

Mikael Collin

# Omakotitalon huonekohtainen sähkölämmitys

Metropolia ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Insinöörityö

16.5.2014

Tekijä Otsikko	Mikael Collin Omakotitalon huonekohtainen sähkölämmitys
Sivumäärä Aika	39 sivua + 3 liitettä 16.5.2014
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	sähkötekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	sähkövoimatekniikka
Ohjaaja	yliopettaja, Tekn.Lis. Jarvo Varteva
<p>Opinnäytetyön aiheena on omakotitalon sähkölämmitys. Tarkastelu rajattiin ensisijaisesti koskemaan normaaleja pientaloja ja työssä selvitettiin, minkälaisia eri vaihtoehtoja on tarjolla markkinoilla huonekohtaiseen sähkölämmitykseen ja sen ohjaukseen. Toisena tavoitteena oli antaa yleistietoa omakotitalon energiankulutuksesta.</p> <p>Aluksi työssä tutustuttiin, miten lämmitysenergia vaikuttaa talossa. Varsinaisessa käsittelyosuudessa keskityttiin tarkastelemaan markkinoilla olevia sähkölämmitystapoja ja niiden toimintaan liittyviä asioita. Työn loppuosiossa vertailtiin lämmitysjärjestelmän valintaan vaikuttavia asioita ja Glen Dimplex Nordicin keskitettyä ohjausjärjestelmää.</p> <p>Työssä käytettiin apuna sähköalan kirjallisuutta, ST-kortiston ohjeita ja laajalti eri alan Internet-sivustoja.</p> <p>Tulosten perusteella hyvin suunniteltu ja asennettu huonekohtainen sähkölämmityksen ohjaus voi tuoda huomattavaa säästöä omakotitalon energiankulutukseen.</p>	
Avainsanat	sähkölämmitys, lämmityslaite, lämmityksen ohjaus

Author Title Number of Pages Date	Mikael Collin Room-Specific Electric Heating in a Single-Family Detached Home 39 pages + 3 appendices 16 May 2014
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical Engineering
Specialisation option	Electrical Power Engineering
Instructor	Lic. Tech. Jarno Varteva, Principal Lecturer
<p>The purpose of this thesis was to examine the heating of a single-family detached home. To introduce the subject, heating systems of normally built structures are summarized. The main objective, however, was to explore what solutions are available on the market for room-specific electric heating. The secondary goal was to give the reader general knowledge about energy consumption in a single-family detached home.</p> <p>The study first illustrates how heat energy flows in buildings. Special attention is then paid to examining already existing electric heating solutions and their functionality. The last part of the thesis compares common considerations that affect the selection of a heating system for home and introduces the new Nobö Energy Control system.</p> <p>The thesis was based on wide study of literature from the field of construction and electricity. Different kinds of internet sources were also used as reference.</p> <p>The results of this thesis show that a well designed and installed room-specific electric heating control system can bring significant savings for energy consumption in a single-family detached home.</p>	
Keywords	Electric Heating, Heater, Heating System

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Energiankulutus	2
3	Sähkölämmitysteho	7
4	Pientalon sähkölämmitys	9
4.1	Patterilämmitys	9
4.2	Lämmityskelmut	11
4.3	Lämmityskaapelit	13
4.4	Ilmalämpöpumppu (ILP)	16
4.5	Ikkunalämmitys	19
4.6	Lämmivesivaraaja (LVV)	22
4.7	Puulämmitys täydentävänä lämmitysmuotona	23
5	Sähkölämmityksen ohjaus ja säätö	24
5.1	Säätö- ja ohjauslaitteet	24
5.1.1	Mekaaninen termostaatti	24
5.1.2	Elektroninen termostaatti	25
5.1.3	Säätökeskukset	26
5.2	Lämmitystapojen säätö	27
6	Huonekohtainen sähkölämmitys	29
7	Lämmitysjärjestelmän valinta pientaloon	30
8	Glen Dimplex Nordic ja Nobö Energy Control	32
9	Yhteenveto	35
	Lähteet	37
	Liitteet	
	Liite 1. Esimerkki energiatodistuksesta	
	Liite 2. Nobö Energy Control-sovellus	
	Liite 3. Esimerkki sähkölämmityksen tehostamistoimenpiteistä	

## 1 Johdanto

Tässä insinööriyössä on tarkoitus tutkia omakotitalon sähkölämmitysratkaisuja, joilla tarkoitetaan sähköllä vastuksessa tuotettua energiaa. Suomessa on yli miljoonaa pientaloa, joista suurin osa on rakennettu ennen vuotta 2000. Varsinkin ennen 1970-luvun öljykriisiä rakennetut omakotitalot ovat huonosti eristetyt. Työssä on tavoitteena tutkia, minkälaisia sähkölämmityslaitteita on markkinoilla tarjolla omakotitalon lämmityskustannusten parantamiseen huonekohtaisella sähkölämmityksellä.

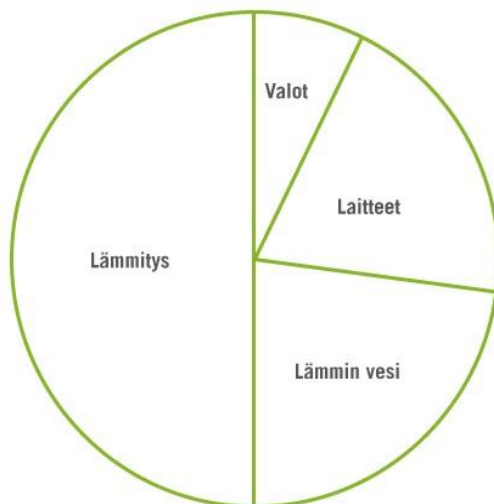
Sähkölämmityksen energian hinta on kalliimpaa kuin muilla päälämmitysjärjestelmillä. Naapurimaissa Ruotsissa ja Norjassa sähkön hinta on noin kolmanneksen halvempaa. Hinnan kasvu on johtanut apulämmitysjärjestelmien hankkimiseen uusin ja vanhempiin kohteisiin. Tulisija ja varsinkin lämpöilmapumppu ovat yleistyneet viimeisen kymmenen vuoden aikana.

Työn tarkastelu rajataan pientalon energiankulutukseen, sähkölämmityslaitteisiin tutustumiseen ja lämmitysjärjestelmän valintaan vaikuttaviin asioihin sekä keskitettyyn lämmitysjärjestelmään.

## 2 Energiankulutus

Sähkö ei ole energianlähde, vaan tapa jolla erilaisten lähteiden energiaa voidaan käyttää hyödyksi. Energiaa tarvitaan liikenteessä, sähköntuotannossa ja lämmityksessä sekä teollisuuden prosesseissa. Maakaasua käytetään teollisuudessa sähkön ja kaukolämmön tuotantoon, mutta myös talokohtaisessa lämmityksessä. Turvetta polttamalla saadaan lämpöä ja sähköä. Kivihiiltä käytetään pääosin sähkön ja kaukolämmön tuottamiseen. Polttoöljyllä saadaan energiaa liikenteeseen ja lämmön tuottamiseen.

Pientalossa energiaa kuluu (kuva 1) valoihin, sähkölaitteisiin ja veden lämmitykseen. Omakotitalo kuluttaa noin 10 000-15 000 kWh vuodessa veden ja ilman lämmitykseen. Tavallisen pientalon tilojen ja tuloilman lämmitys kuluttaa vuodessa 100-120 kWh/m<sup>2</sup>. Matalaenergiatalon kulutus on noin puolet tästä. Passiivitalo kuluttaa ainoastaan noin 20-30 kWh/m<sup>2</sup>. Suomen kylmillä alueilla lämmitys ratkaisee omakotitalon käyttämän energian määrän. Lämmityksestä kertyy lähes puolet nelihenkisen perheen kulutuksesta. Turhaa kulutusta on helppo karsia. Usein kyse on kertaluontoisista toimenpiteistä ja säästöistä. [1; 2; 3.]



Kuva 1. Energiankulutus omakotitalossa [1.]

Lähes kaikki rakennukset Suomessa lämmitetään öljyllä, kaasulla, kaukolämmöllä, puulla ja sähköllä. Kaukolämmön idea on häviölämmön talteenotto, kun sähköä tuotetaan sähkövoimalaitoksissa. Lämpöpumput siirtävät energiaa rakennuksiin, mutta vaa-

tivat toimiakseen sähköä. Puu on uusiutuvaa ja pienosa lämmityksestä. Öljyllä on edelleen oma arpansa, tosin suosio on pienentynyt pientalojen lämmityksessä.

Kaukolämmön suosio kasvaa suuremmissa taajamissa ja suurissa rakennuksissa. Kaukolämpö hyödyntää tehokkaasti fossiilisia polttoaineita. Kaukolämmöstä tuotettiin yhteistuotannossa (syntyi samalla myös sähköä) 69% ja erillistuotannossa 31% vuonna 2012.

Sähkölämmitystä käytetään yleensä, kun rakennustiheys on liian pieni kannattavaan kaukolämmitykseen eli pienet taajamat, haja-asutus, myös taajamien pienehköt rakennukset. Talossa kuluu vähemmän energiaa sähkölämmityksessä, sillä säätö on tarkempaa.

Maalämpö- tai ilmalämpöpumppulämmitys perustuu lämmön ottamiseen maasta, vesistöistä tai ulkoilmasta sähkökäyttöisellä pumpulla. Laitteisiin joudutaan investoimaan rahaa, mutta saadaan ilmasta energiaa. Nämä järjestelmät ovat kehittyneet vuosi vuodelta. [2.]

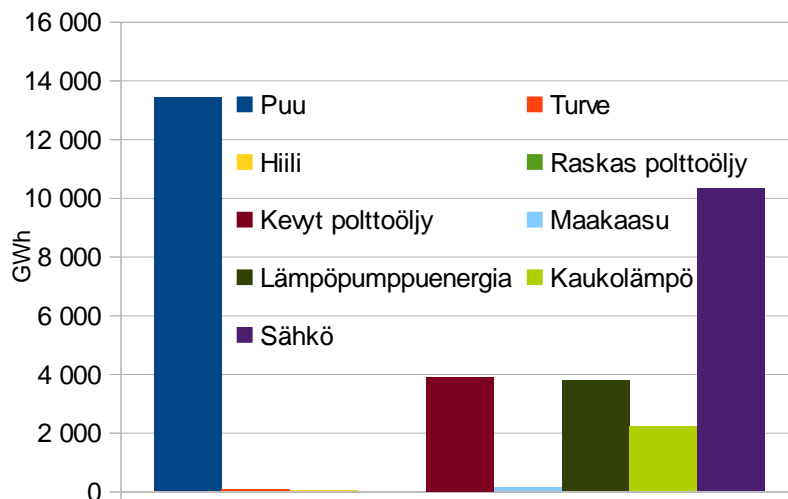
Alhaalla oleva (taulukko 1) antaa hyvän käsityksen, kuinka asumisen energiankulutus jakautuu Suomessa energialähteittäin. Pientalojen lämmitykseen tarvittiin 33 724 GWh energiaa vuonna 2012. Pellettilämmitys on yleistynyt odotuksia hitaammin, mutta silti puun kulutus on kasvanut pientaloissa. Pellettilämmitys on jo vakiintunut lämmitysmuoto yli 26 000 pientalossa ja yli tuhannessa suuremmassa kohteessa.

Taulukko 1. Asumisen energiankulutus 2012, GWh [4.]

	Puu	Turve	Hiili	Raskas polttoöljy	Kevyt polttoöljy	Maakaasu	Lämpöpumpuenergia 1)	Kaukolämpö	Sähkö 2)	Yhteensä
<b>Asuminen yhteensä</b>	<b>15 562</b>	<b>57</b>	<b>5</b>	<b>96</b>	<b>4 951</b>	<b>387</b>	<b>4 138</b>	<b>19 346</b>	<b>22 240</b>	<b>66782</b>
<b>Asuinrakennusten lämmitys</b>	<b>15 462</b>	<b>57</b>	<b>5</b>	<b>96</b>	<b>4 951</b>	<b>387</b>	<b>4 138</b>	<b>19 346</b>	<b>14 168</b>	<b>58610</b>
Varsinaiset asuinrakennukset	13 646	56	5	96	4 903	376	4 011	19 344	13 369	55806
- Erilliset pientalot	13 414	50	4		3 882	115	3 760	2 187	10 312	33724
- Rivi- ja ketjutalot	136	1			331	84	239	3 070	1 912	5773
- Asuinkeuhkot	96	5		96	690	177	12	14 087	1 145	16308
Vapaa-ajan asuinrakennukset	1 816	1	1		48	1	127	2	799	2795
<b>Kotitalouslaitteet</b>						<b>10</b>			<b>8 072</b>	<b>8082</b>
- Valaistus									2 538	2538
- Ruoan valmistus						10			684	694
- Muut sähkölaitteet									4 850	4850
<b>Asuinrakennusten lämmityksestä</b>										
- Saunojen lämmitys	1778								1117	2895
- Käyttöveden lämmitys	473	16	1	25	915	72	522	5009	2625	9658

Lämpöpumppuenergia tarkoittaa taulukossa 1 lämpöpumpuilla ympäristöstä (maasta, ilmasta tai vedestä) talteen otettua energiaa. Sähköllä on laskettu mukaan suora ja varaava sähkölämmitys, sähköllä tapahtuva lisälämmitys, sähköinen lattialämmitys, lämpöpumppujen käyttämä sähkö, sähköllä tapahtuva käyttövedenlämmitys, sähkökiukaat sekä lämmitysjärjestelmien ja lämmönjakolaitteiden kuluttama sähkö. [4.]

