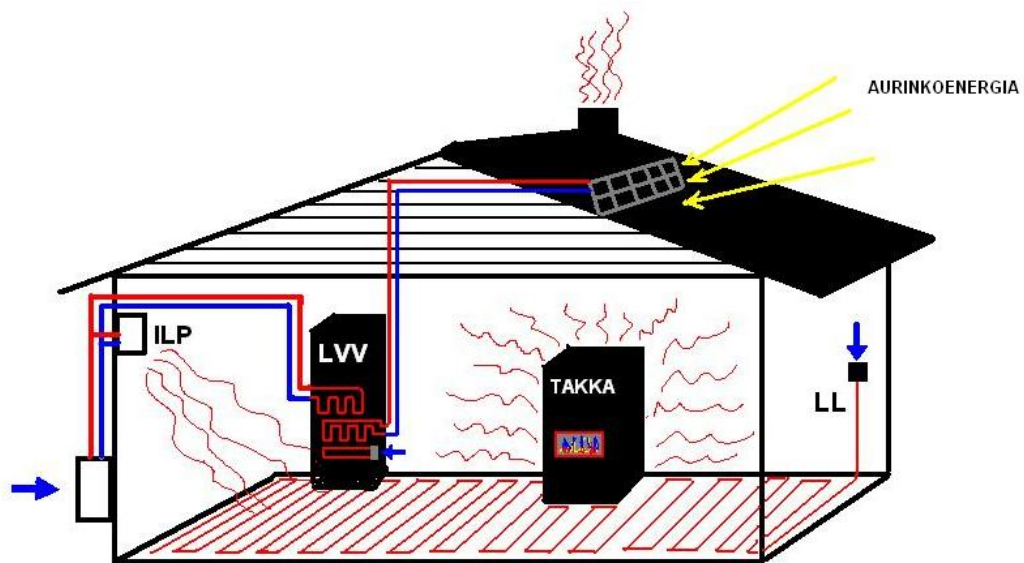
#### 3.1 Yleistä

Nykyään sähkölämmitystaloon asennetaan lähes poikkeuksetta lattialämmitys. Ennen lattialämmityksen yleistymistä taloissa käytettiin perinteisiä sähkölämmittimiä, ”sähköpattereita”, joita on käytössä ja asennetaan vielä edelleen. Myös kattolämmitys oli suosiossa 80-luvulla rakennetuissa taloissa, mutta on sittemmin jäänyt taka-alalle. 2000-luvulla yleistyneet ilmalämpöpumput ovat tulleet koteihin jäädäkseen, tekniikka on kehittynyt huomattavasti ensimmäisistä ilmalämpöpumpuista. Valmistajat lupaavat uusimpien ilmalämpöpumppujen COP-kertoimiksi jopa yli viiden arvoja.

Usein energiaedullisin sähkölämmitysratkaisu saadaan yhdistelemällä eri lämmitystapoja. Esimerkkinä talo johon asennetaan lattialämmitys, jonka rinnalle ilmalämpöpumppu lämmittämään huoneilmaa sekä lämpöisen käyttöveden varaajaa. Lisäksi muurataan olohuoneeseen varaava takka. Mikäli talo on aurinkoisella paikalla, voidaan halutessa asentaa aurinkokeräimet katolle, ja lämmittää niillä lämminvesivaraajaa (**Kuva 5.**)

Lämmitystavan valintaan vaikuttavat mm. seuraavat seikat:

- alkuinvestoinnit
- lämmityskustannukset
- huoltokustannukset
- sähkölämmityksen osuus koko lämmitystarpeesta
- lattiarakenteet ja -pintamateriaalit
- mukavuusseikat (lämmön tasainen leviäminen huonetiloihin, lämmin lattia, jne.)



**Kuva 5.** Omakotitalon lämmitysesimerkki

### 3.2 Uuden omakotitalon lämmitys

Uuteen omakotitaloon parhaiten soveltuvia vaihtoehtoja ovat:

- lattialämmitys (osittain varaava, varaava tai suora)
- ilmalämpöpumppu (lisälämmönlähteenä)
- suora sähkölämmitys sähköpattereilla

Suosituin sähkölämmitysmuoto uudisrakentamisessa on asentaa lämmityskaapelit lattiaan betonivaluun. Lämpö tuntuu mukavalta jaloissa, jolloin huonelämpötilaa voidaan pitää 1 – 2 °C normaalia alempana. Tällä saadaan säästöä lämmityskuluihin. Lattialämmityskaapelit asennetaan tasaisin välein koko lattian pinta-alalle, jolloin lämpö jakautuu tasaisesti huoneisiin.

Ilmalämpöpumppu on hyvä lisälämmönlähde, jolla säästetään lämmityskustannuksissa. Se asennetaan jonkin toisen lämmitystavan rinnalle. Hyvä lämmitysratkaisu olisi esimerkiksi osittain varaava lattialämmitys, ilmalämpöpumppu ja varaava takka.

Suoraa sähköpatterilämmitystä uuteen taloon kannattaa harkita vain jos lattialämmityskaapelien asentaminen lattiaan on erityisen hankalaa, mahdotonta tai kyseessä on esimerkiksi kesämökki tai muu asuinrakennus, jossa lämmityksen tarve on



vähäinen. Rossipohjaisessa talossa lämmityskaapelien asentaminen valuun voi tulla hankalaksi ja kalliiksi. Tällöin voi harkita lämmityspattereita tai Devicell Dry tapaista lattialämmitysjärjestelmää.

### 3.3 Vanhan omakotitalon lämmitys

Vanhaan tai saneerattavaan omakotitaloon parhaiten soveltuvia sähkölämmitysvaihtoehtoja ovat:

- lattialämmitys
- kattolämmitys
- sähköpatterit
- ilmalämpöpumppu (lisälämmönlähteenä)
- keskuslämmitteisen talon öljykattilan korvaaminen sähkökattilalla, ilmavesipumpulla, maalämpöpumpulla tai poistoilmapumpulla.

Lattialämmitystä asennettaessa vanhaan taloon nykyinen lattia joudutaan usein purkamaan, mikäli halutaan säilyttää lattiataso nykyisellä korkeudellaan. Minissään vanhasta betonilattiasta otetaan irti ainakin päällyste jolloin betonin päälle voidaan asentaa suoraan lämpömatto tai saneerauskaapeli. Ne ovat ohuempia kuin tavallinen lämmityskaapeli ja tarvitsevat tasoitusvalua vähemmän, jolloin lattianpinta ei nouse merkittävästi. Toinen vaihtoehto on ”piikata” lattiasta vanhaa betonia pois, jolloin lattian pinta saadaan uudella valulla pysymään nykyisessä korkeudessaan. Kolmas tapa on roilottaa lattiaan timanttilaikalla lämmityskaapelille ura, mihin kaapeli voidaan kiinnittää esimerkiksi liimaamalla. Tämän jälkeen valetaan ohut tasoitevalu ja lattian pintamateriaali.

Kattolämmitystä voidaan harkita, mikäli asennuskohteen lattia säilyy entisellään, mutta katto puretaan tai kattolämmityksellä täydennetään lattialämmitystä.

Lämpöpatterien asennus on helpoin ja edullisin investointi. Mikäli lattiaan ei ole mahdollista asentaa lämmityskaapelia, voi lämmityksen helposti toteuttaa lämpöpattereilla ikkunoiden alla. Lämpöpatterit luovuttavat lämpöä nopeasti huoneilmaan.

Ilmalämpöpumppu asennetaan usein tukemaan jotain toista lämmitysmuotoa ja se soveltuukin hyvin sekä uudisrakentamiseen että jo olemassa oleviin taloihin. Ilma-

lämpöpumpun tarvitsemat kaapeloinnit ja putkitukset saadaan vietyä huomaamattomasti esimerkiksi ullakkotiloissa tai välikatossa.

### 3.4 Lattialämmitys

Lattialämmitys on yleisin sähkölämmitysmuoto uusissa omakotitaloissa. Lattiaan varastoituva lämpö tuntuu mukavalta sekä jaloissa että koko keholla, jolloin huonelämpötilaa voidaan pitää 1 – 2 °C normaalia alempana. Tällä saadaan säästöä, sillä - 1 °C lämpötilan pudotus säästää 5 % lämmityskuluissa, - 2 °C → 10 %, jne. Kosteissa tiloissa lattialämmitys kuivattaa märän lattian nopeasti. Itse lämmityskaapeli on huoltovapaa, alkuinvestoinnit ovat edulliset ja asennus rakennettavaan kohteeseen on suhteellisen helppoa. Sähkölämmityskaapelilla toteutettu lattialämmitys ei aiheuta rakenteisiin vesivahinkoriskiä, sillä järjestelmä ei kierrätä lattioissa vettä.

Uusiin betonivaluihin on tavanomaista asentaa määrämittaiset lämmityskaapelit, esim. Devin DTIP-18 tuotesarjaa. Tällainen tavallinen lämmityskaapeli sidotaan rauditusverkkoon nippusitein, tämän jälkeen lattia valetaan betonilla. Kuvassa 6 on esitettynä poikkileikkaus maanvaraisesta lattiarakenteesta.



**Kuva 6.** Leikkaus maanvaraisesta lattiarakenteesta.

**Varaava lattialämmitys:** Jos taloa on tarkoitus lämmittää yösähköllä, valetaan normaalia paksumpi betonivalu ja lämmityskaapelit mitoitetaan suuremmalle teholle. Betonimassa varataan edullisemmalla yösähköllä lämpimäksi, päiväsaikaan lattia luovuttaa lämmön tasaisesti huoneilmaan. Tätä kutsutaan varaavaksi sähkö-

lämmitykseksi. Yö- ja päivä sähköllä ei ole suurta hintaeroa tällä hetkellä, joten sen kannattavuutta tulee harkita jo pelkästään yö-sähkötariffin kausimaksun takia. Lisäksi varaavan lattialämmityksen huonona puolena on sen ”hitaus”. Ilman lämmetessä nopeasti ulkoisesta vaikutuksesta, paksu betonivalu huokuu lämpöä vielä monta päivää. Vastaavasti ulkoilman äkillisesti kylmetessä syksyllä, saattaa kestää päiviä ennen kuin betonimassa luovuttaa lämpöä riittävästi huoneilmaan. Ulkolämpötilojen vaihdellessa varaavalla lattialämmityksellä aiheutetaan usein yli-  
lämmittämistä. Jo olemassa olevaa varaavaa lattialämmitysjärjestelmää voidaan parantaa älykkäillä termostaateilla. Älykkäät termostaatit oppivat itse milloin lämmitys pitää kytkeä päälle, jotta huone olisi halutussa lämpötilassa haluttuna aikana.

**Osittain varaava lattialämmitys:** Betonivalun paksuus tulisi tällöin olla noin 10 – 15 cm. Lämmityskaapelit mitoitetaan osittain varaavassa lämmitysjärjestelmässä seuraavasti: oleskelutilat ja makuuhuoneet  $80 - 100 \text{ W} / \text{m}^2$ , pesutilat  $100 - 150 \text{ W} / \text{m}^2$  (muovimatto  $100 \text{ W} / \text{m}^2$ , kivilaatta  $150 \text{ W} / \text{m}^2$ ). Osittain varaavassa lattialämmityksessä betonimassaa varataan yöllä, mutta tarvittaessa lämmitetään myös päivällä.

(<http://www.rakentaja.fi/index.asp?s=/kuluttaja/ensto/lattialammitys.htm>)

**Suora lattialämmitys:** Betonivalun paksuudeksi riittää 5 – 6 cm. Mikäli valun paksuus on alle 5 cm, käytetään lämmitysmattoa tai saneerauskaapelia (esim. Devi DTIP-10). Lämmityskaapelit asennetaan valussa lähelle lattian pintaa. Lämmitys reagoi nopeasti lämpötilan muutoksiin, koska ei ole suurta betonimassaa mitä tarvitsisi varata. Lämmityskaapelien teho mitoitetaan  $50 - 80 \text{ W} / \text{m}^2$  tai tilavuuden mukaan  $20 - 30 \text{ W} / \text{m}^3$ . Vastaava laskentamenetelmää käytetään suorassa sähköpatterilämmityksessä. Nykypäivänä lämmityskaapelit asennetaan yhä useammin ohueen betonivaluun. Suoralla sähkölämmityksellä vältetään energiaa hukkaavaa yllilämmittämistä, mikä on yleistä varaavissa lämmitysjärjestelmissä.

(Meidän Talo-aikakausilehti nro.3/2011)

**Esimerkilaskelma:** *omakotitalon makuuhuoneen lämmityskaapelin mitoitus.* Huoneen koko 10,5 m<sup>2</sup>, johon halutaan osittain varaava lattialämmitys.

Teho  $P = 10,5 \text{ m}^2 \times 100 \text{ W} / \text{m}^2 = 1050 \text{ W} \rightarrow$  valitaan seuraava mahdollinen lämmityskaapelikoko (**Taulukko 3.**), esim. Devi DTIP-18 1100W.

Lämmitystarpeen laskemiseen on olemassa tarkempia kaavoja, jolloin laskennassa otetaan huomioon muun muassa ulko- ja sisäseinien määrä, eristeiden paksuudet, ikkunat, jne. Yllämainitut nyrkisäännöt ovat kuitenkin riittävän tarkkoja pientalorakentamisessa.

### **Pintamateriaalin ylikuumeneminen**

Lattialämmityksessä tulee huomioida lattian pintamateriaalin lämmönkestävyys. Liian korkea lämpötila pintamateriaalissa saattaa vahingoittaa sitä. Termostaattiksi kannattaa valita sellainen malli, jossa on säädettävä lämpötilarajoin. Lattialämpötilaa mittaava anturi sijaitsee betonivalussa samassa tasossa kuin itse lämmityskaapeli, jolloin lämpötila on pintamateriaalissa alhaisempi kuin itse valussa. Termostaattiin asetettava maksimilämpötila-arvo saa olla noin  $5 - 7 \text{ }^\circ\text{C}$  korkeampi kuin pintamateriaalin sallima lämpötila. Esimerkiksi lautaparkettilattialla lämpötilan rajoitus  $\rightarrow 27 \text{ }^\circ\text{C} + 7 \text{ }^\circ\text{C} = 34 \text{ }^\circ\text{C}$  (**Taulukko 2.**)

**Taulukko 2.** Suuntaa antavia maksimilämpötiloja eri pintamateriaaleille

Märkätiloissa muovimatot ja keraamiset laatat	28°C päällysteen yläpinta
Lautaparketti (toimittajasta riippuen)	27 - 28°C parketin yläpinta
Laminaatti	28°C laminaatin alapinta

(<URL:<http://www.deviuutiset.net/ohjeet/DTIR-10.pdf>>)

Lattialämmityskaapelin asennus kannattaa jättää sähköalan ammattilaiselle. Väärin asennettu kaapeli saattaa johtaa sen rikkoontumiseen ja takuun raukeamiseen.

Lattialämmityskaapelit mitataan aina ennen ja jälkeen betonivalua. Tulokset merkitään ylös, tällä varmistetaan valmistajan antama takuu.

Lattialämmitystä ei tule normaalikäytössä alimitoittaa. ”Isompi” lämmityskaapeli ei aiheuta lämmitykseen lisäkuluja, vaan lattia lämpenee nopeammin. Tällöin tulee kuitenkin huomioida, että lattian pintamateriaali ei ylikuumene.

Lattialämmityskaapelin syöttöjohto tulee aina suojata 30 mA:n vikavirtasuojakytkimellä. (SFS-6000-7-753.411)

Lattialämmityksessä tulee noudattaa lattian pintamateriaalin sallimaa maksimi lämpötilaa, joka on materiaali- ja valmistajakohtainen.

(<URL:[http://www.deviuutiset.net/ohjeet/dtip\\_18.pdf](http://www.deviuutiset.net/ohjeet/dtip_18.pdf)>)

Kurikan Sähkötarvike Ky jälleenmyy Devin ja Enston lämmityskaapeleita. Sivuil-  
la 21 – 25 esiteltynä Devin valmistamia lattialämmityskaapeleita.

### Devi DTIP-18

Lämmityskaapeli, joka sopii sekä sisä- että  
ulkobetonilattioiden lämmitykseen. Lattian  
pintamateriaaliksi sopivat mm. kivilaatta,  
muovi, korkki, laminaatti tai puu. Betoniva-  
lun paksuus tulee olla yli 5 cm. Yleisin tapa  
asentaa lämmityskaapeli on kiinnittää se rau-



doitusverkkoon nippusitein. Kaapelin teho on 18 W / m. Yleisin ja edullisin läm-  
mityskaapeli Deviltä. Soveltuu hyvin uusiin omakotitaloihin. DTIP-18 lämmitys-  
kaapelit taulukossa 3.

(<URL:[http://www.deviuutiset.net/devi\\_tuoteluettelo\\_5.pdf](http://www.deviuutiset.net/devi_tuoteluettelo_5.pdf)>)

**Taulukko 3.** Devi DTIP-18 kiinteätehoiset kaapelit

SSTL-nro	Pituus m	Teho W	*Lämmitettävä ala m <sup>2</sup>	Vastus ohm
81 681 30	7	135	1-2	395
81 681 32	10	200	1-3	265
81 681 33	15	270	2-4	196
81 681 34	22	400	3-5	134
81 681 36	34	600	5-8	88,2
81 681 38	44	800	7-10	67
81 681 48	52	935	8-11	57
81 681 40	59	1100	9-14	49,2
81 681 41	68	1220	10-15	43,4
81 681 42	82	1500	12-19	35,6
81 681 50	90	1625	14-20	33
81 681 43	105	1900	16-24	28,1
81 681 44	118	2135	18-27	24,8
81 681 45	130	2295	19-29	23
81 681 46	155	2775	23-35	19,1

Lämmitettävät alat on laskettu 80 – 120 W/m<sup>2</sup> arvoilla.

### Devi DTIP-10

Saneerauslämmityskaapeli joka soveltuu kohteisiin joissa betonivalun paksuus on alle 5 cm. Kaapeli voidaan asentaa betoni-, puu- ja levyrakenteisiin lattioihin, joiden päälle valetaan betoni. Lattiapinta voi olla kiveä, muovia, korkkia, laminaattia tai puuta. Kaapeli voidaan kiinnittää esimerkiksi liimaamalla tai nipusitein rauditusverkkoon (**Kuva 7.**)



Kaapelin ulkohalkaisija on 4,5 mm, teho 10 W / m, joten kaapeli asennetaan tiheämpään kuin DTIP-18. Voidaan asentaa erilaisiin rakenteisiin ja ohuempaan valuun kuin DTIP-18. Soveltuu sekä saneerattaviin että uusiin rakennuskohteisiin. DTIP-10 voidaan käyttää myös vesiputkien saattolämmityksessä. DTIP-10 lämmityskaapelit taulukossa 4.

([http://devi.danfoss.com/Finland/Professional/Products/Collection+Indoor+Cables/iframe\\_deviflex\\_DTIP\\_10.htm](http://devi.danfoss.com/Finland/Professional/Products/Collection+Indoor+Cables/iframe_deviflex_DTIP_10.htm))

### Taulukko 4. Devi DTIP-10 kiinteätehoiset kaapelit

DTIP-10, teho 10 W/m, jännite 230 V, liitoskaapelin pituus 2,5 m.

SSTL-nro	Pituus m	Teho W	*Lämmitettävä ala m <sup>2</sup>	Vastus ohm
81 694 26	2	20	0,2	2645
81 694 27	4	40	0,4	1323
81 694 28	6	60	0,6	882
81 694 30	8	80	0,8	661
81 694 29	10	100	1	529
81 694 31	20	200	2	265
81 694 32	30	300	2-4	176
81 694 33	40	400	3-5	132
81 694 34	50	500	4-6	106
81 694 35	60	600	5-8	88,1
81 694 36	70	700	6-9	75,6
81 694 37	80	800	7-10	66,1
81 694 38	90	900	8-11	58,8
81 694 39	100	1000	9-12	52,9
81 694 41	120	1200	10-15	44,1
81 694 45	140	1400	12-17	37,8
81 729 90	160	1600	14-19	33,1
81 729 91	180	1800	15-21	29,4
81 729 92	200	2000	18-24	26,5

\*Lämmitettävät alat on laskettu ~80–120 W/m<sup>2</sup> arvoilla. Tarvittavat tehot/m<sup>2</sup> on aina laskettava tapauskohtaisesti.

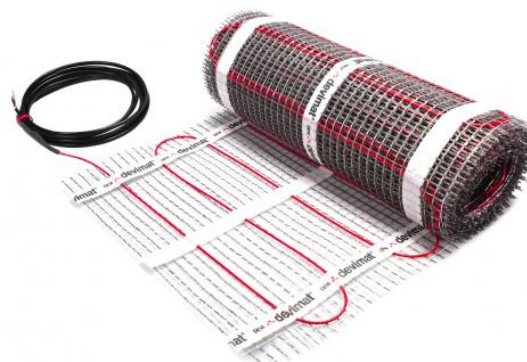
### Devi DTIF-100 (ja DTIF-150)

Lämmitysmatto, joka soveltuu hyvin saneerattaviin kohteisiin. Maton pak-  
suus 3 mm ja leveys 0,5 m. Mattoa  
myydään neliöissä, joten se on helppo  
mitoittaa asennuskohteeseen.

**DTIF-100** voidaan käyttää betoni-,  
kipsikartonkilevy-, lastulevy- ja puu-  
lattiaissa. Pintamateriaaliksi käyvät

laatta-, muovi-, korkki-, laminaatti- ja puupinnoitteet, lämmitysteho on 100 W/m<sup>2</sup>.

**DTIF-150** voidaan käyttää betonilattiaissa sekä kuivissa että kosteissa tiloissa  
vain, mikäli pintamateriaaliksi tulee laatta, lämmitysteho on 150 W/m<sup>2</sup>. Matossa  
on tarra-pinta, joten se tarttuu puhtaaseen lattiaan sellaisenaan ilman erillisiä lii-  
ma-aineita. Lämpömatto tarvitsee vain ohuen tasoitusvalun, jonka päälle voidaan  
asentaa lattian pintamateriaali. Lämpömattoa saa myös 300 W/m<sup>2</sup> tehoisena ulko-  
käyttöön ajoluiskiin, pysäköintialueisiin jne. Lämpömatto säästää työn määrässä,  
mutta on tavallista lämmityskaapelia kalliimpi. Lämpömatto on hyvä vaihtoehto,  
esimerkiksi saneerattavaan pesutilaan, jossa on selkeä lattian muoto. DTIF-100  
lämmitysmatot Taulukossa 5 ja DTIF-150 lämmitysmatot taulukossa 6.



**Taulukko 5.** Devi DTIF-100 lämpömatot

devimat™ lämpömatto / DTIF-100 / 100 W/m <sup>2</sup> / 230 V					
SSTL	DEVI	m <sup>2</sup>	L x P m	W	Ohm
8173901	83020700	0,5	0,5 x 1	100	1058
8173902	83020701	1,0	0,5 x 2	100	529
8173903	83020702	1,5	0,5 x 3	150	352
8173904	83020703	2,0	0,5 x 4	200	264
8173905	83020704	2,5	0,5 x 5	250	211
8173906	83020705	3,0	0,5 x 6	300	176
8173907	83020706	3,5	0,5 x 7	350	151
8173908	83020707	4,0	0,5 x 8	400	132
8173910	83020708	5,0	0,5 x 10	500	105
8173912	83020709	6,0	0,5 x 12	600	88,1
8173914	83020710	7,0	0,5 x 14	700	75,5
8173916	83020711	8,0	0,5 x 16	800	66,1
8173918	83020712	9,0	0,5 x 18	900	58,7
8173920	83020713	10,0	0,5 x 20	1000	52,9
8173924	83020714	12,0	0,5 x 24	1200	44,0

(<URL:<http://www.deviuutiset.net/ohjeet/devimat%20DTIF.pdf>>)

**Taulukko 6.** Devi DTIF-150 lämpömatot

devimat™ lämpömatto / DTIF-100 / DTIF-150 / 150 W/m <sup>2</sup> / 230 V					
SSTL	DEVI	m <sup>2</sup>	L x P m	W	Ohm
8174001	83020720	0,5	0,5 x 1	75	705
8174002	83020721	1,0	0,5 x 2	100	352
8174003	83020722	1,5	0,5 x 3	225	235
8174004	83020723	2,0	0,5 x 4	300	176
8174005	83020724	2,5	0,5 x 5	375	141
8174006	83020725	3,0	0,5 x 6	450	117
8174007	83020726	3,5	0,5 x 7	525	100
8174008	83020727	4,0	0,5 x 8	600	88,1
8174010	83020728	5,0	0,5 x 10	750	70,5
8174012	83020729	6,0	0,5 x 12	900	58,7
8174014	83020730	7,0	0,5 x 14	1050	50,3
8174016	83020731	8,0	0,5 x 16	1200	44,0
8174018	83020732	9,0	0,5 x 18	1350	39,1
8174020	83020733	10,0	0,5 x 20	1500	35,2
8174024	83020734	12,0	0,5 x 24	1800	29,3

**Devicell Dry asennus- ja eristelevyt**

Devicell Dry -asennuslevyt ovat lattian pintamateriaalin alle asennettavia levyjä joihin lämmityskaapeli painellaan. Devicell Dry-levyjä käytettäessä lattialämmitys on täysin suora, eli heti lämmittävä. Levyissä on eriste, joka estää lämmön siirtymistä alaspäin, jolloin esim. betonilattiassa lämpöä ei varaudu betonimassaan. Levyissä on ura johon



lämmityskaapeli painetaan (DEVI DTIP-10 / DTIE-10 / DTIP-8). Devicell Dry voidaan asentaa suoraan laminaatti-, parketti- ja puu-lattian alle. Levyjen asennus on helppoa. Levyt ovat 0,5 m leveitä ja 1 m pitkiä. Levyt ovat 13 mm paksuja. Levyt kiinnitetään toisiinsa muovilukoilla, jotka kuuluvat pakkauksiin. Levyjä myydään 2 m<sup>2</sup>, 5 m<sup>2</sup> ja 50 m<sup>2</sup> pakkauksissa. Kuvassa 8 Devicell Dry -levyt asennettuna rossipohjaisen hirsimökin lattiaan.