Yritykset eri puolilla Suomea markkinoivat päivittäin erilaisia sähkölämmitysjärjestelmiä pientaloihin. Normaaliille kuluttajalle ostopäätös ei ole helppo. Katsomalla (kuva 2) nähdään selkeämmin, kuinka lämmitysenergia jakautuu pientaloissa. Tästä on helpompi ottaa yhteyttä energian myyjään ja esittää hänelle kysymyksiä. Lämmityksen osuus energiankäytöstä voidaan kilpailuttaa ja täten säästää rahaa.



Kuva 2. Pientalojen lämmitysenergian kulutus 2012 [4.]

Lämpötilan mittaaminen on tärkein asia järkevään energiankäyttöön omakotitalossa. Turha edes harkita lämmitysjärjestelmän uusimista, ennen kuin lämpötilat ovat kohdallaan. Ilmatiiviyys on todella tärkeä avainasia lämpötilan mittaamisen ohella. Katsomalla (kuva 3) nähdään suosituslämpötilat pientalon eri huoneilla. Suositukset ovat vain suosituksia. Lämpötilojen kokeminen on yksilöllinen asia. Toisten ihmisten mielestä 21 astetta on sopiva, toisille taas liian kylmä. Lämpötilojen mittaaminen on silti järkevää. Olisi hyvä oppia pois vanhasta ajatuksesta, että kaikissa tiloissa on aina sama lämpötila. Mieluummin säädetään lämpötilat tarpeiden mukaan.





Kuva 3. Suosituslämpötilat [1.]

Lämpötilaa kannattaa pudottaa huomattavasti varastoissa ja muissa tiloissa, joissa ei oleskella. Voidaan tiputtaa lämpötilaa autotallissa ja koko talo voi olla viileämpi reissun aikana, näin säästetään rahaa. Säädä lämpötiloja varsinkin kovilla pakkasilla. Pidä lattialämmitys pienellä tuulikaapissa ja kodinhoitohuoneessa. Ohjelmoitavat termostaatit helpottavat hallintaa. Lämpötilat ovat myös tottumuskysymys. Yhden asteen tiputus säästää 5 % lämmityskuluissa. [1.]

Tiiviissä talossa ilmanvaihto toteutetaan hallitusti ja energiatehokkaasti lämmöntalteenottolaitteella varustetulla ilmanvaihtokoneella. Hyvä suunnittelu ja rakennustyö ovat todella tärkeitä. Varsinkin nurkat ja rakenneosat ovat yleensä kylmiä kohteita. Ilmanvaihtokanavat ja sähköistyksen läpiviennit on tiivistettävä. Vuotoilmat rakenteiden läpi aiheuttavat epäpuhtauksia ja kosteusriskit kasvavat. Talon lämmittäminen isolla rahalla ei ole viisasta, jos samalla annetaan lämmön mennä taivaalle ja kylmää ilmaa sisälle. Ovien ja ikkunoiden vuotojen estäminen on tärkeä toimenpide järkevässä energian käytössä. Tiivistäminen on helppoa ja halpaa. Pitää muistaa, että raitista ilmaa tulee taloon jatkossakin. Tiivisteiden kunto kannattaa tarkistaa säännöllisesti. Toimiva tiiviste on kimmoisa.

Lämpöhäviöt ovat riippuvaisia seinistä, ikkunoista, lattiasta ja katosta. Ikkunat ovat heikoin osa pientalon lämmöneristyksen kannalta. Katsomalla (kuva 4) on nähtävissä, kuinka lämpö siirtyy talosta ulos. Tämän takia kannattaa antaa painoarvoa ikkunoiden energiatehokkuuteen, pinta-alaan ja mihin suuntaan ne on suunnattu. Ikkunat päästävät lävitseen auringon säteilyä, joka pienentää keinovalaistuksen tarvetta. Valaistustar-

peen pieneneminen säästää energiaa. Energiatehokkaiden ikkunoiden karmeista karkaa lämpöä. Iso ikkuna on parempi kuin monta pientä ikkunaa. Energiatehokkaissa ikkunoissa sisäpinnan lämpötila ei laske epämiellyttävän alas eli välttämättä ei tarvita edes pattereita ikkunan alla. Äänieristys on plussaa. Uloimmassa ikkunassa kannattaa jättää pienet raot tiivisteisiin, jotta ikkunat eivät huurru. Vanhan ajan liimapaperi kruunaa hyvin tiivistetyn ikkunan. Se toimii myös yksinään jos tiivisteitä ei voi käyttää. Hyvänä puolena myös, se ei vie maaleja mukanaan kuten maalarinteippi.



Kuva 4. Lämmön siirtyminen talosta ulos [5.]

Ovissa kynnyksen tiivisteet kuluvat nopeasti. Tiivistelistan avulla oviaukkoon saadaan kaksinkertaiset tiivisteet. Energess lupaa omille tiivistelistoilleen energiansäästöä jopa 15 % / ovi.

1970-luvulla oli käsitys energiakriisin ajoilta, että tiiviit talot eivät hengitä ja aiheuttaa kosteusvaurioita. Toimivalla ilmastoinnilla saadaan nykyajan tiivistetyt talot hengittämään. Hyvä ilma- ja tuulitiivistys antaa paljon etuja, kuten energiatehokkuus, kosteusvarmuus, mukava lämpötila ja miellyttävä ääniympäristö. [1; 5.]

Energian kulutusta pyritään vähentämään Suomessa ja Motiva Oy on yhteistyössä monien yritysten esim. Helsingin Energia, Ensto Oy, Glen Dimplex:n kanssa aloittanut tehostamisohjelma Elvarin. Tarkoituksena on laskea sähkölämmitteisten asuntojen

yhteenlaskettua energiankulutusta 9 % vuoteen 2016 mennessä ja yksittäisen kohteen energiankäyttöä tehostamalla vähintään 30%. [6.]

### 3 Sähkölämmitysteho

Pientalon sähkölämmitystehtoon tarvittava energia saadaan energiankulutuksesta, joka on rakennuksen lämmitysenergian, laitesähköenergian ja jäähdytysenergian yhteenlaskettu kulutus. Normaalisti eristetyin pientalon huonekorkeus on Suomessa noin 2,4–2,5 m ja sopiva lämmitystehto on 60–65 W/m<sup>2</sup>. Jos huonekorkeus poikkeaa edelle mainitusta, lämmitystehto lasketaan tilavuuden perusteella. Tilavuudelle sopiva tehomäärä on 25 W kuutiota kohden. Lattialämmityksessä on etua, että sama mitoitus vastaa 100 W/m<sup>2</sup>. [7.]

Rakennuksen lämmitysenergiankulutus  $Q_{\text{lämmitys}}$  on tilojen lämmitysenergian ja lämpimän käyttöveden lämmitysenergian yhteenlaskettu kulutus ja se voidaan laskea (ST – kortiston D5 : ST 11.52 - ohjeen) mukaisesti seuraavista kaavoista 1-4.

$$Q_{\text{lämmitys}} = Q_{\text{lämmitys, tilat}} + Q_{\text{lkv}} + \frac{Q_{\text{LP}}}{\varepsilon_{\text{LP}}} \quad , \text{ jossa} \quad (1)$$

$Q_{\text{lämmitys}}$	rakennuksen lämmitysenergiankulutus, kWh
$Q_{\text{lämmitys, tilat}}$	rakennuksen tilojen lämmitysenergiankulutus, kWh
$Q_{\text{lkv}}$	käyttöveden lämmityksen energiankulutus, kWh
$Q_{\text{LP}}$	poistoilmalämpöpumpun varaajan siirtämä ja tilojen tai käyttöveden lämmityksessä hyödynnetty energia, kWh
$\varepsilon_{\text{LP}}$	poistoilmalämpöpumpun vuotuinen lämpökerroin.

Rakennuksen tilojen lämmitysenergiankulutus  $Q_{\text{lämmitys, tilat}}$  lasketaan seuraavalla kaavalla (2).

$$Q_{\text{lämmitys, tilat}} = Q_{\text{lämmitys, tilat, netto}} + Q_{\text{lämmitys, tilat, häviöt}} - Q_{LP, \text{tilat}}, \text{ jossa} \quad (2)$$

$Q_{\text{lämmitys, tilat}}$	rakennuksen tilojen lämmitysenergiankulutus, kWh
$Q_{\text{lämmitys, tilat, netto}}$	rakennuksen tilojen lämmityksen nettoenergiantarve, kWh
$Q_{\text{lämmitys, tilat, häviöt}}$	rakennuksen tilojen lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergia, kWh
$Q_{LP, \text{tilat}}$	poistoilmalämpöpumpun varaajaan siirtämä ja tilojen lämmitykseen höydynnettävä energia, kWh.

Rakennuksen tilojen lämmitysenergiankulutus  $Q_{\text{lämmitys, tilat}}$  lasketaan kaavalla (3).

$$Q_{\text{lämmitys, tilat, netto}} = Q_{\text{joht}} + Q_{\text{vuotoilma}} + Q_{iv} - Q_{\text{sis.lämpö}}, \text{ jossa} \quad (3)$$

$Q_{\text{lämmitys, tilat, netto}}$	rakennuksen tilojen lämmityksen nettoenergiantarve, kWh
$Q_{\text{joht}}$	rakenteiden läpi johtuva lämpöenergia, kWh
$Q_{\text{vuotoilma}}$	vuotoilman lämmityksen tarvitseva energia, kWh
$Q_{\text{sis.lämpö}}$	lämpökuormien lämpöenergia, joka hyödynnetään lämmityksessä, kWh.

Käyttöveden lämmityksen energiankulutus  $Q_{\text{lkv}}$  lasketaan kaavan (4) avulla.

$$Q_{\text{lkv}} = Q_{\text{lkv, netto}} + Q_{\text{lkv, häviöt}} - Q_{LP, \text{lkv}}, \text{ jossa} \quad (4)$$

$Q_{\text{lkv}}$	käyttöveden lämmityksen energiankulutus, kWh
$Q_{\text{lkv, netto}}$	käyttöveden lämmityksen tarvitsema lämpöenergia eli nettoenergiantarve, kWh
$Q_{\text{lkv, häviöt}}$	käyttöveden lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergia, kWh
$Q_{LP, \text{lkv}}$	poistoilmalämpöpumpun varaajaan siirtämä ja käyttöveden lämmityksessä höydynnettävä energia, kWh.

Käyttöveden lämmityksen energiakulutuksen laskemiseen on saatavana lisätietoa samasta ST – kortiston ohjeesta.

## 4 Pientalon sähkölämmitys

Suuri osa suomalaisista pientaloista lämpiää sähköllä. Lämmitysmuoto, jonka ensisijaisena energialähteenä on sähköenergia. Sähköenergia muutetaan lämmöksi vastuksissa. Sähköä on saatavilla lähes kaikkialla. Sähkölämmitysmuodot ovat suora sähkölämmitys, varaava sähkölämmitys ja osittain varaava sähkölämmitys.. Suorassa sähkölämmityksessä kohde lämmitetään heti, tarpeen tullen esimerkiksi termostaattiohjattuna sähköpatterin-, lattia- tai kattolämmityksessä. Varaavassa lämmityksessä pyritään ohjauksella hyödyntämään lämminvesivaraaja, varaava massa (esim. petoni), ja erityisesti sähkön hinnan eri tariffit. Massaan tai LVV:n varataan lämpöä halvan tariffin aikaan. Massa luovuttaa lämmön päivän mittaan, ja varataan edelleen yöaikaan. Osittain varaava järjestelmä on näiden sekoitus. Siinä hyödynnetään massan varauskykyä, mutta tarvittaessa lisänä käytetään suoraa sähkölämmitysjärjestelmää, kuten lämpöpumppua tai tulisijaa.

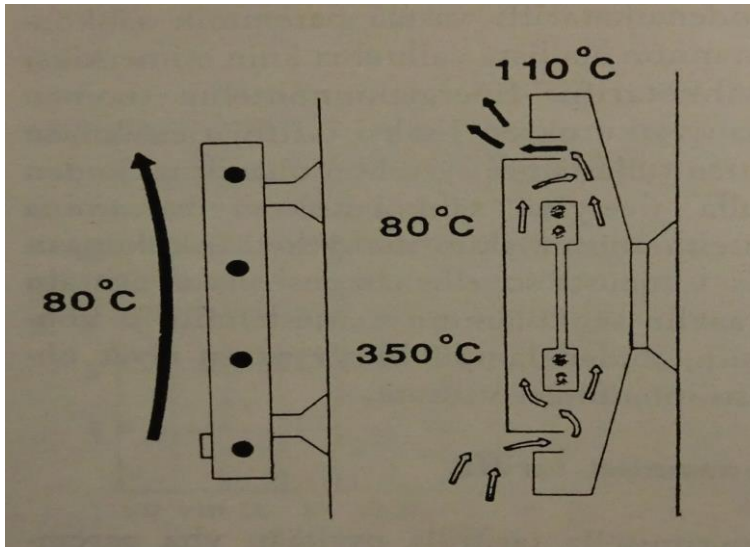
Sähkölämmitysjärjestelmän rinnalle voidaan asentaa tukilämmitysjärjestelmä, jolla pyritään saamaan ilmaisenergiaa. Tukilämmitysjärjestelminä voi olla esimerkiksi aurinkolämmitys, takka tai ilmalämpöpumppu. Sähkölämmitys on edelleen uusissa pientaloissa suosituin lämmitysmuoto. Selvästi yleisin on suora sähkölämmitys. Vuosien mittaan ilmalämpöpumppu on kasvattanut suosiotaan, puhumattakaan takasta. [2; 8; 9.]

### 4.1 Patterilämmitys

Lämpöpatterin hyötysuhde on todella hyvä, sillä se on lähes 100 % ja lämpö tuotetaan tilassa, jossa sitä tarvitaan. Patterit voidaan jakaa lämmönluovutustapansa mukaan kahteen osaan. Suljettu lämmitin ja virtauslämmitin. Nykyisissä asuintalojen pattereissa on hyödynnetty molempien ominaisuuksia ja päädytty yhdistelmälämmittimeen.

Suljettu lämmitin luovuttaa lämmön laitteen pinnalta (kuva 5) sekä säteilynä, että konvektiona ohi virtaavaan ilmaan. Lämmityselementit sijaitsevat suljetun rakenteen sisällä, täten ilma koskettaa vain lämmittimen pintaa. Elementtien sijoittelu on tehty niin, että lämmittimen pinta on tasalämpöinen. Koko on suoraan verrannollinen lämmittimen tehoon. Ainoa tapa pienentää pintalämpötilaa on suurentaa lämmittimen kokoa. Tästä johtuen suljetut lämmitimet ovat kooltaan melko suuria. Suljettu lämmitin soveltuu asennettavaksi kaikkiin tiloihin.

Virtauslämmittimen lämmönluovutus perustuu ilman virtaukseen lämmittimen läpi (kuva 5). Lämmönsiirto on pääasiassa konvektiona eli tehokasta, joten lämmitin saadaan saman tehoista suljettua lämmitintä pienemmäksi. Toisaalta korkean pintalämpötilan ansiosta virtauslämmitin soveltuu asennettavaksi kohteisiin, joiden lämmöntarve vaihtelee nopeasti tai ilman lämpötila halutaan nostaa nopeasti. Huoneilmastossa oleva pöly pääsee kosketukseen sisäosien kanssa, jossa se hajoaa. Hajonnut pöly huonontaa ilmanlaatua ja aiheuttaa erilaisia hengitystie- ja limakalvo-oireita.



Kuva 5. Suljettu lämmitin (vasen) ja virtauslämmitin (oikea) [10, s. 356.]

Yhdistelmälämmittimen sisällä on suljettu elementti, jossa lämmönluovutuspinnaa on lisätty rivoilla. Ilma virtaa lämmittimen läpi, jolloin lämpö siirtyy konvektiona. Lämpöä vapautuu myös säteilyä lämmittimen pinnalta.

Kuivausta varten valmistetut patterit poikkeavat kyseisistä. Ne ovat putkesta taivuteltuja ja sisällä menee sähkövastus. Voidaan peittää kokonaan ja ei palovaaraa eikä tarvitse termostaattia. [10, s. 356; 11, s. 163-166; 12; 13; 14, s. 7-8; 15.]

Patterit valitaan lämmitystarpeen mukaisesti. Valittu lämmitin ei saa olla 300 mm lyhyempi kuin ikkunan leveys. Korkeusmääräys on valmistajan ilmoittama. Asuintiloissa käytetään suljettua lämmitintä tai yhdistelmälämmitintä. Virtauslämmitin on pieni tehoonsa verrattuna. Korkean lämpötilan takia, suositus on tuulikaappi, kellari ja varasto. Virtauslämmittimessä voi olla puhallin, joka helpottaa lämmönluovutuksessa. Pitää ottaa huomioon olosuhteet ja on täytettävä tarvittavat vaatimukset. Vaatehuoneen nau-lakko tarvitsee peittämissuojatun lämmittimen. Suositeltavaa muuallakin, jos on mah-

dollinen vaara. Kylpy- ja suihkutilassa on yleensä lattialämmitys, mutta ei aina mahdollisuutta saneerauksen yhteydessä. Patteri voidaan asentaa metrin korkeuteen lattiasta ikkunan alle, jos ei ole saatavilla sopivaa sijoituspaikkaa lattiantuntumasta. Lämmitintä ei mielellään asenneta lauteiden alle. Kiukaasta etäisyys vähintään 0,5 m. Lämmittimen tulisi olla helposti puhdistettavissa.

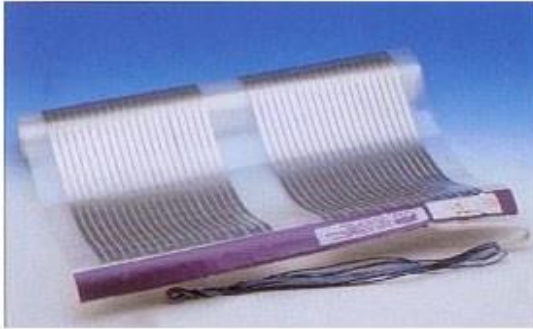
Lämmittimen mukana tulee yleensä seinäteline liitäntärasioineen. Asennusputken ulostulo paikka määrää lopullisen paikan. Ilman pitää päästä kiertämään vapaasti lämmittimen ympärillä. Valmistajan ohje antaa määräykset etäisyyksille ikkunalaudasta ja lattiasta. Yleensä 50-90 mm lattiasta ja ikkunasta 50-100 mm. Ei toista lämmitintä toisen yläpuolelle ellei tarkoitettu tällaiseen käyttöön. Kytke valmiiksi rasiassa, lämmittimet kiinnitetään vasta myöhemmin, jotta vältetään lämmittimen likaantumiselta ja vahingoittumiselta. [11, s. 163-166.]

## 4.2 Lämmityskelmut

Huonekohtainen sähkölämmitys on edullinen asentaa ja huoltaa. Yhtenä huonekohtaisen sähkölämmityksen vaihtoehtona on kattolämmitys. Sisäkattoon asennetuista lämmityskelmuista irtoaa lämpöä katon verhoilumateriaaliin, josta se luovuttaa lämmön huoneeseen lämpösäteilynä. Kattolämmitys on tasaisen miellyttävä, eikä synnytä ilmankiertoa huoneessa. Se on myös turvallinen, ei kosketeltavia osia. Kelmut ovat piilossa kattorakenteissa, joten sisustaminen on helpompaa. Kattolämmitys perustuu suoraan sähkölämmitykseen, eikä voi hyödyntää edullisen sähkön hintaa. Kattolämmityksellä ei voi lämmittää käyttövesivaraajaa.

Lämmitys perustuu säteilylämmitykseen. Katon sisäpinnan lämpötila nostetaan noin 30-35 °C. Lattialämmityksessä sisäpinnan lämpötila on huomattavasti alhaisempi eli 22-25 °C. Katto tai lattia luovuttavat lämmön säteilynä huoneeseen. Lämpösäteily lämmittää ihmisiä, tavaroita ja seiniä, jotka edelleen lämmittävät huoneilmaa. Kelmut pitävät myös pöydän alustat lämpimänä, joten ei tule kylmä jaloille. Lämmityskelmut muodostavat harmitonta infrapunasäteilyä eli vaikka toimii kuin auringon säteily, ei tuota haitallista UV-säteilyä.

Kelmu on yleensä lyijyn ja tinan seoksesta syntyvä vastusliuska (kuva 6). Seos on kuumahitsattu vesitiiviisti kahden muovikelmun väliin. Elementti muodostuu pitkästä edestakaisin kulkevasta vastusliuskasta, jonka päihin on laitettu kytkentäjohtot. Teho määräytyy elementin pituuden, leveyden ja suikaleiden vastuksen mukaan. Oikein valittu ja suunniteltu kelmu ei yllämpene, eikä ylitä rajana pidettyä +80 °C. Metallisuikale palaa poikki +150 °C, joten palovaaraa ei ole.



Kuva 6. Lämmityskelmu [16.]

Kelmun pintatehot vaihtelevat 100-200 w/m<sup>2</sup> välillä. Tyypillisimmät käytetyt neliötehot ovat 125 w/m<sup>2</sup> ja 150 w/m<sup>2</sup>. Asuintilat ovat yleensä 125 w/m<sup>2</sup>. Kelmuja valmistetaan eri pituisina 105–400 cm ja leveydet ovat 30–120 cm. Voidaan tehdä myös laminoimalla sähköä johtava grafiittikerros muovikelmujen väliin. Sähkö johdetaan grafiittiin pituussuuntaan kulkevien elektrodiliuskojen kautta. Elementti voidaan katkaista halutun mittaiseksi. Pintateho pysyy rakenteen mukaisena vakiona. Kattolämmitys voidaan asentaa kaikkiin tiloihin paitsi saunan löylyhuoneeseen. Voidaan käyttää kuivassa, kosteessa, märässä ja palovaarallisessa sekä peseytymistilassa. Elementtiä voidaan käyttää myös räjähdysvaarallisessa tilassa, mutta vain tarviketarastossa. Kattolämmitys sopii mainiosti jos halutaan, että pattereita ei ole näkyvillä tai halutaan esimerkiksi lattiamukavuutta lastenhuoneeseen. Kolminkertaiset ikkunat pitävät huolen, ettei ole ikkunave-to vaaraa. Täten ei tarvita lisäpattereita.

Kattokelmulla peitetään noin puolet katon pinta-alasta suunnitelman mukaan. Teho keskitetään ikkunoiden ja ulkoseinien lähelle alkaen 300 mm etäisyydestä ulkoseinistä. Tutustu valmistajan ohjeisiin. Seinään asennettu 2,3 m lattiasta, vinokatto 2,0 m lattiasta, kun vaakakaton ja vinokaton kulma on 45°. Kelmuja ei asenneta kalusteiden läheisyyteen, kuten hyllyt yms. Etäisyys kalusteeseen 300 mm. Asennuksen yhteydessä tulee jättää sähköjohtoille ja valaisimille jäähdytystilaa. Kelmu ja sitä syöttävät johtimet



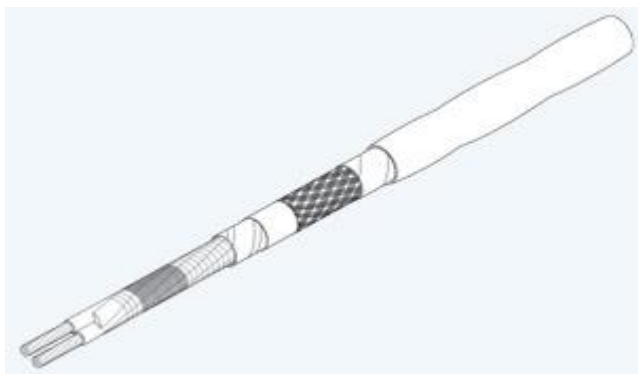
ei saa olla yhteydessä rakennuksen johtaviin osiin. Kattokelmuja ei tule asentaa, jos rakenteessa on johtava kalvo (esim. alumiinikalvo kosteussulkuna).

Lämmityskelmu voidaan asentaa eristävästä materiaalista tehdyn lattian alle, jos sen rakenne sopii tällaiseen asennukseen. Yhtenä kriteerinä on ilmatila kelmun ja lattian välillä. Toisena soveltavuustekijänä on pintateho  $60\text{--}120\text{ W/m}^2$  ja kelmun alapuolella olevan lattiarakenteen lämpöresistanssi. [12, s. 166-169.]

#### 4.3 Lämmityskaapelit

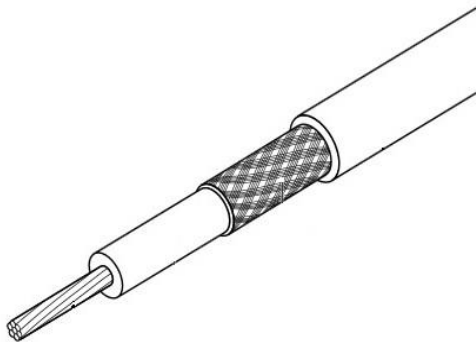
Lattialämmityskaapeli parantaa asumisviihtyvyyttä, mutta reagoi lämpötilan muutoksiin hitaammin kuin patterilämmitys. Lämmityskaapelit voidaan jakaa kolmeen kategoriaan. Kiinteämetritehoiset-, vakiovastus- ja itsesäätyvät lämmityskaapelit. Kussakin ratkaisussa on erilaisia teho- ja materiaalivaihtoehtoja.

Kiinteämetritehoinen lämmityskaapeli (kuva 7) muodostuu kahdesta eristetystä kuparijohtimesta, joiden ympärillä on spiraalimaisesti kiedottu vastuslanka. Metriteho muuttuu vakioksi, kun vastuslanka liitetään vuorotellen johtimiin. Liitäntäkohdat kaapelissa voidaan tuntea ohentumina. Kaapeli valitaan ja mitoitetaan  $10\text{--}30\text{ w/m}$  vaihtoehtoista ottaen huomioon käyttötarkoituksen ja ympäristöolosuhteet. Kaapelien risteilyä ei yleensä sallita, ja rakenne rajoittaa asennuspituutta. Minimi on yksi lämpenevä metri ja maksimi eri metritehoilla ( $120\text{ m}$ ;  $1\text{ w/m}$ ), ( $90\text{ m}$ ;  $20\text{ w/m}$ ), ( $75\text{ m}$ ;  $30\text{ w/m}$ ). Kiinteämetritehoinen kaapeli liitetään aina  $230\text{ V}$  jänniteverkkoon. Asennettaessa alkupäähän jätettävä n.  $80\text{ cm}$  ja loppupäähän n.  $20\text{ cm}$  kylmäosuus.



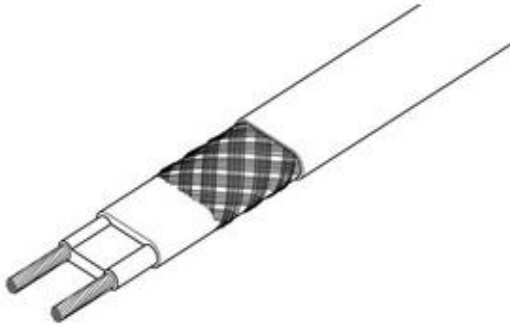
Kuva 7. Kiinteämetritehoinen lämmityskaapeli [17.]