(<URL:[http://www.deviuutiset.net/devicell/devicell\\_asennus.pdf](http://www.deviuutiset.net/devicell/devicell_asennus.pdf)>)





**Kuva 7.** Devi DTIP-10 asennettuna pesutilaan, jossa rossipohjainen lattiarakenne.



**Kuva 8.** Rossipohjaisen lattiarakenteen päälle asennetut Devicell Dry-levyt.  
([URL:http://www.devi.fi](http://www.devi.fi))

### **Lattialämmityskaapelin valintaan ja mitoitukseen vaikuttavat tekijät:**

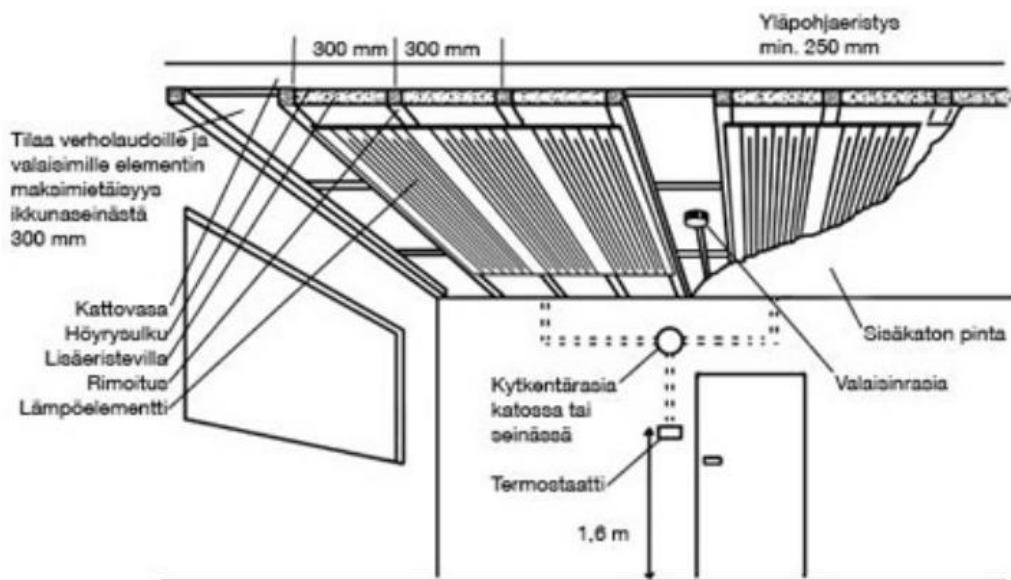
- betonivalun paksuus → varaava- / osittain varaava- / suora lämmitys
- lattiarakenne (maanvarainen, rossipohjainen)
- pesutiloissa suurempi mitoitus
- lattian pintamateriaali (muovimatto, puulattia, laminaatti, kivilaatta)

### **3.5 Kattolämmitys**

Kattolämmitys voidaan asentaa yksistään tai esimerkiksi lattialämmityksen rinnalle. Myös kattolämmityksellä huonelämpötila voidaan pitää alempana (n.  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$  normaalista). Keholle mukava lämpötila saavutetaan ylhäältä tulevalla lämmöllä pienemmällä lämpötilasäädöllä. Tällä voidaan säästää energiakuluissa, sillä  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$  lämpötilan pudotus säästää noin  $-5\%$  lämmityskustannuksissa. Kattolämmitys nostaa investointikustannuksia, mikäli se asennetaan jonkin toisen lämmitystavan rinnalle. Lisäksi se rajoittaa kattoon sijoitettavien valaisimien ja ilmastointikanavien paikkoja. Kattolämmitys on mahdollista asentaa kaikkialle taloon paitsi saunaan, kiinteiden tai kattoon yltävien kalusteiden kohdalle ja ahtaisiin vintttiloihin. Lämmityskelmut asennetaan koolauksen alle, eli heti katon pintamateriaalin yläpuolelle. Katon pintamateriaalin ja lämmityskelmun väliin ei saa jäädä ilmarakoa. Pintamateriaalin ja lämmityskelmun yhteensopivuus tulee tarkistaa valmistajalta, lisäksi maalin tulee olla lämmönkestävää. Kattoa maalattaessa lämmitys täytyy kytkeä pois päältä ja voidaan kytkeä takaisin vasta maalin täysin kuivuttua.

Kattolämmitys mitoitetetaan suoran sähkölämmityksen tavoin:  $50 - 80\text{ W} / \text{m}^2$ , tai tilavuuden mukaan  $20 - 30\text{ W} / \text{m}^3$ . Kattolämmityselementtien teho on 125 tai 150  $\text{W} / \text{m}^2$ . Koska lämmityselementit ovat määrämittäisiä, kattoa ei voida kokonaan täyttää lämmityskelmuilla, eikä siihen ole tarvettakaan. Lämmityskelmuja on saatavina 30 cm, 40 cm, 60 cm ja 90 cm leveänä. Pituuksia on useita erimittäisiä. Täten valitaan huoneeseen riittävästi määrämittäisiä elementtejä siten, että vaadittu lämmitysteho täyttyy. Kattoon tai seiniin asennetaan jakorasiat, joihin lämmityskelmujen kytkentäkaapelit kootaan. Sähkönsyöttö jakorasioille tuodaan tehosta

riippuen joko suoraan termostaatilta tai sähkökeskukselta kontaktorihjauksen takaa. Syöttöjohto tulee suojata 30 mA vikavirtasuojakytkimellä. Lämmitystä ohjataan huonetermostaateilla. Kuvassa 9 piirros kattolämmityksen asennusperiaatteesta. (<URL:<http://www.hl-heat.fi/fi/Kattolampofoliot>>, Vaasan ammattikorkeakoulu, Sähkölämmitys-kurssi, Tapani Esala)



**Kuva 9.** Periaatekuva kattolämmityksestä

<URL:<http://www.sileka.fi/sivut/tekniset/kattoasennus.html>>

### 3.6 Suora sähkölämmitys

Lämpöpatterit on helpoin ja edullisin tapa toteuttaa sähkölämmitys. Lämpöpatterin toimintatapa on yksinkertainen, oikeastaan samantapainen kuin saunan sähkökiukaan; sähkövastus lämpenee ja tuottaa lämpöä huoneilmaan.

#### Lämmittimien sijoitus

Lämpöpatterit kannattaa sijoittaa ikkunoiden alle jos mahdollista. Tällöin vedon tuntu huoneessa vähenee ja lämmin ilma kiertää nopeammin huoneeseen. Lämpöpattereiden huono puoli on lämmön epätasaisuus huoneessa, sillä lämpö nousee ylöspäin, joten lämpö on katossa korkea ja lattian rajassa vähäinen.

### **Termostaattiohjaus**

Jos huoneessa on useampi kuin yksi lämpöpatteri, kannattaa asentaa vain yksi termostaattillinen (master) lämmitin ja muut lämmityspatterit orjiksi (slave). Tällöin lämpötilan säätö kaikille pattereille tehdään yhdestä termostaatista. Tämä tulee ottaa huomioon jo johdotusvaiheessa ja lämmittimiä valitessa. Tällä toiminnolla on rajoituksia, yhden termostaattillisen lämmittimen taakse voidaan kytkeä 1400W – 2300W (Enston lämmittimet). Orjalämmitintoimintoa voidaan käyttää suuremmillekin tehoille kontaktiohjauksen avulla. Toinen vaihtoehto on asentaa huonetermostaatti esimerkiksi oven viereen, jolloin kaikki patterit voivat olla orjalämmittimiä.

### **Lämpötilan pudotus**

Lämpöpattereilla on helppo toteuttaa myös lämpötilan pudotus koko taloon. Asennetaan ulko-oven läheisyyteen kytkin, joka napsautetaan päälle lähtiessä kotia tai mökiltä pois pidemmäksi aikaa. Täten annetaan tieto lämmityspattereille pudottaa lämpötilaa esimerkiksi  $+20\text{ °C} \rightarrow +15\text{ °C}$ . Näin säästetään lämmityskustannuksissa. Myös tämä toiminto tulee huomioida johdotusvaiheessa.

### **Ennalta varautuminen**

Uusiin (lattialämmitys sähköllä) omakotitaloihin kannattaa putkitusvaiheessa tehdä varaus lämpöpattereille ikkunoiden alle siltä varalta, että lattialämmitys jostain syystä vaurioituu. Tällainen varaus voidaan tehdä myös muihin lämmitysjärjestelmiin. Vikatilanteessa huoneeseen voidaan helposti asentaa lämmityspatteri.

### **Lämmittintyytit**

Lämpöpatterit voidaan jakaa neljään eri luokkaan: virtauslämmittimet, suljetut lämmittimet, yhdistelmälämmittimet ja puhallinlämmittimet. Kuvassa 10 vasemmalla suljettu öljytäytteinen lämmitin, keskellä ja oikealla yhdistelmälämmittimet (Ensto).

*Virtauslämmittimessä* on sen ala- ja yläosassa virtauskanavat josta huoneilma pääsee kiertämään lämmittimen läpi. Lämmittimen sisällä olevat vastukset lämmittävät huoneilman sen noustessa yläkanavista huoneilmaan.

*Suljetussa lämmittimessä* ei ole virtauskanavia, vaan vastukset lämmittävät patterin rungon joka luovuttaa lämpöä huoneilmaan. Suljetut lämmitimet voivat olla myös öljytäytteisiä tai kivimassarakenteisia, jolloin ne luovuttavat pinnastaan lämpöä huoneeseen, mutta myös varaavat lämpöä massaansa.

*Yhdistelmälämmittimessä* osa lämmöstä hohkaa lämmittimen pinnoilta ja osa virtausilman avulla suoraan huoneeseen. Esimerkiksi Enston valmistamat yleisimmät lämmityspatterimallit ovat yhdistelmälämmittimiä.

*Puhallinlämmittimissä* on yleensä isot virtauskanavat, sähkövastus sekä tuuletin joka puhalttaa lämpöä tilaan. Tällä periaatteella toimivat esimerkiksi rakennuslämmitimet, auton sisätilälämmitimet, jne.



**Kuva 10.** Erilaisia sähkölämmittimiä

Sähköpattereille suositeltavia asennuskohteita ovat mm.

- saneerattavat talot, joissa lattialämmityksen toteuttaminen on hankalaa
- kesämökit ja muut rakennukset, joissa tarvitaan talvella vain peruslämpöä
- omakotitalon tuulikaappi (vetoisuus vähenee).