Vakiovastuskaapelin (kuva 8) metrivastus (ohm/m) on vakio pituusyksikköä kohden, joten mitä pitempi kaapeli on, sitä pienempi on kokonaisteho ja metriteho. Toimintalämpötilaan vaikuttaa tehon lisäksi ympäristön lämpötila ja kaapelin mahdollisuudet luovuttaa lämpöä ympäristöön. Metrivastus valitaan kaapelin valmistajan ohjeiden ja tarvittavan tehon mukaan ottaen huomioon ympäristö- ja käyttöolot. Pituutta ei saa muuttaa ottamatta yhteyttä valmistajaan. Vakiovastuskaapelit eivät saa risteillä keskenään. Saadaan kytkeä 230 V tai 400 V järjestelmään. Yleisimmät kaapelit ovat 12–25 w/m.



Kuva 8. Vakiovastuslämpökaapeli [17.]

Itsesäätyvässä lämmityskaapelissa (kuva 9) on kahden tai kolmen johtimen välissä puolijohtava massa. Massan lämmitessä kaapelin ominaisvastus kasvaa ja lämpöteho laskee. Vastaavasti lämpötilan laskiessa resistanssi laskee ja lämpöteho kasvaa. Kaapeli pyrkii pitämään lämpötilansa vakiona huolimatta ympäristön lämpötilasta. Saman kaapelilenkin osat voivat olla erilaisissa ympäristöoloissa, jolloin muodostuu erilaisia metritehoja. Itsesäätyvät kaapelit saavat risteillä keskenään. Kaapeli valitaan ja mitoiteetaan lämmitettävän kohteen lämpöhäviöiden ja kaapelikohtaisten tehonkulutus tai lämpötilakäyrien perusteella. Kuormatehot vaihtelevat 5–50 w/m riippuen nimellistehosta ja ympäristöstä. Suurin sallittu pituus on kaapelikohtainen eli valmistajan ilmoittama. Itsesäätyvät kaapelit liitetään 230 V jännitteeseen, kuten kiinteämetritehoiset kaapelit. Suojaus säädetään alimman kytkentälämpötilan eli suurimman tehon mukaan. Mitoituksessa on hyvä muistaa, että kaapelin kylmäkäynnistys antaa suuren virtapiikin.



Kuva 9. Itsesäätyvä lämmityskaapeli [16.]

Lämmityskaapeleiden erilaiset vaippa- ja eristysmateriaalit määräävät suurilta osin käyttötarkoitukset. Lämmityskaapelimateriaaleissa tärkeitä ja kaapelin valinnassa huomioon otettavia ominaisuuksia ovat lämmönkestävyys, säänkestävyys, sitkeys ja vaippamateriaaleissa erilaisten kemikaalien ja öljyjen kestävyys, itsestäänsammuvuus ja mekaaninen lujuus. Kaapeleissa on yleensä suojamaadoitettava metallivaippa tai metallinen kosketussuoja sekä eristeaineinen korroosiota kestävä päällyys lukuun ottamatta suojajännitteellä syötettyjä kaapeleita. Nykyään on saatavilla metallivaipattomia 230 V jännitteellä syötettyjä kaapeleita, joiden suojuukselle on asetettu lisävaatimuksia. Tavallisten eristemateriaalien suositeltavat korkeimmat käyttölämpötilat ja tehot ovat : kumi ja muovit 60–100 °C; 20–30 w/m, fluorimuovit 200 °C; 60 w/m, mineraalieristeet 600 °C ; 300 w/m. Nykyään tehtaalla räätälöidään valmiiksi suurin osa lämmityskaapeleista. Tehtaalla on tehty valmis ”kylmä pää”, joka helpottaa asennusta ja nopeuttaa liittämistä kiinteään asennukseen sekä loppupää on valmiiksi päätetty. Valmistajat tarjoavat ratkaisuja kaikenlaisiin käyttökohteisiin. Yleisesti tehon valinta perustuu laskettuun lämmöntarpeeseen huoneenlämmityksessä.

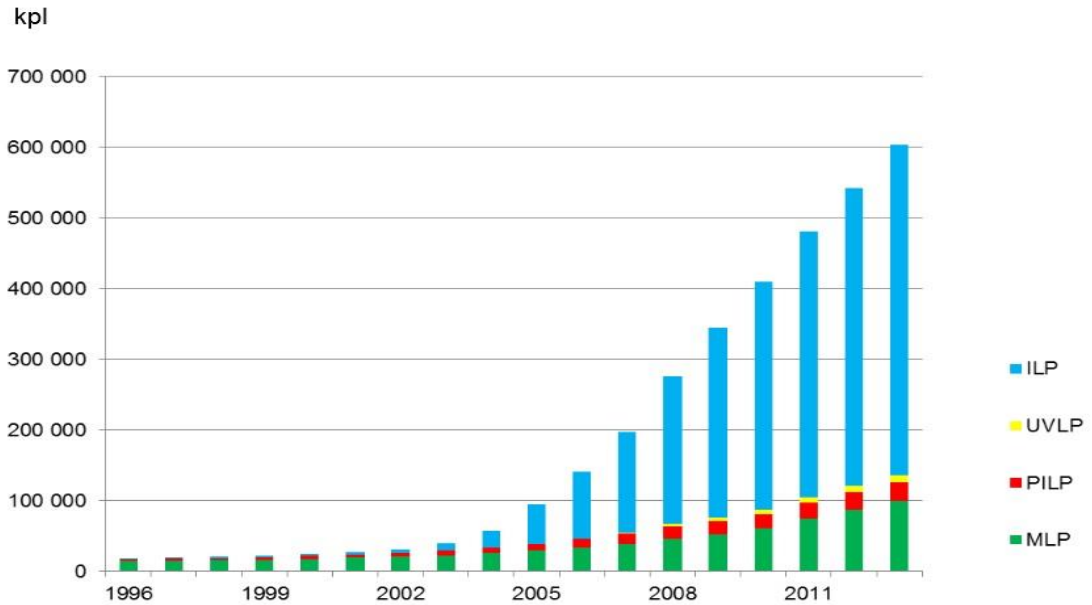
Lämmityskaapelin asennuksessa ja käytössä on noudatettava valmistajan laatimia ohjeita. Kaapeli on mitoitettava, sijoitettava ja asennettava siten, ettei lämpö vaurioita lähellä olevia materiaaleja. Lämpötila ei saa ylittää +80 °C palava-aineisessa rakenteessa. Asennus ei saa estää muiden laitteiden jäähtymistä. Lämmityskaapeleilla toteutettu lattialämmitys voidaan asentaa myös saneerauksen yhteydessä. Kaapelin elinkaari on pitkä ja viat johtuvat yleensä asennus- ja rakennusvirheistä. Kestävän asennuksen edellytyksenä on huolellinen lattian rakennus ja kaapelin asennus. Asennetaan poimutettuina lenkkeinä mahdollisimman tasaisesti koko käytössä olevalle lattiapintalalle. Kiinteiden kalusteiden alle ei saa laittaa. Ulkoseinän läheisyydessä on oltava yhdestä kolmeen lenkin osalta tihennetty asennusväli. Varo ettei kaapeli lämmitä asen-

nusputkea. Jos lattian betonivalu tehdään kahdessa osassa, ensimmäiseen valuun asennusputket ja kaapelit pintavaluun. Puhdista pinta ennen kaapelin kiinnittämistä. Kertavaluna putket asennetaan alimmaisiksi, kaapeli raudoitusverkon päälle. Lämmityskaapelin kiinnitys on suoritettava riittävän tiheästi n. 15–25 cm välein. Kaapeli ei saa valua verkon väliin. Liian harvaan asennettu kaapeli tarttuu työntekijän jalkineeseen ja kaapeli saattaa vaurioitua. Varo tekemästä silmukoita, sillä heikentynyt kohta pettää korkeassa lämpötilassa huomattavasti helpommin kuin kylmässä johdossa. Kaapelin pienin taivutussäde on 5 x kaapelin ulkohalkaisija. Vakiovastus- ja vakiotehokaapeli ei saa viedä lämpöä eristävien rakenne osien läpi. Älä ota käyttöön liian aikaisin. Hyvä peukalosääntö betonin kuivumiselle on 0,5–1 cm / viikko. [12, s. 170-175; 13]

#### 4.4 Ilmalämpöpumppu (ILP)

Ensimmäiset ilmalämpöpumppujen versiot kehitettiin ilmastointilaitteista, joiden toiminta käännettiin. Ilma-ilmalämpöpumppu on lisälämmityslaitte, mutta Ilma-vesilämpöpumppu ja poistoilmapumppu hoitavat koko lämmityksen tarpeen. Lämpöpumpulla saadaan ilmaista energiaa. Pieni investointi voi laskea puolella lämmityskustannuksia, yleensä n. 30–40 %.

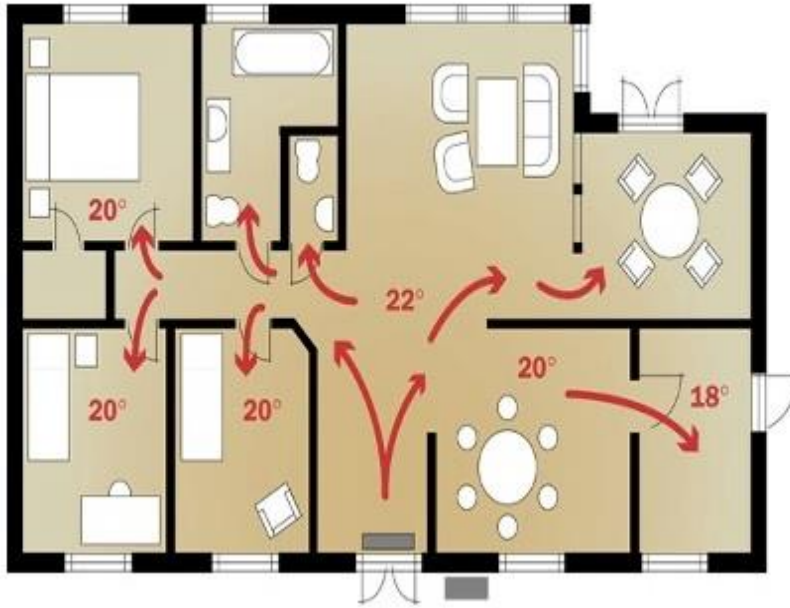
Ilmalämpöpumppu ei lämmitä vettä, joten se ei sovellu vesikiertoiseen lämmönjakojärjestelmään ja rinnalle on asennettava täystehomitoitettu päälämmitysjärjestelmä. ILP:n kysyntä on kasvanut rakentamisen alamäestä huolimatta ja ilmalämpöpumppujen määrä on ylittänyt jo 450 000 kappaletta (kuva 10). Kuvasta on helppo havaita, kuinka räjähdysmäisesti ILP:n myynti on kasvanut viimeisen 15 vuoden aikana. Kuluttajat ovat löytäneet tavan säästää rahaa. Suomalaiset käyttävät lämpöpumppujen hankintaan 400 miljoonaa € vuosittain. Sijoitus tuotto on n. 10 % vuodelta. (Nykyisillä korkokannoilla ja kasvavilla energian hinnoilla lämpöpumppuinvestointipäätöksen tekemättä jättäminen olosuhteissamme on käytännössä vain tiedon puutetta, toteaa SULPUn toiminnanjohtaja Jussi Hirvonen).



Kuva 10. Lämpöpumppujen kokonaismäärän kehitys. Ilmalämpöpumput (ILP), Ilma-vesilämpöpumput (UVLP), poistoilmalämpöpumput (PILP) ja maalämpöpumput (MLP) [18.]

Toimintaperiaate perustuu ulkoilman lämpöenergian hyödyntämiseen. Ilmalämpöpumpussa on kaksi lämmönvaihdinta, jotka on höyrystin ja lauhdutin. Höyrystimessä lämpö siirtyy ulkoilmasta kylmäaineeseen ja lauhduttimessa kylmäaineesta huoneilmaan. Ilmasta lämpö siirtyy kylmäaineeseen ja lämmittää sen noin 0 °C. Kun nestemäinen kylmäaine muuttuu höyryksi, siihen sitoutuu energiaa. Kompressori imee höyrystyneen kylmäaineen ja puristaa sen pienempään tilaan. Paineen kasvaessa lämpötila nousee noin 100 °C, ja kylmäaine johdetaan lauhduttimeen. Lauhduttimessa huoneilma jäähtyttää kylmäainehöyryä vapauttamalla lämpöä lämmitysverkostoon. Jäähdytymisen jälkeen saadaan nestemäistä kylmäainetta, joka johdetaan paineenalennusventtiiliin kautta takaisin höyrytimeen. Nestemäinen kylmäaine on tiputettu takaisin -10 °C.

Ilmalämpöpumpulla on mahdollista viilentää sisäilmaa kesällä, mutta kuluttaa nopeasti talven säästöt eli käytä vain tarpeessa. ILP ei sovellu ainoaksi lämmityslaitteeksi, sillä laitteen raja tulee vastaan lämpötilan laskiessa -15...-20 °C ja hyötysuhde laskee alle yhden ja laite on sammutettava. Paras hyöty laitteesta saadaan, jos talossa on suora sähkölämmitys, soveltuu myös muiden lämmitysjärjestelmien yhteydessä. Ihmeellistä, miten jokin näin pieni laite pystyy kierrättämään tehokkaasti ilman (kuva 11) ympäri taloa. Oikea ilmalämpöpumpun sijoittaminen on todella tärkeää, jotta saadaan toimiva ja tasaisesti lämpöä luovuttava järjestelmä.



Kuva 11. Ilmalämpöpumpun lämmön leviäminen huoneistossa [19.]

Energiatohokkuuden tärkeys kasvaa ostopäätöksen yhteydessä. Kahtena pääkriteerinä ovat oikeateho ja asennuspaikka sekä talvella on erityisvaatimuksia. CoP (Coefficient of Performance) kuvaa ilmalämpöpumpun energiatohokkuutta osateholla. Parhaissa malleissa CoP on 5, jolloin 1 kW tuottaa 5 kW lämmitysenergiaa. Normaaleissa käyttöoloissa CoP on 2–2,5. Kylmällä ilmalla pumppu toimii isommalla teholla ja CoP laskee. Pohjoismaissa ilmalämpöpumput ovat testattu luotettavasti -20...0 °C osa- ja täysteholla. Jäähdytys käytössä energiatohokkuutta ilmoittaa EER (Energy Efficiency Ratio).

Sisäyksikön oikea sijoitus mahdollistaa parhaan hyötysuhteen. Ilmalämpöpumppu kannattaa sijoittaa esim. eteisaulaan ulko-oven yläpuolelle tai olohuoneen terassin oven yläpuolelle. Tärkeintä on jättää tilaa ILP:n eteen ja alle, jotta ilma pääsee liikkumaan ja lämpö jakautuu paremmin huoneistoihin (kuva 11). Jokaiseen kerrokseen on hyvä asentaa oma ilmalämpöpumppu. Lämmin ilma ei saa törmätä mihinkään muutaman metrin etäisyydellä tai ilmavirtaus nostaa lämpimän ilman ennenaikaisesti katon rajaan. Jäähdytyskäytössä ilmalämpöpumppu synnyttää jopa 1,5 l / tunti kondenssivettä, joten oltava viemäritävissä kaadolla seinänläpiviennin kautta ulos tai viemäriin. Takan läheisyydessä ILP sijoitetaan siten, että ilma virtaa laittaa myös takanlämmön liikkeelle tehokkaasti ja levittää sen tasaisesti. Keittiön suodattimet tukkeutuvat nopeasti rasvaisessa ympäristössä, mikä alentaa tehoa ja käyttöikä.

Ulkoyksikön sijoituksessa ilmansuunnalla ei ole merkitystä energiataloudelle, mutta kesällä mielellään varjossa. Suljettu tila laskee pumpun hyötysuhdetta ja voi tulla ongelmia kosteuden, huurteen ja jään kanssa. Asennetaan yleensä 50–100 cm korkeudelle, sillä liian korkea sijoitus voi roiskia kondenssivettä seinille. Lämmityskäytössä kostealla ja viileällä säällä kondenssivettä saattaa muodostua jopa 10–20 l vuorokaudessa eli ei kannata sijoittaa parvekkeelle.

Lämmityskäytössä ILP on tukimuoto patteri-, lattia- ja kattolämmitysjärjestelmille. Varsinainen järjestelmä asetetaan 2–4 °C matalammalle (esim. patteritermostaatti 17-19 °C ja lämpöpumppu 21 °C). Väliovet tulisi pitää auki, jotta ilmalämpöpumpun synnyttämä ilmainen energia pääsee vapaasti kiertämään talossa. Automatiikkaa ei kannata pitää päälle, ettei karkaa jäähdyttämään kun takka lämmittää. Anna olla päällä koko ajan ilman ajastinta. Lämpötilan laskiessa alle 5 °C ulkoyksikön patteriin kertyy huurretta ja sulatustoiminto toimii automaattisesti kerran tunnissa. Kytke pumppu pois, jos lämpötila laskee alle -15 °C pidemmäksi aikaan.

Jäähdytyskäyttö on todellisen tarpeen mukaan. Talon ollessa tyhjänä kytke ILP pois päältä. Auringon säteily tulisi estää mahdollisimman hyvin, jotta jäähdytys on tehokkaampaa. Katon ja lattian rakenteiden lämmitessä jäähdytys kestää kauemmin. Toisin kuin lämmityskäytössä, kun jäähdytetään ikkunat ja ovet sekä muut luukut on pidettävä kiinni, jotta jäähdytetty ilma ei karkaa ulos. Sisälämpötilan laskiessa alle 23–24 °C kesällä voi aiheuttaa vilustumisen. Parin asteen viilennys riittää tekemään sisäilmaston miellyttäväksi, koska huoneilmasta poistuu samalla kosteutta. 150 neliön pientalo kuluttaa noin 200–300 kWh vuodessa jäähdytykseen. [18; 19; 20; 21; 22.]

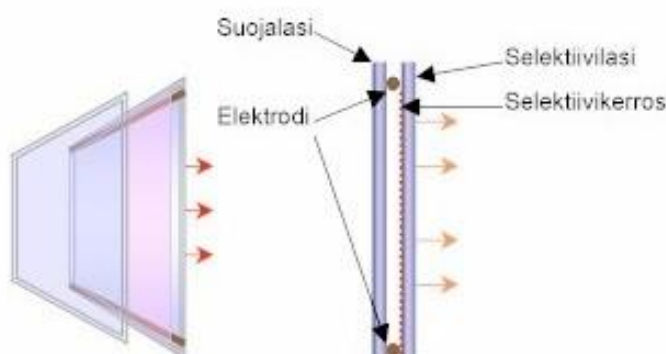
#### 4.5 Ikkunalämmitys

Markkinoilla on tarjolla laaja valikoima erilaisia ikkunoita pientaloihin. Ensimmäiset ikkunat Suomessa olivat yksilasisia. Yksilasisista siirryttiin kaksilasisiin, joita käytettiin 1970-luvulle saakka. Nykyaikana ihmisillä on 3- ja 4-lasisia ikkunoita asunnoissaan.

Kehityksen edetessä, tarjolle on ilmaantunut ilmaa paremmin eristäviä kaasutäytteisiä lämpö- ja selektiivilaseja. Kyseisten lasien energiatehokkuus on kasvanut kehitystään vuodesta toiseen. Parhaimmissa energiatehokkaissa laseissa tarvitaan jo huurteenestopinnoitteita.

Ikkunalla on olennainen merkitys ihmisen viihtyvyydelle. Talvet ovat pimeitä ja pitkiä Suomessa, ihmisen aivot kaipaavat luonnonvaloa päivittäin. Puhumattakaan luonnonvalon tuomasta lämpösäteilystä, joka pienentää lämmitysenergian kulutusta talossa. Tavallisten ikkunoiden kautta pääsee ulos jopa 15–20 % lämmitysenergiasta. Oikealla ikkunan valinnalla voidaan perinteisen kolmilasisen ikkunan lämpöhäviöitä pienentää 25–50 %. Oleellista on myös ikkunoiden tiivistys, joka vähentää ilmavuotoa ja vedon tunnetta. Hyvällä tiivistyksellä lämmitysenergian kulutusta voidaan pienentää jopa 15%. Tiivistäminen on todella edullista verrattuna uuden keskikokoisen pientalon ikkunan hankkimiseen.

Sähkölämmitteiset ikkunat ovat uusinta sähkölämmitystekniikkaa ja ne perustuvat ratkaisuihin, joissa lämmönlähteenä on pinnoitettu selektiivilasi. Lasin pintakerros (kuva 12) toimii lämpiävänä vastuksena, lasin pintaan on valmistusvaiheen korkeassa lämpötilassa sijoitettu sähkövastuksen kaltaisesti toimiva neljän mikrometrin vahvuinen täysin läpinäkyvä puolijohdekerros. Jäähdytyksen ansiosta pintakerros kiinnittyy lasimassaan erottamattomaksi osaksi.



Kuva 12. Sähkölasin rakenne [15.]

Lasien vastakkaisille reunoille on asennettu virtajohteet. Jännitteisenä pinnoitekerroksen läpi kulkee sähkövirta ja ikkunalasista on saatu lämmönlähde. Sähkölasielementin valmistus eroaa melko vähän eristyslaselementin valmistuksesta. Perusrakenne on sama, kaksi tai useampia laseja on liitetty yhteen välilistan avulla. Saumaus ja tiivistys on suoritettu kaasuja ja kosteutta läpäisemättömillä liima-aineilla.



Välitilat on yleensä täytetty argon kaasulla, sillä Argon johtaa huonosti lämpöä. Argon kaasun ansiosta lämpö pysyy paremmin omakotitalon sisällä.

Johtava pinnoite on suojattu välitilan puolella, jotta vältetään kosketusvaaralta. Sähkölasin molemmat lasit ovat karkaistua turvalasia, joka on lujempaa kuin normaali lasi. Karkaistu lasi kestää kuorman aiheuttamia rasituksia 2,5–5,0 kertaa enemmän kuin tavallinen lasi. Karkaistun lasin hajotessa, se pirstoutuu pieniksi pyöreäreunaisiksi palasiksi. Täten pinnoite rikkoutuu ja virta katkeaa. Elektrodit ovat elementin kytkentätilassa, joten niihin ei pääse koskemaan rikkoutumistilanteen yhteydessä.

Lasipinnat ovat aina kylminä ongelmallisia. Ongelmia on aikaisemmin poistettu sijoittamalla lämmönlähteet ikkunoiden alle. Lämmitettävät ikkunalasit on sijoitettu juuri siihen kohtaan, jossa pintojen ongelmat ovat syntyneet. Käytäntö on osoittanut 25 °C lämpötilan olevan riittävän korkea aikaan saamaan tarvittavat parannukset. Korkeammat lämpötilat koetaan ikkunoiden vaikutusalueella tarpeettomaksi.

Lämmitettävän lasin mitoitusaste voidaan jakaa kolmeen osaan ja se riippuu käyttötarkoituksesta. Pientalossa yleisin on lämmitys- ja mukavuuskäyttö, jossa tehoalue on 50–100 W/m<sup>2</sup> ja ikkunan sisäpinta + 15–25 °C. Huonetilan lämmityskäytössä pintateho on 100–300 W/m<sup>2</sup> ja ikkunan sisäpinta + 20–40°C. Kolmantena on erityiskäytöt, kuten jään ja lumen sulatus. Pintatehona on tällöin 150-400 W/m<sup>2</sup> ja lämpötila riippuu kohteesta. Yksittäistä lämmitettävää ikkunaa tai lasielementtiä ei voi yleensä kytkeä suoraan verkkojännitteeseen lasin pienen resistanssin takia. Hyvänä sääntönä on muistaa, jos yhteenlaskettu pituus tai korkeus on yli 3m, voidaan lasit kytkeä sarjaan eikä muuntajia tarvita.

Ikkunalämmitys sopii lähes kaikkiin vakiomallisiin ikkunoihin ja kehysmateriaaleihin, mutta ikkunalämmitystä ei suositella ensisijaiseksi ja ainoaksi lämmönlähteeksi, vaan lämmitystä täydennetään lattia-, katti- tai sähköpatterilämmityksillä. [14, s. 106-113; 15; 23; 24; 25.]

#### 4.6 Lämminvesivaraaja (LVV)

Lämminvesivaraajat voidaan jakaa kolmeen kategoriaan: avoimet varaajat, virtauslämmittimet ja painevaraajat. Avoimessa varaajassa säiliö ei joudu kestävänsä vesijohtoverkon painetta, vaan vesi valutetaan tai poistetaan pumpulla säiliöstä. Kohteina pienet yhden vesipisteen tarpeet tai suuret kohteet, joissa ei lämpötilaa nosteta paljoa (esim. kasvihuoneiden kasteluvesisäiliöt). Virtauslämmittimen tilavuus on pieni, vettä lämmitetään tarpeen mukaan. Käyttöhuiput suuria ja suuret sähkötehot. Suihkua otettaessa kulutus kasvaa yli kymmeneen kilowattiin. Virtauslämmittintä käytetään yleensä vain suurten varaajien lataamiseen. Painevaraajat ovat huonekohtaista sähkölämmitystä käytettäessä yleisimpiä niin asunnoissa kuin muuallakin.

Varaajat lämmitetään yleensä halvemman tariffin aikana yö – sähköllä ja tarvittaessa suuren kulutuksen aikana päivällä. Yleensä voidaan varaaja mitoittaa karkeasti kulutuksen mukaan: tilavuusarvo 50 l / henkilö, tehon tarve 1,0 – 1,5 kW / 100 l ja nyrkisääntönä (1 kW lämmittää tunnissa 10 l vettä vesijohtolämpöisestä +5 °C varaajalämpötilaan +80 °C).

Suunnittelun lähtökohtana voidaan pitää seuraavaa:

”Omakotitalo, rivitalo ja kerrostaloasunto (yli 2 h + k)”

-varaajan koko 300 l ja sähköteho 3–4,5 kW, jatkuvalämmitteisen varaajan ohje koko on 150–200 l ja sähköteho sama 3–4,5kW.

”Kerrostaloasunto (2 h + k tai pienempi)”

-varaajan koko 150 l ja sähköteho 2 kW, saunallisissa asunnoissa 300 l.

Huipputarpeiden takia varaajassa on termostaattiohjaus, joka kytkee sähkön päälle tarvittaessa päivällä, tai vastaava kytkin. Jos päädytään hankkimaan vaakamallinen varaaja, tulee sen tilavuuden olla 30 % suurempi. Lisäksi on varmistettava, että varaaja on rakenteeltaan sopiva kyseiseen käyttöön. Varaaja sijoitetaan mahdollisimman lähelle tärkeimpiä käyttökohteita putkihäviöiden takia (esim. vähäisempi kohde, kuten WC on yli 8 m päässä, kannattaa asentaa oma pienempi 30 l varaaja sinne). Perhesaunan erillisen varaajan koko on yökäyttöisenä 150–200 l / 2kW. Varaajasta ei tulisi ottaa edellä mainitulla mitoituksella muuta kuin lämmin käyttövesi. Pyyhkeet kuivataan erillisillä lämmittimillä. Jos käyttövesi halutaan pitää jatkuvasti lämpimänä, käytetään veden kierrätyksen sijasta putken saattolämmitystä lämmityskaapeleilla.