Kurikan Sähkötarvike Ky on Ensto-lämmittimien jälleenmyyjä. Sivulla 30 ja 31 on Enston lämmitinmalleja. Taulukossa 7 Enston perusmalli Taso. Taulukossa 8 matala malli Lista. Taulukossa 9 peittämissuojattu malli Peta. Taulukossa 10 roiskevesitiivis malli Roti.

# ENSTO

## Taulukko 7. Ensto Taso

### Taso

Miellyttävä yhdistelmälämmitin koteihin ja vapaa-ajan asuntoihin. Pintalämpötila alle 70 °C. Elektroninen termostaatti (6–30 °C). Portaaton lämpötilan pudotus (2–20 °C). Max kuorma 1900 W (ohjaava + orja). Kaksoiseristetty rakenne. Korkeus 400 mm, pinta 80 mm seinästä. IP20.



TYYPPI	SNRO	EAN-KOODI	KUVAUS	PAKK/KPL
TASO2	8127240	6410081272403	200 W, 400x300 mm	1/72
TASO3	8127241	6410081272410	350 W, 400x500 mm	1/48
TASO5	8127242	6410081272427	550 W, 400x800 mm	1/28
TASO8	8127243	6410081272434	800 W, 400x1100 mm	1/24
TASO10	8127244	6410081272441	1000 W, 400x1370 mm	1/28
TASO12	8127245	6410081272458	1200 W, 400x1670 mm	1/28
<b>Taso-rinnakkaislämmittimet</b>				
TASO2.0	8127249	6410081272496	200 W/o, 400x300 mm	1/12
TASO3.0	8127250	6410081272502	350 W/o, 400x500 mm	1/24
TASO5.0	8127251	6410081272519	550 W/o, 400x800 mm	1/28
TASO8.0	8127252	6410081272526	800 W/o, 400x1100 mm	1/24
TASO10.0	8127253	6410081272533	1000 W/o, 400x1370 mm	1/28
TASO12.0	8127254	6410081272540	1200 W/o, 400x1670 mm	1/28

## Taulukko 8. Ensto Lista

### Lista

Miellyttävä yhdistelmälämmitin koteihin ja vapaa-ajanasuntoihin. Sopii matalan korkeutensa ansiosta esim. suurten ikkunoiden alle. Pintalämpötila alle 70 °C. Elektroninen termostaatti (6–30 °C). Portaaton lämpötilan pudotus (2–20 °C). Max kuorma 2300 W (ohjaava + orja). Kaksoiseristetty rakenne. Korkeus 200 mm, pinta 80 mm seinästä. IP20.



TYYPPI	SNRO	EAN-KOODI	KUVAUS	PAKK/KPL
LISTA2	8122245	6410081222453	200 W, 200x500 mm	1/44
LISTA3	8122246	6410081222460	350 W, 200x800 mm	1/43
LISTA5	8122247	6410081222477	500 W, 200x1100 mm	1/44
LISTA7	8122248	6410081222484	700 W, 200x1370 mm	1/54
LISTA9	8122249	6410081222491	900 W, 200x1670 mm	1/54
<b>Lista-rinnakkaislämmittimet</b>				
LISTA2.0	8122215	6410081222156	200 W/o, 200x500 mm	1/26
LISTA3.0	8122216	6410081222163	350 W/o, 200x800 mm	1/27
LISTA5.0	8122217	6410081222170	500 W/o, 200x1100 mm	1/44
LISTA7.0	8122218	6410081222187	700 W/o, 200x1370 mm	1/27
LISTA9.0	8122219	6410081222194	900 W/o, 200x1670 mm	1/27

## Taulukko 9. Ensto Peta

### Peta

Peittämissuojattu yhdistelmälämmitin esim. vaatehuoneisiin. Pintalämpötila alle 70 °C. Elektroninen termostaatti (6–30 °C). Portaaton lämpötilan pudotus (2–20 °C). Max kuorma 1900 W (ohjaava + orja). Kaksoiseristetty rakenne. Käsinpalauteettava ylikuumentumissuoja. Korkeus 200 tai 400 mm, pinta 80 mm seinästä. IP20.

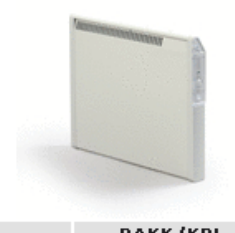


TYYPPI	SNRO	EAN-KOODI	KUVAUS	PAKK/KPL
PETA2	8122260	6410081222606	200 W, 200x500 mm	1/56
PETA3	8122261	6410081222613	350 W, 400x500 mm	1/48

## Taulukko 10. Ensto Roti

### Roti

Roiskevesitiivis lämmitin esim. pesuhuoneeseen. Pintalämpötila alle 70 °C. Elektroninen termostaatti (6–30 °C). Portaaton lämpötilan pudotus (2–20 °C). Max kuorma 1400 W (ohjaava + orja). Kaksoiseristetty rakenne. Korkeus 400 mm, pinta 80 mm seinästä. IP24.



TYYPPI	SNRO	EAN-KOODI	KUVAUS	PAKK/KPL
ROTI1	8122275	6410081222750	150 W, 400x300 mm	1/36
ROTI3	8122276	6410081222767	350 W, 400x500 mm	1/48
ROTI5	8122277	6410081222774	500 W, 400x810 mm	1/28
ROTI7	8122278	6410081222781	700 W, 400x1100 mm	1/24

(<URL:[http://products.ensto.com/catalog/16689/S%E4hk%F6l%E4mmittimet%20EPH\\_FIN1.html](http://products.ensto.com/catalog/16689/S%E4hk%F6l%E4mmittimet%20EPH_FIN1.html)>)



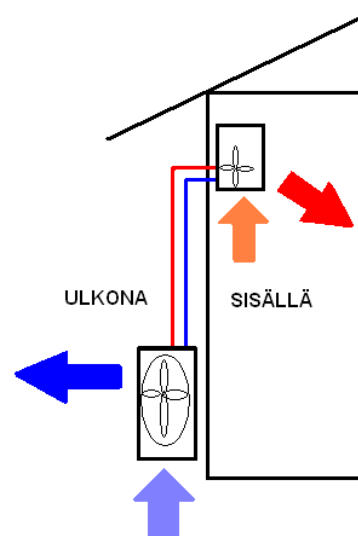
### 3.7 Ilmalämpöpumppu

Ilmalämpöpumppu on kasvattanut suuresti suosiotaan 2000-luvulla. Laitteiden tekniikka on kehittynyt huomattavasti ensimmäisten nykyaikaisten ilmalämpöpumppujen lanseeraamisesta. Ilmalämpöpumppu kuluttaa hieman sähköä, mutta puhalttaa lämpöä moninkertaisesti sisätiloihin. Lämmön vaikutus huonetiloissa tuntuu nopeasti.

Jäähdytystoiminnolla voidaan viilentää taloa kesän helteillä, jolloin talvella saatu taloudellinen säästö tosin kulutetaan jäähdyttämiseen. Ilmalämpöpumpulla voidaan lämmittää myös talon käyttövettä. Vesivaraajassa tulee tällöin olla tarkoitukseen mukainen ylimääräinen kierukka, joka kytketään joko sarjaan tai rinnalle ilmalämpöpumpun sisäyksikön kanssa.

Ilmalämpöpumpun sisäyksikköä ohjataan kaukosäätimellä. Lämpötilaa on helppo nostaa tai laskea napin painalluksella. Ilman virtaussuuntaa voidaan muuttaa. Pumppu voidaan asettaa toimimaan ajastimella vain silloin kun talossa oleskellaan. Kaikki käyttötoimenpiteet suoritetaan kaukosäätimellä.

Ilmalämpöpumppua ei voida Suomen ilmasto-olosuhteissa käyttää päälämmönlähteenä, mutta se on oiva lisälämmönlähde jonkin muun lämmitysjärjestelmän rinnalle. Hyvä lämmitysratkaisu voisi olla esimerkiksi: osittain varaava lattialämmitys, ilmalämpöpumppu ja varaava takka.





### COP-kerroin

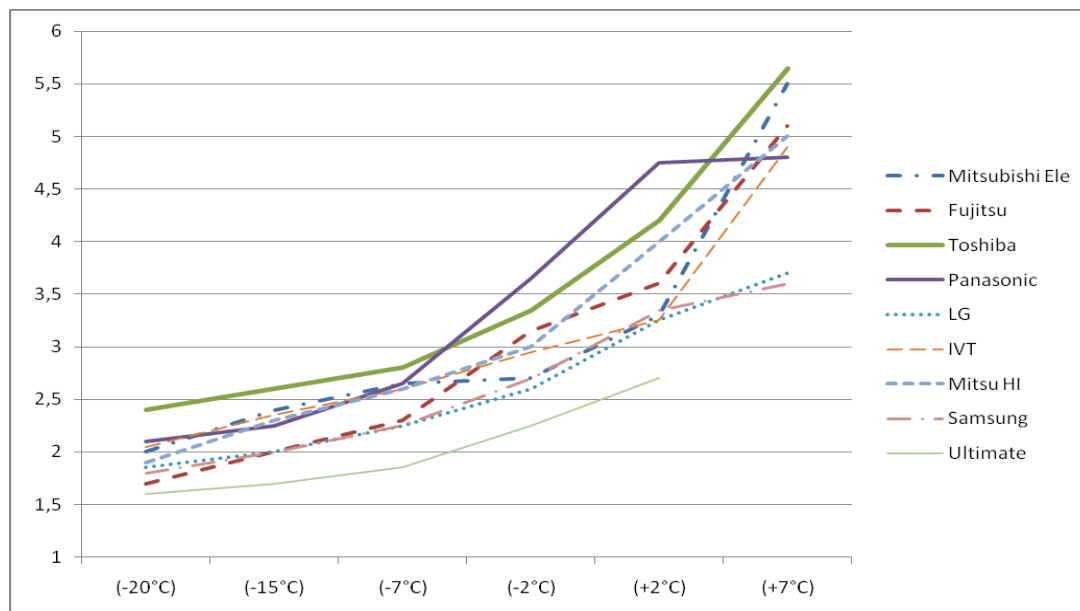
COP-kertoimella ilmoitetaan laitteen lämpökerroin eli hyötysuhde, joka voidaan laskea seuraavasti:

$$\frac{\text{ANTOTEHO} / \text{kW lämpöä}}{\text{OTTOTEHO} / \text{kW sähköä}}$$

Uusimmat ilmalämpöpumput antavat hyvän hyötysuhteen vielä -15 - 20 °C saakka. Laitteiston hyötysuhde on sitä parempi mitä lämpimämpi ilma ulkona on.

COP-luvun laskemiseen valmistajat käyttävät olosuhteita, ulkolämpötila +7-8 °C ja sisälämpötila +21 °C astetta. Pumppu ei -20 °C pakkasella tuota samaa hyötysuhdetta kuin minkä se +15 °C lämpimällä tuottaa. Useissa uusissa pumppuissa on automaattinen virrankatkaisutoiminto, joka sammuttaa pumpun pakkasen ylittäessä -15 -20 °C rajan. (<URL:<http://www.lämpöpumppu.org>, <http://www.lampopumppu.org/ilmalampopumppu/>>)

Ilmalämpöpumppujen hyötysuhteissa on suuria eroja. Tästä kertoo muun muassa TM Rakennusmaailma-lehden (5E/2010) testivertailu. Testin voittajaksi TM valitsi Toshiba, jonka hyötysuhteella on huomattava ero testin jumboon Ultimateen verrattuna (**Kuva 11.**)



**Kuva 11.** Ilmalämpöpumppujen testin tulokset (Rakennusmaailma 5E/2010), pystyakselilla COP-kerroin, vaaka-akselilla ulkolämpötila.

## Sijoitus

Ilmalämpöpumppua ei kannata asentaa sokkeloiseen taloon. Sisäyksikkö tulee sijoittaa avaraan tai keskeiseen tilaan mistä lämpö leviää hyvin eri huoneisiin. Olohuone, aula ja eteinen ovat hyviä sijoituspaikkoja. Sisäyksikköjä voidaan asentaa taloon useampikin, tällöin tulee varmistaa ulkoyksikön tehon riittäisyys.

Ulkoyksikkö sijoitetaan talon ulkoseinälle. Korkeus tulee olla vähintään lumirajan yläpuolella. Ikkunan alapuoli ei ole hyvä sijoituspaikka mahdollisen melun vuoksi. Ulko-oven tai muun paikan läheisyyttä missä oleskellaan, tulisi välttää sillä ulkoyksikkö puhaltaa jäätävää ilmaa. Sijoituksessa tulee ottaa huomioon myös esteettiset seikat. Ulkoyksikön voi naamioda puusäleiköllä talon ulkovuorauksen väriseksi. Sijoituksessa tulee ottaa huomioon ulko- ja sisäyksikön välisten kylmäputkien pituus, joka tulee olla 3 – 15 m.  
(<URL:<http://www.saastaenergia.fi/68/Ilmalampopumpun-asennus>>)

## Panasonic-ilmalämpöpumput

Kurikan Sähkötarvike Ky edustaa Panasonic-merkkisiä ilmalämpöpumppuja, jotka ovat testien perusteella alan kärkiluokkaa. HE9-sarjan pumpulla COP-kerroin on 5.2. Lisätietoja Panasonic-ilmalämpöpumpuista LIITTEET 2 - 7.

### 3.8 Säteilylämmittimet

Säteilylämmittimet ovat lämpösäteilijöitä, joita käytetään yleisesti tiloissa jotka ovat normaalisti kylmiä. Säteilylämmittimiä käytetään omakotitaloissa pääasiassa parvekkeiden ja terassien lämmitykseen. Lisäksi säteilijät voidaan asentaa esimerkiksi kylmän autotallin tai työskentelytilan kattoon tuomaan nopeasti lämpöä työskentelypisteeseen.

Säteilylämmittimet ovat infräsäteilijöitä, jotka jaetaan kolmeen ryhmään: matala-, keski-, ja korkeapintalämpöiset. Infräsäteilijän tyyppi valitaan asennuskohteen mukaan, mitä korkeampi tila / asennuskorkeus, sitä suurempi pintalämpötila säteilijällä voi olla. Matala- ja keskilämpöiset säteilijät ovat niin sanottuja suljettuja tai osittain suljettuja malleja, joissa lämmitysvastukset eivät ole näkyvillä. Korkealämpöisissä säteilijöissä vastukset ovat näkyvillä. Lämmittimien sijoituksessa tulee noudattaa varoetäisyyksiä tulipalovaaran vuoksi.

Säteilylämmittimillä saadaan nopeasti keholle tuntuvaa lämpöä, sillä infräsäteily ei lämmitä edessään olevaa ilmaa. Säteilijät lämmittävät ensisijaisesti kaiken massan edessään, jotka luovuttavat lämpöä ilmaan (ihmiset, huonekalut jne.) Säteilijät sijoitetaan normaalisti kattoon, mutta myös seinämälle on markkinoilla. (Vaasan ammattikorkeakoulu, Sähkölämmityskurssi 2009, Tapani Esala). Kuvassa 12 erilaisia säteilylämmittimiä.



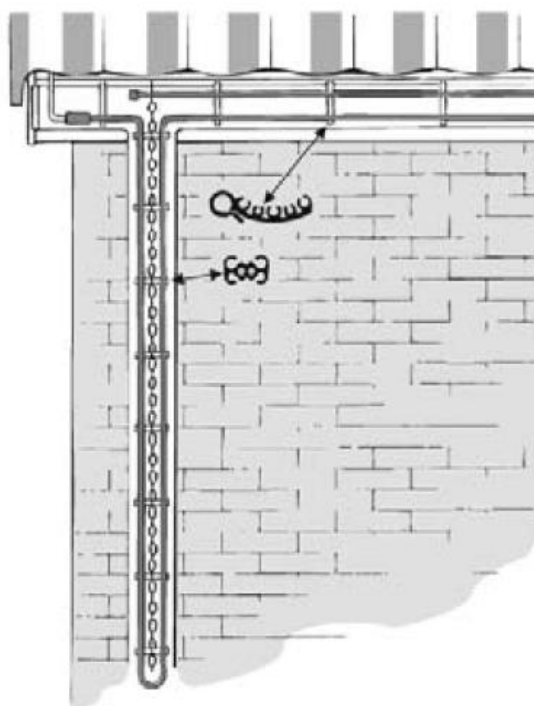
**Kuva 12.** Erilaisia infralämmittimiä (<URL:<http://www.hedtec.fi>>)

## Ohjaus

Yksittäisen säteilijän kytkentä ja irtikytkentä voi tapahtua korkeudesta riippuen pistorasiaan käsin. Useita ja korkealla olevia säteilijöitä voidaan ohjata kytkimellä tai ajastimella ("munakello"). Ajastimella toteutettu ohjaus estää säteilijöiden unohtumisen päälle. Usean säteilijän ohjaus toteutetaan kontaktorin avulla suuren kuormituksen vuoksi.

## 3.9 Sulanapito

Sulanapidolla tarkoitetaan talvella jäänsulatusta kulkuväylistä, portaikoista ja vesiputkistojen ja räystäiden sulatusta. Omakotitalossa voidaan esimerkiksi räystäskouruihin ja syöksytorviin asentaa lämmityskaapelit, jotka pitävät rännit vapaana jäädästä. Tällä ehkäistään vaarallisten jääpuikkojen syntymistä räystäskourujen alle ja lumesta sulanut vesi virtaa vapaasti sadevesiviemäriin. Lämmitystä ohjataan joko käsikäyttöisesti, esimerkiksi ajastimella tai termostaatilla (Devireg 316) siten,



että lämmitys kytkeytyy päälle välillä  $-2\text{ °C} - +2\text{ °C}$  välillä jolloin sadevesi sulaa ja jäätyy. Suuremmissa (teho yli 6 kW) kohteissa voidaan asentaa sähkökeskukseen Devireg 850 II keskusyksikkö. Keskusyksikkö säätelee sulanapitoa lumi- ja jääanturien sekä ulkolämpötila-anturin avulla. Suurissa kohteissa tällä säästetään energiaa kun sulanapito kytketään päälle vain tarpeen mukaan (<http://www.sahkonumerot.fi/3531183/tulosta/>).

Lämmityskaapelin tyyppi valitaan käyttökohteen mukaan. Sulatukseen käytettyjä lämmityskaapelityyppejä ovat vakiovastus-, kiinteätehoinen- ja itsesäätävä lämmityskaapeli.

**Vakiovastuskaapeleissa** on ilmoitettu kaapelin ominaisvastus / m, esim. 1 ohm / m, joka on vakio koko kaapelin mitalla. Tällaiseen lämmityskaapeliin tehdään syöttöjohdon ja lämmityskaapelin välille kylmäjatkos siihen tarkoitettulla asennuspaketilla mikäli kaapelissa ei ole valmista liitosta (SFS-6000-7-753-424.3.1). Kaapeli päätetään tarkoituksen mukaisella kaapelipäätteellä. Lämmityskaapeli mitoitetaan käyttökohteen mukaan. Kaapeleita on saatavilla 0,1 – 10 ohm / m tehoissa, jolloin esim. 50 metrin kaapelin kokonaisteho voidaan laskea seuraavasti: valitaan kaapeliksi Tash0.65, jonka resistanssi on 0.65 ohm / m, käyttöjännite 230 V.  $P = (U^2 / R) / 50 = (230^2 / 0.65) / 50 = 1627.7 \text{ W}$ , josta voidaan edelleen laskea metriteho  $1627.7 \text{ W} / 50\text{m} = 32.5 \text{ W} / \text{m}$ . Vakiovastuskaapelin metriteho on sitä suurempi mitä lyhyempi kaapeli on ja vastaavasti teho pienenee kun pituus kasvaa. Vakiovastuskaapelia käytetään usein räystäskourujen sulanapidossa. Jos kaapelia asennetaan kouruun tai syöksytorveen moninkertaisesti, tulee kaapelien väliin asentaa tarkoituksen mukaiset kaapelikiinnikkeet ylikuumentumisen estämiseksi. Räystäskourujen sulanapito mitoitetaan taulukon 10 mukaisesti. Taulukossa

11                                      Enston                                      Tash-vakiovastuskaapelikoot.

(<URL:[http://www.ensto.com/download/18993\\_Frost\\_protection\\_solutions\\_FIN.pdf](http://www.ensto.com/download/18993_Frost_protection_solutions_FIN.pdf)>)

**Taulukko 10.** Räystäslämmityksen mitoitus

Räystäskourut	Kylmä katto	Lämmin katto	Maksimi teho
Metalli	30-40 W/m	40-60 W/m	60 W/m
Muovi	30 W/m	40 W/m	40 W/m
Puu	30 W/m	40 W/m	40 W/m
Syöksyputki	Kylmä katto	Lämmin katto	Maksimi teho
Metalli	30-40 W/m	40-60 W/m	60 W/m
Muovi	30 W/m	30 W/m	30 W/m

**Taulukko 11.** Ensto Tash-yksijohdin vakiovastuskaapelit

TYYPPI	SÄHKÖNO	EAN-KOODI	KUVAUS	PAKK/KPL
TASH0.1	0430150	6410004301500	Tash-vakiovastuskaapeli, 0,1 ohm/m	1 / 2000
TASH0.17	0430156	6410004301562	Tash-vakiovastuskaapeli, 0,17 ohm/m	1 / 2000
TASH0.21	0430151	6410004301517	Tash-vakiovastuskaapeli, 0,21 ohm/m	1 / 2000
TASH0.32	0430132	6410004301326	Tash-vakiovastuskaapeli, 0,32 ohm/m	1 / 2000
TASH0.45	0430157	6410004301579	Tash-vakiovastuskaapeli, 0,45 ohm/m	1 / 2000
TASH0.65	0430159	6410004301593	Tash-vakiovastuskaapeli, 0,65 ohm/m	1 / 2000
TASH0.82	0430158	6410004301586	Tash-vakiovastuskaapeli, 0,82 ohm/m	1 / 2000
TASH1	0430166	6410004301661	Tash-vakiovastuskaapeli, 1,0 ohm/m	1 / 2000
TASH1.5	0430160	6410004301609	Tash-vakiovastuskaapeli, 1,5 ohm/m	1 / 2000
TASH3	0430161	6410004301616	Tash-vakiovastuskaapeli, 3 ohm/m	1 / 2000
TASH10	0430164	6410004301647	Tash-vakiovastuskaapeli, 10 ohm/m	1 / 2000

### Kiinteätehoisia lämmityskaapeleita

asennetaan pääasiassa ajoluiskien, ulkoportaiden ja kiveyksien sulanapitoon. Kaapelille on määritelty kokonaisteho ja metriteho. Esimerkiksi Devi DTIP-18 800 W tuotenimi tarkoittaa, että kaapelin metriteho on 18 W / m ja kokonaisteho 800 W. Lisäksi on ilmoitettu kaapelin pituus, joka voidaan laskeakin:  $800 \text{ W} / 18 \text{ W/m} = 44,5$



m. Lämmityskaapeli mitoitetaan kohteen mukaan, joka sulatuskäytössä on 175 – 400 W / m<sup>2</sup>. Suurempi teho sulattaa jään nopeammin. Piha-alueiden sulanapito mitoitetaan Taulukon 12 mukaisesti. Taulukossa 13 Devin DTIP-18 kiinteätehoiset lämmityskaapelikoot.