Korkeammalla varaajan lämpötilalla saadaan pidemmäksi aikaan lämmintä vettä hanoihin. Jos lämmin vesi riittää, voidaan lämpötila laskea 60 °C lämpötilaan. Lämpötila on paras, kun lämmintä vettä riittää juuri ja juuri omiin tarpeisiin. Jos kaverit tulevat kylään, on hyvä nostaa lämpötilaa väliaikaiseksi. Varaajan lämpötila tulisi olla ajoittain +55 °C, jotta haitallisia legionella-bakteereita ei pääse syntymään lämpimään käyttöveeseen. Bakteri ei lisäännä lämpötilan ollessa yli +50 °C, ja yli +60 °C bakteri kuolee parissa minuutissa. [1; 11, s. 175-175; 26; 27.]

#### 4.7 Puulämmitys täydentävänä lämmitysmuotona

Takka on oiva ratkaisu sähkölämmityksen rinnalle, sillä puu on kotimaista uusiutuvaa energiaa ja sähköenergia on kallista. Puu ei aiheuta ilmastonmuutosta ja se sitoo kasvaessaan saman määrän hiilidioksidia, kuin palaessa kuluttaa. Hyvin eristetyssä talossa on 100 vuorokautta vuodessa, jolloin ei tarvita lämmitystä ollenkaan. Puolet lämmitystehosta tarvitaan 240 päivänä. Kahtena viikkoa vaaditaan yli puolet ja yksi viikko tarvitaan huipputehoa. Varaava takka luovuttaa lämmön huonetiloihin tasaisesti ja pitkään. Hyötysuhde on noin 80-85 %. Kylmänä päivänä on hyvä polttaa pari uunillista puhtaasti ja tehokkaasti 1,5 – 2 tunnin ajan. Sopivan kokoisesta tulisijasta saadaan yli kolmasosa koko pientalon lämmitystarpeesta. Parhaat tulokset saadaan massiivisesta, varaavasta takasta. Lämpö siirtyy huonetiloihin pienellä teholla pitkän ajan kuluessa.

Tulisijassa poltetaan ainoastaan kuivaa ja puhdasta puuta. Märkä, maalattu tai kyllästetty puu aiheuttaa päästöjä. Tuore puu sisältää 50 % vettä. Poltettavat puut kuivataan auringossa. Puu pinon alle laitetaan aluspuut ja on muistettava jättää tilaa ilmavirralle pinojen väliin. Poltettava puu sisältää 20 % vettä. Kannattaa tuoda parin päivän tarpeet sisälle samalla kertaa, täten puut kuivuvat nopeammin. Lämpöarvo kertaa tehokkuudesta, koivu on tihein ja paras arvo. Pinokuutiometri kuivaa koivupilkettä vastaa 170 litraa kevyttä polttoöljyä.

Uuneihin ja takkoihin sopivat 20 – 33 cm pilkkeet, mutta ensimmäinen pesä poltetaan 8 – 10 cm pilkkeitä käyttäen. Sytyttäessä vapaata tilaa jätetään kolmasosa korkeudesta. Sytytetään päältä, tällöin helposti kaasuuntuvat yhdisteet palavat ja luovuttavat lämmön, eivätkä haihdu ilmaan. Sytyttämisen ajaksi kannattaa sulkea koneellinen ilmanvaihto tai liesituuletin ja avata ikkunat. Alipaino huonontaa vetoa. Palaminen on hallittua, kun on saavutettu tarpeeksi korkea palamislämpötila ja tulisijan ilmavirtaus on so-

piva. Puhtaasta palamisesta syntyy vähemmän haitallisia päästöjä ja ne ovat ainoastaan murto-osa huonosti poltetun puun päästöistä. [11; 23; 28; 29.]

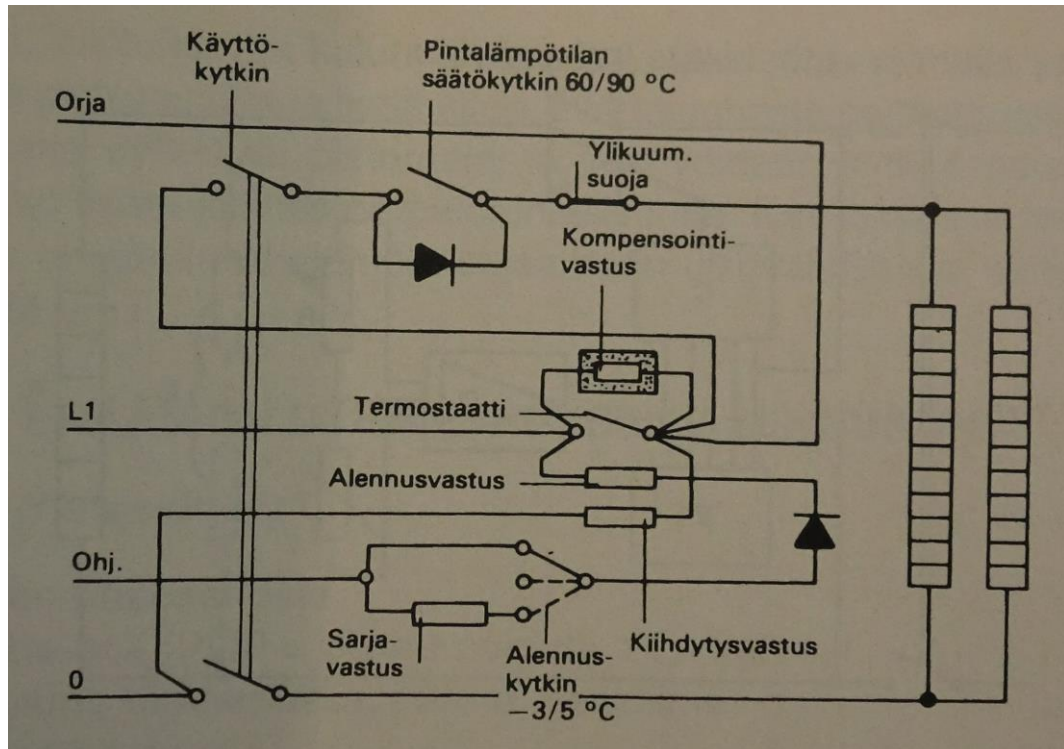
## 5 Sähkölämmityksen ohjaus ja säätö

Yleisesti sitä suuretta mitataan, mitä säädetään. Lämmitysjärjestelmän säätö ja ohjaus on taloudellisesti järkevää. Säätolaitteet tulee sijoittaa oikeisiin paikkoihin ja oikealla tavalla. Näin säästetään energiaa. Lämmitetään taloa kun lämpöä tarvitaan, muuten ylläpidetään peruslämmitystä. Ohjaus- ja säätolaitteisiin investointi maksaa itsensä takaisin melko nopeasti. Nykyään käytetään elektronisia termostaatteja ja lyhytjaksoisia mekaanisia termostaatteja sekä ohjausjärjestelmien yhteydessä anturitekniikkaa. Patterilämmityksen yhteydessä termostaatti sijoitetaan lämmittimiin, mutta keskitetty ohjausjärjestelmä voidaan sijoittaa myös muualle huoneeseen. [14, s. 140-144; 15.]

### 5.1 Säättö- ja ohjauslaitteet

#### 5.1.1 Mekaaninen termostaatti

Mekaaninen termostaatti perustuu kapillaari-ilmiön tai kaksoismetallijousen toimintaan. Pitkä toimintajakso ja huono säätävyys sekä korkeat pintalämpötilat ovat laskeneet mekaanisen termostaatin suosiota markkinoilla. Sijoitus lämmittimeen siten, että termostaatti seuraa mahdollisimman hyvin huoneen lämpötilaa riippumatta lämmittimestä. Termostaatti on erotettu tai sijoitettu mahdollisimman alas vastuksista, jotta vastusten lämpösäteily ei häiritse termostaatin toimintaa. Termostaatin tehtävänä on seurata huoneenlämpötilaa ensisijaisesti, joten huoneen ilmavirran tulee kiertää sen kautta. Termostaatissa käytetään kompensointivastusta (kuva 13) korjaamaan säätöpisteen siirtymistä erilaisilla lämmöntarpeilla. Kuvan termostaatti on varustettu kahdella eri lämpötilan pudotuksella ja pintalämpötilan säätökytkimellä. [14, 140-141]

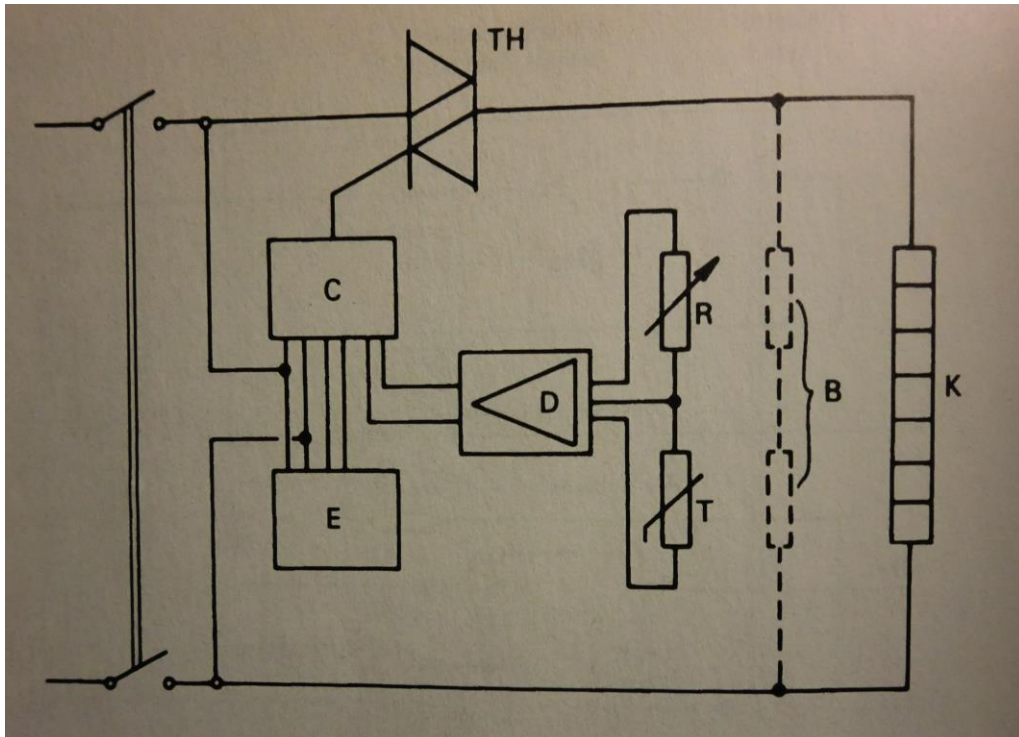


Kuva 13. Mekaaninen termostaatin toimintaperiaate [14, s. 141.]

### 5.1.2 Elektroninen termostaatti

Mekaaninen termostaatti reagoi hitaasti lämpötilan muutoksiin, joten vuosien mittaan elektronisen termostaatin suosio on jatkanut kasvuaan huolimatta kalliimmasta hinnasta nopeutensa ja äänettömyytensä ansiosta. Elektroninen termostaatti antaa tasaista lämpöä ilman huojuntaa ja tämän ansiosta voidaan laskea sisälämpötilaa 1–3 astetta lämpömukavuuden kärsimättä. Pientalossa yhden asteen pudotus säästää noin 5 % lämmitysenergiassa ja elektronisella termostaatilla lämmityskohteen pintalämpö on tasaisempi ja ei pääse kohoamaan vaarallisen korkeaksi. Elektroninen termostaatti kuluttaa 20 % vähemmän energiaa kuin vastaavat lämmittimet, joissa on bi-metallitermostaatti, sillä mekaanisessa termostaatissa voi olla kuuden asteen hystereesi eli lämpötilaero. (esim. 800 W bi-metalli lämmitin saattaa tarvita 40 min lämmitysaikaa saavuttaakseen asetellun arvon. Tämän jälkeen termostaatti voi olla pois päältä jopa 20 min. Huoneen lämmitykseen kuluu enemmän aikaa, lämpöä vuotaa ulos seinien ja ikkunoiden kautta).

Elektronisen termostaatin toiminta perustuu siihen, että tuntoelimenä käytetään termistoria T (kuva 14). Sen lämpötilasta johtuvaa virtaa ja säätövastuksen R aseteltua arvoa vertaamalla saadaan vahvistimen D kautta lämpötilatieto. Signaali johdetaan aikapiiristä E tulevan jännitteen kanssa triacin sytytyspiiriin C. Sytytyspiiri kytkee triacin kautta lämmittimen päälle tai pois.



Kuva 14. Elektronisen termostaatin toimintaperiaate [14, s. 142.]

Kytkeytyminen ohjataan jännitteen 0–kohtaan häiriöiden välttämiseksi. Elektroninen termostaatti varustetaan kompensointivastuksella estämään säätöpiiriin siirtymistä, mikä kruunaa toiminnan ja termostaatti ei naksu. [7; 14, s.141-143 ; 15.]

### 5.1.3 Säätökeskukset

Termostaatteja on mahdollisuus säätää erilaisilla säätökeskuksilla. Tieto tuodaan säätökeskukselle termostaateilta tai lämpötila-antureilta. Keskus ohjaa lämmitykseen menevää tehoa triacin avulla, täten säätö saadaan tarkemmaksi. Säätökeskuksen avulla voidaan rajoittaa päävarokkeen kokoa sijoittamalla pääkeskukseen virtamuuntajat tarkkailemaan kiinteistön vaihevirtaa. Lämmitysvirran lähestyessä päävarokkeen virtaa ohjausjärjestelmä pienentää lämmittimiin menevää jännitettä. Tästä johtuen lämmitys-

teho laskee ja lämmittimet jatkavat toimintaansa pienemmällä teholla, joka estää ettei huonelämpötila laske epämiellyttävälle tasolle. Nykyään ohjauskeskukset tarjoavat vaikka mitä lisätoimintoja murtohälytyksistä kosteusvahteihin ja voidaan ohjata tarvittaessa liettä sekä pistorasioita. Perheen mennessä ulos isäntä voi kytkeä pistorasiat pois päältä. Keskuksessa on myös kellon ohjaamia relelähtöjä ulkovalaistukseen ja autopaikan lämmitystolppaan yms. [14, s. 142-143.]

## 5.2 Lämmitystapojen säätö

Patterilämmitystä voidaan säätää kiinteästi asennetuilla tai pistokytkin asennetuilla termostaateilla. Säätokeksusta käytettäessä patterilämmityksen ohjaukseen lämmittimiin asennetaan huonekohtaiset lämpötila-anturit tai termostaatit. Valmistajat suosittelevat lämmityspattereihin elektronisia tai äänettämiä mekaanisia termostaatteja, mutta moni valmistaja on luopunut mekaanisista termostaateista niiden hitauden takia. Markkinoilla on myös tarjolla ohjelmoitavia malleja. Elektroniset termostaatit paukkuvat välillä ukonilman takia, termostaatteja ei kuitenkaan ole tarkoitettu irrotettavaksi ukonilman ajaksi ja ongelma voidaan korjata helposti ylijännitesuojalla. Samaan huoneeseen ei tulisi asentaa kahta termostaattia, etteivät ikkunat huurru (esim. lämmitin A on päällä ja lämmitin B on kylmä, sillä lämmittimen A luovuttava lämpö ”huijaa” lämmittimen B termostaattia). Termostaatti asennetaan sopivaan lämmittimeen huoneessa ja muut lämmittimet kytketään orja-tilaan. Termostaatti kestää yleensä 10-16 A, joten ryhmittely pitää tehdä sen mukaan. Tarvittaessa voidaan käyttää apuna kontaktoria tai apurelettä. Termostaattia ei tulisi asentaa tuuletusikkunan alle vaan neutraaliin paikkaan, jotta vältetään turhalta lämmityskustannukselta. Ovien avaaminen, auringon säteily ja lämpökoneet eivät saa vaikuttaa termostaatin säätöön. Hyvänä paikkana voidaan pitää esim. sisäseinämää noin 1,7 m korkeudella lattiasta, jossa lämpötila ei vaihtelee liikaa. [11, s. 165; 12.]

Lämmityskelmujen termostaatti asennetaan yleensä huoneen oven läheisyyteen. Kelluilla asennettu katto ja lattialämmitys säädetään huonetermostaatilla tai liittämälle kyseinen järjestelmä yhteiseen säätokeksukseen. Elektronisilla termostaateilla saadaan tasainen lämmitys, mutta mekaaniset termostaatit tarvitsevat lämmittimen sarjantai rinnankytkentöjä hyvän tuloksen aikaan saamiseksi. Säätokeksuksen avulla saadaan parhaat ja energiatehokkaimmat sisälämpötilan muutokset aikaiseksi. [11, s. 169.]

Lämmityskaapeleilla asennetun lattialämmityksen säätäminen ei ole yhtä helppoa kuin pattereilla tai kelmuilla, sillä suuri betonilaatta reagoi säätöihin hitaammin. Suoralla sähkölämmityksellä voidaan säätää ennakoivalla huonetermostaatilla. Kosteissa tiloissa lämmitystä ohjataan lattiatermostaatilla ja lattia-anturi on putkessa kaapelilenkin välissä. Huonekohtaisessa säädössä termostaatin säätöelin asennetaan noin 1,4 m korkeuteen lattiasta. Varaavassa lämmityksessä painotetaan yöenergian osuutta. Lattialämmitystä on pystyttävä säätää lämmitystarpeen mukaan, jotta vältytään yllämmittämiseltä. Säätokeksuksen avulla voidaan asentaa ulkolämpötila-anturi, lattia-anturi ja tarvittaessa ohjelmoitava keskusyksikkö kytkee lattialämmityksen päälle ennakoivasti. Yksiköt ovat heikkovirtalaitteita eli johdotuksetkin sen mukaan. Erotta eri jännitteiset piirit toisistaan. [11, s. 173 – 175.]

Ikkunalämmityksen ohjaukseen voidaan käyttää kaikkia normaalissa sähkölämmitysjärjestelmässä käytettäviä ohjaus- ja säätölaitteita. Suurella mitoitusteholla yli  $150 \text{ w/m}^2$  yksittäinen tai elementtiryhmän eniten kuormitettu elementti on varustettava aina ikkunan pintalämpötilaa tarkkailevalla ylikuumenemissuojalla. Termostaatin anturi asennetaan ikkunan ylälaitaan tai nurkkaan. On muistettava, että ikkunan reuna on viileämpi kuin keskusta. Suurissa ikkunaryhmissä voidaan käyttää relettä tai kontaktoria jos ylikuumenemissuoja on asennettu. Viihtyvyyden käytössä pyritään pitämään ikkunan lämpötila vakiona pintaan kiinnitetyllä lattia-anturilla ja annetaan muun lämmitysjärjestelmän hoitaa loppulämmitys. Kohtuullisen pienillä mitoituksilla, kuten  $150 \text{ w/m}^2$  käytetään lämpötilan mittaamiseen huonetermostaattia. Pienillä tehoilla ei tarvita rajoitusta, sillä ikkunan lämpötila ei nouse epämiellyttävän kuumaksi. Huonona puoleena on, että huonetermostaatti vaihtelee enemmän kuin lattia-anturi ikkunan pinnalla. Isolla mitoitusteholla n.  $300 \text{ w/m}^2$  voidaan käyttää yhdistelmätermostaattia, jotta ikkunan lämpötila ei nouse liikaa. Yhdistelmätermostaatissa lattia-anturi toimii ikkunassa ylikuumenemissuojana ja esim. katkaisee ikkunalämmityksen lämpötilan noustessa  $+ 30 \text{ °C}$  samalla kun huonetermostaatti huolehtii varsinaisen lämmityksen säätämisestä. Ikkunalämmitystä voidaan ohjata myös ulkolämpötilan mukaan (esim. lämmitys menee päälle ulkolämpötilan laskiessa alle  $+7 \text{ °C}$ ) tai läsnäolotunnistimen avulla käytettäessä keskitettyä säätöjärjestelmää. Muuntajaa käytettäessä on ylikuumenemissuoja ja ohjaustermostaatti aina kytkettävä ensiöpuolelle. Täysiohjatut triac-lähtöiset säätimet eivät yleensä sovellu kontaktorien ja muuntajien ohjaukseen. [14, s. 115-117; 15.]



## 6 Huonekohtainen sähkölämmitys

Nykyaikainen sähkölämmitysjärjestelmä on huonekohtaisesti säädettävä joko suora sähkölämmitys tai varaava sähkölämmitys. Huonekohtaisessa sähkölämmityksessä ei ole vesikiertoista lämmönjakoverkkoa. Lämmin käyttövesi lämmitetään yleensä erillisessä 300–500 litran käyttövesivaraajassa, jossa on 3kW:n sähkövastus. Lämmönjakotapoja ovat patteri-, katto-, lattia- ja ikkunälämmitys. Huonekohtaisessa järjestelmässä lämmittimiä ohjataan laitekohtaisilla termostaateilla ja lämpö tuotetaan huonetilassa olevassa lämmityslaitteen sähkövastuksessa. Yritykset tarjoavat erilaisia keskitettyjä säätöjärjestelmiä, joilla voidaan lämpötilat säätää yksilöllisesti. Huonekohtaisen sähkölämmitysjärjestelmän hyvänä puolena on yksinkertainen asennus ja käyttö sekä hankintahinta on edullisin kaikista lämmitysjärjestelmistä. Monipuolisen säädön ansiosta lämpö tuotetaan kulloisenkin tarpeen mukaan. Huonesäätimien avulla voidaan laittaa aikaohjaus termostaateille. Mekaaninen termostaatti sopii myös huonekohtaiseen ohjaukseen, mutta onko kannattavaa pilata hyvä järjestelmä hitaasti reagoivalla termostaatilla, jonka lämpötilan ”ailahtelu” on huomattavasti suurempaa kuin elektronisella termostaatilla.

Huonekohtainen sähkölämmitys oli pitkään suosituin uusissa pientaloissa. Suosio on laskenut viime vuosina, mutta matala- ja passiivienergiarakentamisen yleistyessä sen suosio saattaa jälleen nousta. Huonona puolena ovat korkeat käyttökustannukset. Järjestelmä voidaan toteuttaa myös varaavana lämmityksenä, jolloin lämpö varastoidaan lattialaattaan (esim. betoni) edullisemman yösähkön aikana. Elektroniset termostaatit reagoivat erittäin nopeasti tulisijan, ILP:n tai kodin sähkölaitteiden käyttöön sekä aurin gon säteilyyn kytkemällä tarvittaessa patterit pois päältä. Tästä johtuen sähkölämmitystalot saavat huomattavan hyödyn takan käytöstä. Kuluttajan näkökulmasta mielekästä sähkölämmitykselle on mahdollisuus piilottaa lämmityslaitteet rakenteiden sisään valitsemalla katto- ja/tai lattialämmitys, joten kalustaminen on helpompaa.

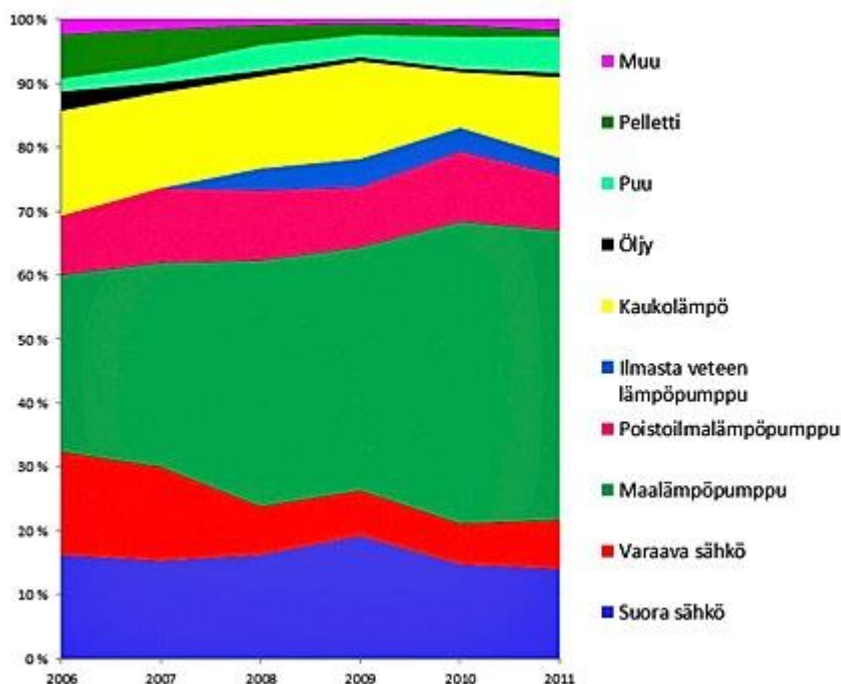
Huonekohtaisessa lämmityksessä lattialämmitys voidaan toteuttaa joko jatkuvatoimisena tai varaavana. Pesutilat ja klinkkerilattiat asennetaan toimivaksi jatkuvatoimisena. Betonilaattaan (esim. parketin alle) asennettu lattialämmitys voidaan kytkeä toimimaan varaavana tai jatkuvatoimisena. Varaava lattialämmitys on päällä halvemman tariffin aikaan. Kattolämmitystä ohjataan huonetermostaatilla. [8; 12; 13; 23; 30; 31; 32.]

## 7 Lämmitysjärjestelmän valinta pientaloon

Lämmitysjärjestelmän hankintapäätöstä tehdessä on hyvä tietää, että tämänhetkinen energiatodistus antaa virheellistä tietoa kuluttajalle, mikä vaikuttaa kuluttajan silmässä energiamuodon valintaan. Vireillä on tällä hetkellä kansalaisaloite energiatodistuksen muuttamiselle. Liite 1 sisältää hyvän esimerkin samasta asiasta. Uuden energiatodistuksen mukaan sähkölämmitteisen pientalon energiatehokkuusluokka on huonompi öljyllä tai kaukolämmöllä lämmitettyyn kohteeseen nähden, vaikka sähkölämmiteinen talo kuluttaisi vähemmän energiaa. Mitattuun todelliseen energiankulutukseen perustuva energiatodistus kertoisi kaiken kohteessa kulutetun energian määrän. Eri energiamuodoilla määriteltyjen kertoimien lukuarvoja ei tulisi käyttää lainkaan energiatodistuksessa.

Ihmiset unelmoivat omasta talosta ja miettivät minkälainen keittiö, makuuhuoneet ja sauna hankitaan. Sinähän asut asunnossa, joten sähkölämmitysjärjestelmän valinnassa tulevat ensisijaisesti omat tarpeet. Ensimmäisenä tulee kysymykseen lämmityksen mukavuustaso. Tulisiko lämmitysjärjestelmässä olla lämmin lattia ja kuinka tarkkaa säätöä vaaditaan. Saako lämmittimet olla näkyvillä, paljonko ollaan valmiita huoltamaan tai hoitamaan järjestelmää.