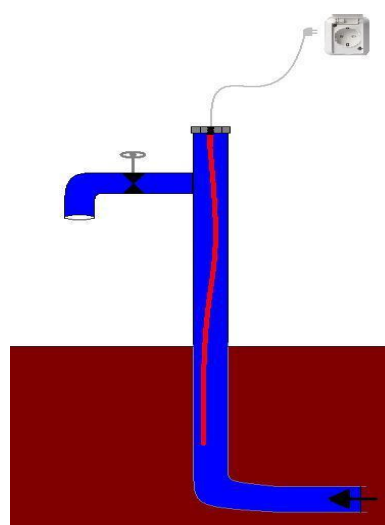
**Taulukko 12.** Piha-alueiden sulanapidon mitoitus

Alueet	Teho
Jalkakäytävä	175 - 250 W / m <sup>2</sup>
Ulkoportaat, eristetyt	200 - 250 W / m <sup>2</sup>
Lastauslaiturit, eristetyt	200 - 250 W / m <sup>2</sup>
Sillat, eristetyt	200 - 250 W / m <sup>2</sup>
Pysäköintialueet	300 - 400 W / m <sup>2</sup>
Ajotiet	300 - 400 W / m <sup>2</sup>
Ulkoportaat, eristämättömät	300 - 400 W / m <sup>2</sup>
Lastauslaiturit, eristämättömät	300 - 400 W / m <sup>2</sup>
Sillat, eristämättömät	300 - 400 W / m <sup>2</sup>

**Taulukko 13.** Devi DTIP-18 kiinteätehoiset lämmityskaapelit

SSTL-nro	Pituus m	Teho W	*Lämmitettävä ala m <sup>2</sup>	Vastus ohm
81 681 30	7	135	1-2	395
81 681 32	10	200	1-3	265
81 681 33	15	270	2-4	196
81 681 34	22	400	3-5	134
81 681 36	34	600	5-8	88,2
81 681 38	44	800	7-10	67
81 681 48	52	935	8-11	57
81 681 40	59	1100	9-14	49,2
81 681 41	68	1220	10-15	43,4
81 681 42	82	1500	12-19	35,6
81 681 50	90	1625	14-20	33
81 681 43	105	1900	16-24	28,1
81 681 44	118	2135	18-27	24,8
81 681 45	130	2295	19-29	23
81 681 46	155	2775	23-35	19,1

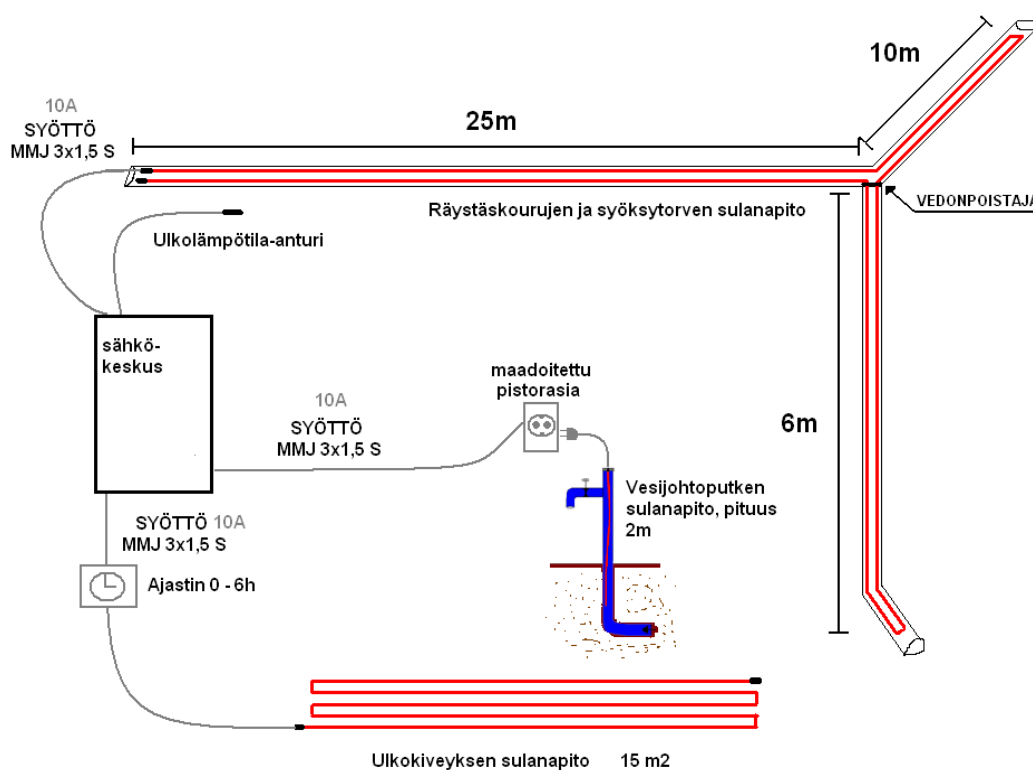
**Itsesäätyviä lämmityskaapeleita** käytetään mm. vesiputkistojen sisäiseen ja ulkoiseen sulanapitoon. Itsesäätyvä lämmityskaapeli ei tarvitse erillistä termostaattia, vaan sen lämmitysteho säätyy itsestään lämpötilan mukaan. Vesiputkien sulanapitoon tarkoitettut lyhyet lämmityskaapelit on varustettu pistotulppaliitännällä. Itsesäätyvä kaapeli voi risteillä itsensä kanssa vaurioitumatta. Taulukossa 14 Devin DPH-PT itsesäätyvät lämmityskaapelikoot.



**Taulukko 14.** Devi DPH-PT itsesäätyvät lämmityskaapelit

<b>Tuotteet</b>				
<b>SSTL nro</b>	<b>Tuote</b>	<b>Pituus</b>	<b>Teho</b>	<b>Jännite</b>
81 695 02	DPH-PT-2	2	20	230
81 695 04	DPH-PT-4	4	40	230
81 695 06	DPH-PT-6	6	60	230
81 695 08	DPH-PT-8	8	80	230
81 695 10	DPH-PT-10	10	100	230
81 695 12	DPH-PT-12	12	120	230
81 695 14	DPH-PT-14	14	140	230
81 695 16	DPH-PT-16	16	160	230
81 695 19	DPH-PT-19	19	190	230
81 695 22	DPH-PT-22	22	220	230
81 695 25	DPH-PT-25	25	250	230
81 681 90	$\frac{3}{4}$ " & 1 paineläpivienti putken sisälle (lisätarvike)			





**Kuva 13:** Esimerkki omakotitalon sulanapitojärjestelmästä.

**Kuvan 13** perusteella tehty laskelma omakotitalon sulanapitojärjestelmän mito-  
tuksesta LIITTEESSÄ 1.

### Lämmityskaapeleiden käyttö muuhun kuin lattialämmitykseen

Kansallisessa standardissa on käsitelty myös lämmityskaapeleiden käyttöä muu-  
hun tarkoitukseen kuin lattian lämmitykseen. Tällaisia käyttötarkoituksia ovat  
esimerkiksi putkistojen saattolämmitykset ja erilaiset sulanapitolämmitykset.  
Näissäkin asennuksissa on tärkeää noudattaa valmistajan antamia asennusohjeita.  
Samoin vikavirtasuojakytkimen käyttö on yleensä pakollista, joissakin tapauksissa  
vikavirtasuojan nimellistoimintavirta voi olla suurempi kuin 30 mA. (Käsikirja  
rakennusten sähköasennuksista D 1-2006, osa 7: 753 Lämmitysjärjestelmät)

### 3.10 Termostaatit

Termostaatilla säädetään huoneen lämpötilaa. Kun huone tai lattia on halutun lämpöinen, termostaatti katkaisee sähkönsyötön lämmittimeltä. Termostaatteja käytetään myös jäähdytyslaitteiden ohjaukseen, jolloin toiminta on päinvastainen. Termostaatissa on normaalisti säätönuppi näkyvillä tai se voi olla ns. suljettu malli jota voidaan säätää vain avaamalla etukansi. Termostaatit sijoitetaan yleensä väliseiniin ovien viereen. Hyvä asennuskorkeus on 1400 - 1500 mm. Termostaatteja on seuraavasti:

**Älykkäät termostaatit** mittaavat valinnan mukaan sekä huone- että lattialämpötiloja, niihin voidaan mm. asettaa eri viikontähtiä ja kellonajoille halutut huonelämpötilat. Termostaatti oppii itse milloin lämmitys pitää kytkeä päälle, jotta huone on halutussa kellonajassa oikeassa lämpötilassa. Tällä säästetään lämmityskuluissa. Älykkäät termostaatit ovat hieman normaaleja kalliimpia (**Kuva 14.**)

**Lattiatermostaatti** mittaa nimensä mukaisesti lattian lämpötilaa anturilla, joka on sijoitettu betonivaluun lattialämmityskaapelien väliin. Lattiatermostaattia käytetään kun talossa on lattialämmitys. Termostaatit voidaan sijoittaa huoneisiin tai esimerkiksi sähkökeskukseen, josta on helppo tarkkailla ja säätää eri huoneiden lämpötiloja. Useissa termostaateissa on sisällä maksimilämpötilan säätömahdollisuus, jolla estetään lattianpinnan vahingoittuminen liian kuumalla lämmityksellä. Jos lattian pintamateriaalille ilmoitettu maksimilämpötila on 27 °C (parketti) , voidaan lattiatermostaatti säätää lattiavalun paksuudesta riippuen noin 34 °C, sillä lattia-anturi mittaa lämpötilaa betonimassasta pintamateriaalin alta, jossa lämpötila voi olla jopa 7 °C korkeampi kuin pintamateriaalissa. Pintamateriaalin lämpötilakestoisuus tulee aina varmistaa valmistajalta (**Kuva 15.**)

**Yhdistelmätermostaatti** voidaan asettaa mittaamaan joko huonelämpötilaa, lattialämpötilaa tai molempia samanaikaisesti. Asennetaan yleensä väliseinään oven viereen (**Kuva 16.**)

**Huonetermostaatti** mittaa huoneen lämpötilan ilmasta, anturi sijaitsee termostaatin sisällä. Huonetermostaattia käytetään katto- ja patterilämmityksissä. Asennetaan yleensä väliseinään oven viereen (**Kuva 17.**)



**Kuva 14.** Älykäs termostaatti, Devireg 550



**Kuva 15.** Lattiatermostaatti, Devireg 528



**Kuva 16.** Yhdistelmätermostaatti digitaalilla näytöllä, Ensto ECO16LCD



**Kuva 17.** Huonetermostaatti, Ensto ECO10RJ

### 3.11 Lämminvesivaraajat

Sähkölämmitystalossa tarvitaan myös lämminvesivaraaja lämpimän käyttöveden varastoiniseksi. Keskuslämmitteisessä vesikiertoisessa lämmitysjärjestelmässä tarvitaan myös lämmitysvesivaraaja, joka voi tosin toimia samalla käyttövesivaraajana. Vesivaraajaa lämmitetään pääsääntöisesti sähkövastuksilla, mutta lämmitys voidaan toteuttaa osittain tai joillain järjestelmillä kokonaan esimerkiksi vesitakkajärjestelmällä (takalla lämmitettävä vesivaraaja), kaikilla lämpöpumpuilla, aurinkoenergialla jne. Vesivaraajaksi kannattaa valita pystymalli jos se on mahdollista. Mitä korkeampi vesivaraaja on, sitä enemmän siihen muodostuu lämpötilakerrostumia, jotka ovat hyvin suunnitellun lämminvesivaraajan ominaisuuksia. Kuvassa 18 erilaisia lämminvesivaraajia.



**Kuva 18.** Lämminvesivaraajia

## 4 YHTEENVETO

Kesän lähestyessä opinnäytetyö lopulta valmistui. Opasta ja opinnäytetyön teoriaosuutta tehtiin aluksi erillisiin dokumentteihin. Opinnäytetyön ohjaajan kanssa päätettiin että varsinainen opas ja opinnäytetyön teoreettinen osuus yhdistettiin kokonaisuudeksi. Varsinainen opas kootaan myöhemmin opinnäytetyön materiaalista erilliseksi oppaaksi. Opinnäytetyön tavoite saavutettiin ja siitä tulee toivottavasti olemaan hyötyä omakotitalorakentajille, jotka harkitsevat taloonsa sähkölämmitystä.

Opinnäytetyön loppuvaiheessa (15.3.2011) eduskunta hyväksyi uudet rakentamisen energiamääräykset. Uusilla määräyksillä jotka tulevat voimaan 1.7.2012 vaaditaan omakotitaloilta 20 % parempaa energiatehokkuutta. Uusille rakennuksille tulee E-luvulla ilmaistava energiankulutuksen yläraja. Pientalojen E-luvun suuruuteen vaikuttavat energian tuotantomuoto ja rakennuksen pinta-ala. Uusi lainsäädäntö suosii uusiutuvia energiamuotoja, kuten maalämpöä ja kaukolämpöä. Suoralle sähkölämmitykselle alun perin kaavailtu korjauskerroin 2 muutettiin 1,7:ksi. Toisin sanoen uusilta sähköllä lämpeneviltä omakotitaloilta tullaan vuonna 2012 vaatimaan parempia eristyksiä kuin esimerkiksi kaukolämmön valinneilta omakotitaloilta. Sähkölämmitys tulee kuitenkin pysymään jatkossakin kohtuullisena lämmitysvaihtoehtona uusissa omakotitaloissa.

## LÄHTEET

Devi Oy. Asennusohje Devicell Dry. [viitattu 13.1.2011] Saatavilla Internetissä:

<URL:[http://www.deviuutiset.net/devicell/devicell\\_asennus.pdf](http://www.deviuutiset.net/devicell/devicell_asennus.pdf)>

Devi Oy. Asennusohje Devikit DTIR-10. [viitattu 13.1.2011] Saatavilla Internetissä:

<URL:<http://www.deviuutiset.net/ohjeet/DTIR-10.pdf>>

Devi Oy. Asennusohjeet Deviflex lämmityskaapeli DTIP-18. [viitattu 15.1.2011]

Saatavilla Internetissä: <URL:[http://www.deviuutiset.net/ohjeet/dtip\\_18.pdf](http://www.deviuutiset.net/ohjeet/dtip_18.pdf)>

Devi Oy. Asennusohjeet Deviflex lämpökaapelit. [viitattu 15.1.2011] Saatavilla

Internetissä: <URL:[http://www.deviuutiset.net/ohjeet/deviflex\\_dtce-30.pdf](http://www.deviuutiset.net/ohjeet/deviflex_dtce-30.pdf)>

Devi Oy. Asennusohjeet Devimat DTIF-100 / 150. [viitattu 16.1.2011] Saatavilla

Internetissä: <URL:<http://www.deviuutiset.net/ohjeet/devimat%20DTIF.pdf>>

Devi Oy. Tuoteluettelo Deviflex DTIP-10. [viitattu 13.1.2011] Saatavilla Internetissä:

<URL:[http://devi.danfoss.com/Finland/Professional/Products/Collection+Indoor+Cables/iframe\\_deviflex\\_DTIP\\_10.htm](http://devi.danfoss.com/Finland/Professional/Products/Collection+Indoor+Cables/iframe_deviflex_DTIP_10.htm)>

Devi Oy. Tuoteluettelo Deviflex DTIP-18. [viitattu 14.1.2011] Saatavilla Internetissä:

<URL:[http://www.deviuutiset.net/devi\\_tuoteluettelo\\_5.pdf](http://www.deviuutiset.net/devi_tuoteluettelo_5.pdf)>

Energiamarkkinavirasto 2011. Kalvoja sähkönhinnan kehityksestä. [viitattu

23.1.2011] Saatavilla Internetissä:

<URL:[http://www.energiamarkkinavirasto.fi/files/Kalvoja\\_sahkon\\_hinnan\\_kehityksesta\\_1103.pdf](http://www.energiamarkkinavirasto.fi/files/Kalvoja_sahkon_hinnan_kehityksesta_1103.pdf)>

Energiateollisuus 2011. Sähköenergian kilpailuttaminen. [viitattu 23.1.2011] Saatavilla Internetissä:

<URL:<http://www.energia.fi/fi/sahko/sahkomarkkinat/sahkoenergiankilpailuttaminen>>

Ensto Oy. Sulanapitoratkaisut. [viitattu 24.2.2011] Saatavilla Internetissä:

<URL:[http://www.ensto.com/download/18993\\_Frost\\_protection\\_solutions\\_FIN.pdf](http://www.ensto.com/download/18993_Frost_protection_solutions_FIN.pdf)>

Ensto Oy 2010. Sähkölämmittimet EPH. [viitattu 23.2.2011] Saatavilla Internetissä:

<URL:[http://products.ensto.com/catalog/16689/S%E4hk%E6l%E4mmittimet%20EPH\\_FIN1.html](http://products.ensto.com/catalog/16689/S%E4hk%E6l%E4mmittimet%20EPH_FIN1.html)>

Esala, Tapani. Sähkölämmityskurssin materiaali, Vaasan ammattikorkeakoulu 2009

Fortum Oy. Yksityishenkilön laskutus helmikuu 2011

Hedtec Oy 2006. Säteilylämmittimet. [viitattu 28.3.2011] Saatavilla Internetissä:

<URL:<http://www.hedtec.fi/tuotelistahedtec?kategoria=10600.3500>>

HL-Heat Oy 2007. Kattolämpöfoliot. [viitattu 23.3.2011] Saatavilla Internetissä:

<URL:<http://www.hl-heat.fi/fi/Kattolampofoliot>>

Käsikirja rakennusten sähköasennuksista D 1-2006, osa 7: 753 Lämmitysjärjestelmät

Lehtinen, Lauri 2011. Lämpöä vain tarpeeseen. Meidän Talo, nro.3, s. 81 - 82

Lämpöpumppu.org 2011. Ilmalämpöpumput. [viitattu 17.3.2011] Saatavilla Internetissä: <URL:<http://www.lampopumppu.org/ilmalampopumppu/>>

Motiva Oy 2011. Lämmitysjärjestelmän kustannukset. [viitattu 16.2.2011] Saatavilla Internetissä:

<URL:[http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman\\_valinta/vertaile\\_lammitysjarjestelmia/lammitysjarjestelmien\\_kustannukset](http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/vertaile_lammitysjarjestelmia/lammitysjarjestelmien_kustannukset)>

Motiva Oy 2011. Matalaenergiatalon määritelmiä. [viitattu 16.2.2011] Saatavilla Internetissä:

<URL:[http://www.motiva.fi/rakentaminen/millainen\\_on\\_energiatehokas\\_pientalo/matalaenergiatalon\\_maaritelmia](http://www.motiva.fi/rakentaminen/millainen_on_energiatehokas_pientalo/matalaenergiatalon_maaritelmia)>

Panasonic ilmalämpöpumppu-esitteet 2010

Rakennusmaailma-aikakausilehti nro.5/2010, Ilmalämpöpumppuvertailu

Rakentaja.fi. Ensto lattialämmitys. [viitattu 5.3.2011] Saatavilla Internetissä:

<URL:<http://www.rakentaja.fi/index.asp?s=/kuluttaja/ensto/lattialammitys.htm>>

Seinäjoen Energia Oy. Yksityishenkilön laskutustiedot helmikuu 2011

SFS-Käsikirja 600, Standardit 6000-7-753.411 ja 6000-7-753-424.3.1

Sileka Oy. Kattolämmityselementtien asennus. [viitattu 22.3.2011] Saatavilla Internetissä: <URL:<http://www.sileka.fi/sivut/tekniset/kattoasennus.html>>

Sähkönumerot.fi. Kattoanturi Devireg 850 tuoteseloste. [viitattu 25.2.2011] Saatavilla Internetissä: <URL:<http://www.sahkonumerot.fi/3531183>>

Säästäenergiaa.fi 2011. Ilmalämpöpumpun asennus. [viitattu 24.3.2011] Saatavilla Internetissä: <URL:<http://www.saastaenergiaa.fi/68/Ilmalampopumpun-asennus>>

Öljyalan keskusliitto, polttoöljyn hintatiedot helmikuu 2011



**Esimerkkilaskelma omakotitalon sulanapitojärjestelmästä kuvan 13 mukaan.**

**Räystäskourut ja syöksytorvi:** Räystääiden ja syöksytorven yhteispituus on arviolta 41 m. Lämmityskaapelia tarvitaan  $2 \times 41 \text{ m} = 82 \text{ m}$ , eli lämmityskaapelia asennetaan meno- ja paluusuuntaan. Kaapelit kiinnitetään sopivin välein tarkoituksenmukaisilla kiinnityslistoilla irti toisistaan. Tämä estää kaapelien ylikuumentumisen. Lämmitystehoksi halutaan n. 40 W/m. Kaapeli asennetaan räystäskouruihin ja syöksytorviin meno- ja paluusuuntaan, joten haluttu kaapeliteho per lämmityskaapeli on 20 W/m. Kaapelin arvioiduksi kokonaistehoksi  $P_{\text{arv}}$  saadaan kaavan (1) mukaisesti 1640 W. Koska kaapelin tarkkaa pituutta ei tiedetä, käytetään vakiovastuskaapelia. Halutaan käyttää Enston Tash-yksijohdin lämmityskaapelia. Arvioitu ominaisresistanssi  $R_{\text{lk}}$  kaapelille saadaan kaavan (2) mukaisesti  $0.39 \Omega/\text{m}$ . Valitaan taulukosta 11 lähin sopiva kaapeli Tash0.45, jonka ominaisresistanssi on  $0.45 \Omega/\text{m}$ . Nyt voidaan laskea lämmityskaapelin todellinen metri- ja kokonaisteho. Kokonaisteho saadaan kaavasta (3) 1469.4 W. Tästä voidaan edelleen laskea lämmityskaapelien yhteenlasketuksi metritehoksi  $P_{\text{m}}$  kaavasta (4) 35,8 W/m, joka on riittävän lähellä haluttua 40 W/m. Syöttökaapeliksi keskukselta riittää MMJ 3x1.5 S, 10 A kontaktorilähtö, jota ohjataan termostaatilla Devireg 316 keskuksessa, termostaatin ohjearvo ulkolämpötila-anturilta.

**Ulkokiveyksen sulanapito:** Lämmitettävä pinta-ala  $15 \text{ m}^2$ . Sulatustehoksi halutaan  $300 \text{ W}/\text{m}^2$ , käyttöjännite 230 V. Lämmityskaapelilta vaadittava kokonaisteho  $P_{\text{uk}}$  saadaan kaavasta (5), 4500 W. Syöttökaapelin- ja sulakekoon pitämiseksi pienenä, sekä kuormituksen tasaamiseksi valitaan taulukosta 13, 3 kpl Devi DTIP-18 1500 W lämmityskaapelia. Valitaan syöttökaapeliksi keskukselta MMJ 5x1.5 S, 10 A sulakkeet / johdonsuojakatkaisijat, kontaktorilähtöä ohjataan ajastimella (0 – 6h). Lisäksi asennetaan keskukseseen kolmivaiheinen vikavirtasuojakytkin 30 mA, jonka tehonkesto 25 A.

**Vesijohdon sulanapito:** Kylmään autotalliin maasta tuleva käyttövesijohto halutaan pitää talvella sulana. Vesijohto ulottuu autotallin lattiasta n. 1 m korkeuteen, lämmityskaapelin pituudeksi riittää 2 m. Valitaan taulukosta 14, Devi DPH-PT-2 pituus 2 m, teho 20 W. Lämmityskaapelissa pistotulppaliitäntä, joten asennetaan

roiskevesitiivis pistorasia 1,5 m korkeuteen, jolle vedetään keskukselta syöttökaapeli MMJ 3x1,5 S.

**Yhteenveto tarvittavista lämmityskaapeleista:**

Räystäskourut ja syöstytorvi: 82 m Ensto Tash0.45, kokonaisteho 1469.4 W.

Ulkokiveys: 3 kpl Devi DTIP-18 1500 W, teho yhteensä 4,5 kW.

Vesijohto: Devi DPH-PT-2, pituus 2 m ja teho 20 W.

**Laskelmassa käytetyt kaavat:**

Lämmityskaapelin arvioitu kokonaisteho  $P_{arv} = (s * P_{marv}) / 2$ , jossa s = lämmityskaapelin kokonaispituus ja  $P_{marv}$  = haluttu metriteho sulatukselle. (1)  
 $P_{arv} = (82 \text{ m} * 40 \text{ W/m}) / 2 = 1640 \text{ W}$ .

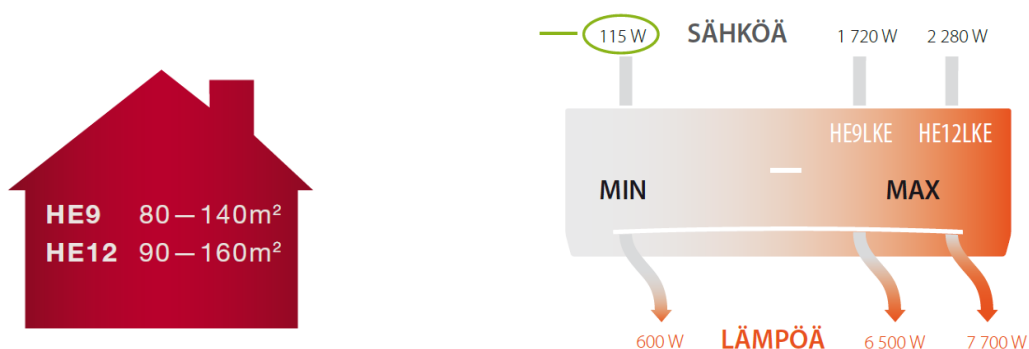
Lämmityskaapelin arvioitu ominaisresistanssi  $R_{lk} = (U^2 / P_{arv}) / s$ , jossa U = nimellisjännite.  $R_{lk} = (230^2 \text{ V} / 1640 \text{ W}) / 82 \text{ m} = 0.39 \text{ } \Omega/\text{m}$ . (2)

Lämmityskaapelin todellinen kokonaisteho  $P_{kok} = U^2 / (R_{lktod} * s)$ , jossa  $R_{lktod}$  = lämmityskaapelin todellinen ominaisresistanssi.  $P_{kok} = 230^2 \text{ V} / (0.45 \text{ } \Omega/\text{m} * 82 \text{ m})$  (3)  
 $= 1469.4 \text{ W}$

Lämmityskaapelien todellinen yhteenlaskettu metriteho  $P_{2m} = (P_{kok} / s) * 2$ . (4)  
 $P_{2m} = (1469.4 \text{ W} / 82 \text{ m}) * 2 = 35,8 \text{ W/m}$ .

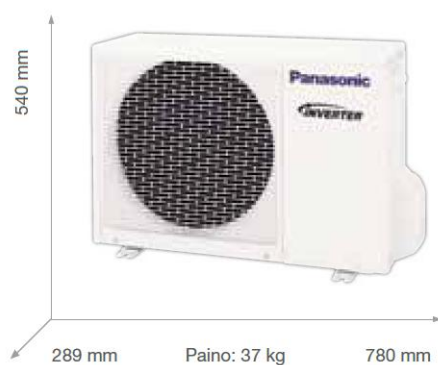
Ulkokiveyksen sulatusteho  $P_{uk} = A * P_{st}$ , jossa A = sulatettavan alueen pinta-ala neliömetreinä ja  $P_{st}$  = sulatusteho per neliömetri.  $P_{uk} = 15 \text{ m}^2 * 300 \text{ W/m}^2 = 4500$  (5)  
W

## PANASONIC HE-sarja



**Kuva 19.** Soveltuvuus HE

**Kuva 20.** Hyötysuhde HE



**Kuva 21.** Ulkoyksikkö HE

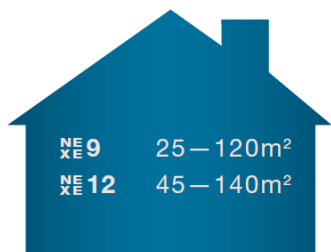


**Kuva 22.** Sisäyksikkö HE

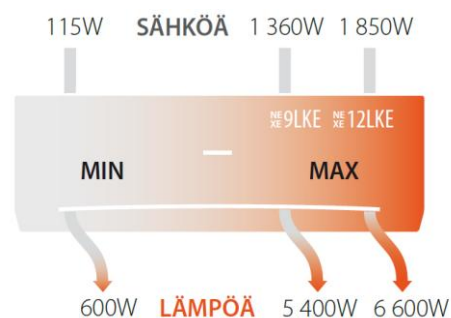
**Taulukko 15.** Teknisiä tietoja HE

Sisäyksikkö Ulkoyksikkö		CS-HE9LKE CU-HE9LKE	CS-HE12LKE CU-HE12LKE
Lämpöteho (min—max)		3 200 (600—6 500)	4 200 (600—7 700)
Kulutus (min—max)		580 (115—1 720)	850 (115—2 280)
Lämpökerroin (COP)		5,52 (5,71—3,78)	4,94 (5,22—3,38)
Kylmäteho (min—max)		2 500 (600—3 000)	3 500 (600—4 000)
Kulutus (min—max)		480 (120—700)	880 (120—1 050)
Kylmäkerroin (EER)		5,21 (5,53—4,29)	3,98 (5,00—3,81)
Kosteuden poisto	l/h max	1,6	2
Ilmavirta	m³/h max	750	810
Äänitaso sisäyksikkö	dBA min/max	23/42	26/44
Äänitaso ulkoyksikkö	dBA max	46/47	48/50
Energialuokka	Lämmitys/jäähdytys	A/A	A/A

## PANASONIC NE- ja XE-sarja



**Kuva 23.** Soveltuvuus NE/XE



**Kuva 24.** Hyötysuhde NE/XE



**Kuva 25.** Ulkoyksikkö NE/XE



**Kuva 26.** Sisäyksikkö NE/XE

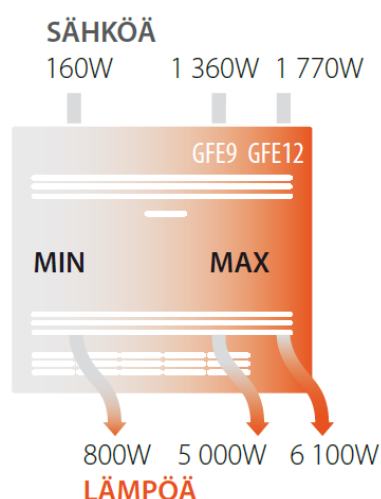
**Taulukko 16.** Teknisiä tietoja NE/XE

Sisäyksikkö Ulkoyksikkö		CS-NE/XE9LKE CU-NE/XE9LKE	CS-NE/XE12LKE CU-NE/XE12LKE
Lämpöteho (min—max)		3400 (600—5400)	4000 (600—6600)
Kulutus (min—max)		730 (115—1360)	960 (115—1850)
Lämpökerroin (COP)		4,66 (5,22—3,97)	4,17 (5,22—3,57)
Kylmäteho (min—max)		2500 (600—3000)	3500 (600—4000)
Kulutus (min—max)		540 (120—745)	910 (120—1170)
Kylmäkerroin (EER)		4,63 (5,00—4,03)	3,85 (5,00—3,42)
Kosteuden poisto	l/h max	1,6	2
Ilmavirta	m <sup>3</sup> /h max	750	810
Äänitaso sisäyksikkö	dBA min/max	23/40	26/42
Äänitaso ulkoyksikkö	dBA max	47	50
Energialuokka	Lämmitys/jäähdytys	A/A	A/A

## PANASONIC GFE-sarja



**Kuva 27.** Soveltuvuus GFE



**Kuva 28.** Hyötysuhde NE/XE



**Kuva 29.** Ulkoyksikkö NE/XE



**Kuva 30.** Sisäyksikkö NE/XE

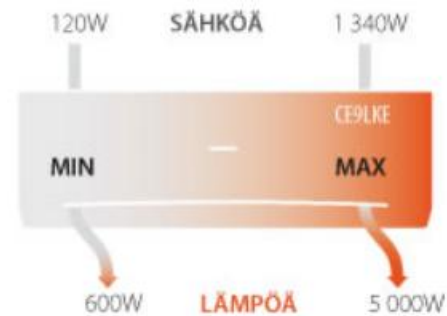
**Taulukko 17.** Teknisiä tietoja GFE

Sisäyksikkö		CS-E9GFE	CS-E12GFE
Ulkoyksikkö		CU-E9GFE	CU-E12GFE
Lämpöteho (min—max)		3600 (800—5000)	4800 (800—6100)
Kulutus (min—max)		865 (160—1360)	1320 (175—1770)
Lämpökerroin (COP)		4,16 (4,85—3,68)	3,64 (4,57—3,45)
Kylmäteho (min—max)		2500 (800—3000)	3500 (800—3800)
Kulutus (min—max)		570 (175—780)	965 (185—1140)
Kylmäkerroin (EER)		4,39 (4,57—3,85)	3,63 (4,32—3,33)
Kosteuden poisto	l/h max	1,4	2
Ilmavirta	m³/h max	612	636
Äänitaso sisäyksikkö	dBA min/max	23/38	24/39
Äänitaso ulkoyksikkö	dBA max	46	48
Energialuokka	Lämmitys/jäähdytys	A/A	A/A

## PANASONIC CE-sarja



**Kuva 31.** Soveltuvuus CE



**Kuva 32.** Hyötysuhde CE



**Kuva 33.** Ulkoyksikkö CE



**Kuva 34.** Sisäyksikkö CE

**Taulukko 18.** Teknisiä tietoja CE.

Sisäyksikkö	CS-CE9JKE	
Ulkoyksikkö	CU-CE9JKE	
Lämpöteho (min-max)	3600 (600-5000)	
Kulutus (min-max)	835 (120-1340)	
Lämpökerroin	4,31 (5,00-3,44)	
Kylmäteho (min-max)	2600 (600-3000)	
Kulutus (min-max)	590 (125-750)	
Kylmäkerroin	4,41 (4,80-4,00)	
Kosteuden poisto	l/h Max	1,6
Ilmavirta	m3/h Max	714
Äänitaso sisäyksikkö dBA	Min/Max	23/40
Äänitaso ulkoyksikkö dBA	Max	47
Energialuokka	Lämmitys/Jäähdytys	A/A

## PANASONIC E-sarja



**Kuva 35.** Soveltuvuus E



**Kuva 36.** Ulkoyksikkö E



**Kuva 37.** Sisäyksikkö E

### Taulukko 19. Teknisiä tietoja E

Sisäyksikkö	CS-E15EKEA	CS-E18EKEA	CS-E21EKEA	CS-E24GKES
Ulkoyksikkö	CU-E15EKEA	CU-E18EKEA	CU-E21EKEA	CU-E24GKE
Ominaisuudet				
Lämpöteho (W)	5500 (900-7100)	6600 (900-8000)	7200 (900-8500)	8600 (900-9900)
Kulutus (W)	1570 (245-2250)	1790 (245-2750)	2100 (245-2750)	2660 (360-3200)
Lämpökerroin (COP)	3,5	3,69	3,43	3,23
Kylmäteho (W)	4400 (900-7100)	5300	6300 (900-7100)	6800 (900-8100)
Kulutus (W)	1370 (215-1600)	1790	2210 (215-2540)	2120 (350-2700)
Kylmäkerroin (EER)	3,21	3,21	2,85	3,21
Kosteuden poisto (l/h Max)	2,4	2,9	3,5	3,9 l/h
Ilmavirta (m <sup>3</sup> /h Max)				1098 m <sup>3</sup> /h
Äänitaso sisäyksikkö (dBA Min/Max)	32/43	37/44	37-45	35/47
Äänitaso ulkoyksikkö (dBA Max)	46	47	48	52
Energialuokka (Lämmitys/Jäähdytys)	B/A	A/A	B/C	C/A

**Taulukko 20.** Teknisiä tietoja Panasonic-ilmalämpöpumpuista

Malli	Lämpöteho (W)	Kulutus (W)	COP	Kylmäteho (W)	Kulutus (W)	EER	Tilasuositus
HE-sarja							
<b>HE12LKE</b>	4200	880	4,66	3500	880	3,98	90-160m <sup>2</sup>
<b>HE9LKE</b>	3600	580	5,52	2500	480	5,21	80-140m <sup>2</sup>
NEXE-sarja							
<b>NEXE9LKE</b>	3400	730	4,66	2500	540	4,63	25-120m <sup>2</sup>
<b>NEXE12LKE</b>	4800	1250	3,84	3500	910	3,85	45-140m <sup>2</sup>
CE-sarja							
<b>CE9LKE</b>	3400	740	4,59	2500	545	4,41	25-120m <sup>2</sup>
GFE-sarja							
<b>E9GFE</b>	3600	865	4,16	2500	570	4,39	30-100m <sup>2</sup>
<b>E12GFE</b>	4800	1320	3,64	3500	965	3,63	50-120m <sup>2</sup>
E-sarja (Suurteho ilmalämpöpumput)							
<b>E15</b>	5500 (900-7100)	1570 (245-2250)	3,5	4400 (900-7100)	1370 (215-1600)	3,21	80-160m <sup>2</sup>
<b>E18</b>	6600 (900-8000)	1790 (245-2750)	3,69	5300	1790	3,21	90-180
<b>E21</b>	7200 (900-8500)	2100 (245-2750)	3,43	6300 (900-7100)	2210 (215-2540)	2,85	100-200
<b>E24GKES</b>	8600 (900-9900)	2660 (360-3200)	3,23	6800 (900-8100)	2120 (350-2700)	3,21	120-240m <sup>2</sup>
E-sarja (Kasetti)							
<b>E15DB4EW</b>	5100 (900-6200)	1770 ( 260-2180)	2,88	4100 (900-4800)	1300 (255-1710)	3,15	70-150

(<URL:<http://www.saastaenergiaa.fi>>)