Lämmitysjärjestelmän valinta voi tuntua vaikealta. Markkinoilla on tarjolla paljon erilaisia järjestelmiä uuteen ja remontoitavaan taloon. Lämmitysjärjestelmä on pitkäaikainen investointi. Kustannuksia kannattaa laskea pitkälle aikavälille. Isossa talossa kuluu enemmän lämmitysenergiaa, joten kannattaa valita järjestelmä, jossa energian hinta on kohtuullinen. Pienessä talossa kulutus on vähäistä ja energian hinta voi olla korkeampi. Jotkut ihmiset haluavat helppokäyttöisen lämmitysjärjestelmän ja toiset ovat valmiita näkemään pientä vaivaa esim. pelletin varastointiin. Valinnassa kannattaa huomioida lämmitysjärjestelmän ympäristöystävällisyys, luotettavuus, käytettävyys ja kokonaiskustannukset pitkällä aikavälillä. Asuinpaikka voi vaikuttaa lämmitysjärjestelmän valinnassa. Jossakin paikkakunnalla kunta voi vaatia, että talo liitetään kaukolämpöverkkoon, muuten kunta ei myönnä rakennuslupaa. Kunta saattaa poiketa liittymisvelvollisuudesta, jos talo on matalaenergiarakennus tai perustuu vähäpäästöiseen lämmitysjärjestelmään. Monilla alueilla ei ole mahdollista ottaa kaukolämpöä tai asentaa maalämpöpumppua huonon maaperän takia. Ei ole yhtä ainoata oikeata ratkaisua, kuten (kuva 15) osoittaa. Pientalon jokaiselle lämmitysjärjestelmälle löytyy oma käyttäjäkuntansa, koska ihmiset ovat erilaisia ja heillä on omat henkilökohtaiset tarpeensa.



Kuva 15. Lämmitysjärjestelmien markkinaosuus uusissa pientaloissa 2006-2011 [29.]

Teknisten laitteiden hoito-, huolto-, kunnossapito- ja korjaustiheys toimivat vaikuttavana osana järjestelmän valintaan. Esimerkiksi (kuva 15) maalämpöpumppu on suosituin lämmitysjärjestelmä pientaloissa, mutta kompressori kestää noin 10-15 vuotta, jonka jälkeen joudutaan investoimaan noin 2000 € korjaustoimenpiteisiin. Helposti huollettavat laitteet pysyvät helpommin paremmassa kunnossa.

Energiatohokkuuden kannalta on muistettava, että pientalossa on lämmitettävä asuinhuoneet, märkätilat, puolilämpimät tilat, tuloilma ja käyttövesi. On hyvä tutustua eri lämmitysjärjestelmien ominaisuuksiin ja miettiä, mikä lämmitysjärjestelmä sopii parhaiten talosi tarpeisiin. Hankinta- ja käyttökustannusten lisäksi tulisi miettiä myös ympäristövaikutuksia (hiilidioksidi- ja pienhiukkaspäästöt). On mahdoton ennustaa ja tietää, mikä lämmitysjärjestelmä on paras vaihtoehto tulevaisuudessa, sillä eri lämmitysenergioiden hinnat vaihtelevat vuosittain. Parasta on investoida taloon, joka tarvitsee vähemmän energiaa.

Lämmitysjärjestelmien investointi- ja käyttökustannukset on merkitty taulukkoon 2. Lämmitysmuodoilla on huomattavia eroja, joista sähkölämmitysjärjestelmä on ylivoimaisesti halvin alkuinvestointi. Sähkölämmitysjärjestelmässä lämmitysenergia on kallista.

Taulukko 2. Esimerkki 130 m<sup>2</sup>:n ja 1970-luvulla valmistetun pientalon lämmityskustannuksista, kun talo kuluttaa 18 000 kWh lämmitysenergiaa vuodessa. [33, s. 20-27.]

Lämmitysmuoto	Hinta €/kWh	Asennushinta €	Lämmityskulut € / vuosi
Maalämpö	0,04	15 000	700
Maakaasu	0,07	12 000	1 700
Öljylämmitys	0,11	8 000	1 500
Pelletit	0,06	7 000	1 100
Sähkö	0,12	5 000	1 800
Kaukolämpö	0,07	7 000	1 000

Maalämmön asennushinta on kolminkertainen verrattuna sähkөөn, mutta halvan energiahinnan ansiosta maksaa itsensä takaisin 6-10 vuoden aikana. Maalämpöjärjestelmän asennushinta nousee muutamalla tuhannella, kun asennetaan vanhaan taloon. Sähkölämmitysjärjestelmä on helppo asentaa myös jälkikäteen ja sähkölämmittimen elinkaari on noin 20-25 vuotta. On muistettava, että sähkön hinta muodostuu sähköverosta (30 %), sähkön siirrosta (30 %) ja sähkön myynnistä (40 %). Pellettilämmitys tarjoaa kotimaista ja uusiutuvaa bioenergiaa. Pelletin hintakehitys on vakaa ja kilpailukykyinen, mutta miinuksena on tilantarve tekniselle tilalle ja pellettivarastolle. Kaukolämpö on tuotantotavasta riippuen uusiutuvaa energiaa, mutta huonona puolena on riippuvuus yhdestä energiantoimittajasta. Maakaasu on fossiilisista polttoaineista vähiten haitallinen. Sen käyttö aiheuttaa neljänneksen vähemmän hiilidioksidipäästöjä kuin öljylämmitys. Maakaasu on rikitön polttoaine, joka ei aiheuta hiukkaspäästöjä. Jokaisesta päälämmitysjärjestelmästä löytyy omat hyvät ja huonot puolensa. [1; 2; 5; 15; 34; 35.]

## 8 Glen Dimplex ja Nobö Energy Control

Glen Dimplex on perustettu vuonna 1973. Martin Naughton ja neljä kollegaa perustivat yrityksen Newry kaupunkiin Pohjois-Irlannissa. Uusi yritys aloitti öljytäytteisten lämmittimien valmistamisen seitsemällä työntekijällä. Tänä päivänä Glen Dimplex Group on maailman suurin sähkölämmityslaitteiden valmistaja. Yritys työllistää 10 000 ihmistä ja liikevaihto on 2 miljardia euroa vuodessa.

Vuonna 2002 Glen Dimplex osti Pohjoismaiden elektronisten lämmittimien markkinajohtajan Nobön Trondheimissä. Seuraavana vuonna Dimplex hankki Siemensin sähkölämmityspoimen samasta kaupungista. Glen Dimplex Group yhdisti ostetun Siemensin ja Nobön toimet, josta syntyi uusi yritys Glen Dimplex Nordic Pohjoismaiden markkinoille.

Nobö on kehittänyt käyttäjäystävällisiä energianohjausjärjestelmiä jo kymmenien vuosien ajan. Nobö on panostanut tuotekehitykseen ja tuonut markkinoille ensimmäisenä monta uutta teknistä ratkaisua. Tyylikkäästi muotoiltu lämmitin ja korkea laatu sekä hyvin suunniteltu ohjausjärjestelmä on tehnyt Nobösta markkinajohtajan monissa maissa.

### Nobö Energy Control

Nobö Energy Control (kuva 16) on Norjalainen langaton ohjausjärjestelmä. Järjestelmällä voidaan ohjata lämmittimiä, valaisimia ja muita sähkölaitteita esim. pistorasioita langattomasti ohjattavilla vastaanottimilla.



Kuva 16. Nobö Energy Control -ohjausjärjestelmä [36.]

Järjestelmän toiminta perustuu siihen, että keskusyksikkönä toimiva Nobö ECOHUB liitetään rj45 LAN-johdolla langattomaan reitittimeen. USB- ja SD-kortin paikka on valmiina tulevia toimintoja varten ja virtalähteenä toimii 12 voltin muuntaja, joka voidaan kytkeä lähimpään pistorasiaan. Laitteella ohjataan 868 Mhz:n radiotaajuudella pisto-

rasiaan, kytkentärasiaan, lämmittimeen tai keskukseen asennettavaa releyksikköä. ECOHUBin ohjaukseen käytetään WLAN-yhteyttä. Yhteys otetaan Nobö Energy Control-sovelluksella, joka on ladattavissa ilmaiseksi älypuhelimeen tai tablettiin. Erikseen tilattava ECOSWITCH-kytkinpaneeli on ratkaisu perheille, joilla ei ole käytettävissä tablettia tai älypuhelinta. ECOSWITCH-kytkinpaneelissa on neljä eri toimintoa (kotona, poissa, yö, lomalla) ja virtalähteenä toimii yksi pyöreä kolmen voltin CR2032-litiumparisto. Kytkinpaneelia on mahdollista käyttää huonetermostaattina lämmittimille. Vastaanotin yksikkö on merkitty tehtaalla kiinteällä 12-numeroisella digitaalisella numerolla, jolla ECOHUB ja vastaanotinyksikkö paritetaan.

Laitteen ohjelmointi on yksinkertaista ja helppoa. Siihen voidaan parittaa 250 lämmitintä tai vastaanotinyksikköä sadalle eri vyöhykkeelle. Vyöhyke on vapaasti nimettävä tila (esim. keittiö, makuuhuone tai TV). Ohjelman avulla voidaan vyöhykkeitä ohjelmoida vapaasti (esim. kello 6:00 vyöhyke kahvi: relevastaanotin päälle ja kello 7:00 vyöhyke ulkovalot: relevastaanotin päälle tai vyöhyke olohuone: lasketaan pattereiden lämpötilaa 5 °C). ECOHUB sopii erinomaisesti pientaloille ja pienemmille kiinteistöille ja tulossa on valmius ohjaukseen internetin kautta. Päivitykset saadaan tabletin tai automaattisesti internetin kautta. Ilmaiseksi ladattavasta Nobö Energy Control-sovelluksesta on kuvia liitteessä 2.

Oikein asennettu ja säädetty Nobö Energy Control-järjestelmä voi säästää huomattavasti huonekohtaisen sähkölämmityksen kustannuksissa. Sähkölämmityksen ohjauksen merkitys kasvaa jatkuvasti nousevan sähköenergian hinnan takia. Liitteessä 3 on esitetty, kuinka lämmityksen eri tehostamistoimenpiteet vaikuttavat omakotitalon talouteen. Esimerkissä sisälämpötilojen systemaattisella pudotuksella säästetään 14 % kokonaiskulutuksessa ja sillä voidaan päästä suurempaan säästöön kuin termostaattien sekä lämmittimien vaihdolla.

#### Nobö Safir

Nobö tarjoaa myös tyylikkäästi muotoiltua Safir-lasilämmitintä (kuva 17) vaihtoehtona vaativampaan tilanteeseen, jota ohjataan TCU700-huonetermostaatilla. Huonetermostaatti voi ohjata langattomasti jopa kymmentä Safir-lämmitintä ja virtalähteenä toimivat AA-paristot. Laitteella on radioyhteys Nobö ECOHUBiin.



Kuva 17. Nobö Safir-lämmitin [36.]

Safir-lämmittimen avulla saadaan haluttaessa kaunis seinäpinta näkyviin. Asennus voidaan tehdä vaaka- ja pystyasentoon. Tarvittaessa lämmitin voidaan asentaa jaloille maisemaikkunan eteen. Lämmitin on mahdollista saada myös peiliversiona, jolloin se toimii sekä lämmittimenä että peilinä.

Glen Dimplex Nordic tukee EU ympäristötavoitetta vähentää 20 % energiankulutusta ja 25 % lämmityskustannuksia vuoteen 2020 mennessä. Nobö Energy Control-järjestelmä voi pienentää lämmityskuluja 25 % ja viimeisen 15 vuoden aikana Glen Dimplex on asentanut 700 000 sellaista Nobö- ja Dimplex-lämmitintä suomalaisiin rakennuksiin, joissa voidaan käyttää tätä uutta tekniikkaa. Järjestelmä on helppo asentaa, ei tarvita kaapelin muutosta. Virheellinen energiatodistus on hidastanut myyntiä, mutta Jyväskylän sähkö-, tele-, talo- ja AV-messuilla Paviljongissa helmikuussa 2014 langattomaan järjestelmään liittyviä laitteita myytiin usean vuoden edestä. [36.]

## 9 Yhteenveto

Insinööriyön tarkoituksena oli tutustua pientalon sähkölämmitysratkaisuihin ja esittää sellainen sähkölämmitysjärjestelmän kokonaisuus, jota voidaan käyttää lämmitysenergian kulutuksen pienentämiseen huonekohtaisessa säädössä. Lämmityksen säädön tärkeys on kasvanut viime aikoina. Jatkuva sähkön hinnan nousu on johtanut säästötoimenpiteiden kasvuun pientaloissa.

Tässä työssä esiteltiin neljä eri pääkokonaisuutta, jotka vaikuttavat huonekohtaiseen sähkölämmityksen säätöön omakotitalossa: energiankulutus, sähkölämmitystavat, lämmitysjärjestelmän valinta ja uusi tekniikka. On muistettava myös internetin tärkeys, joka antaa etäohjausmahdollisuudet keskitetyille ohjausjärjestelmälle.

Energiankulutuksen selvittämisen tarkoituksena oli antaa perustietoa, miten lämpö jakautuu omakotitalossa. Kuluttaja voi itse vaikuttaa lämmitysenergian kulutuksen määrään omilla joka päiväisillä toimenpiteillään. Tiukentuvien rakennusmääräysten takia energiakulutuksen tutkimiseen on kannattavaa investoida entistä enemmän tulevaisuudessa. Suomessa on kylmät talvet ja sähkölämmitysjärjestelmän rinnalle on hyvä asentaa apulämmitysjärjestelmä. Motiva Oy:n tutkimuskohteissa eri lämmitysjärjestelmistä saatu energiansäästö oli talokohtaista. Toiset saavuttivat moninkertaisen hyödyn verrattuna toisiin. Kuluttajia tulisi perehdyttää entistä enemmän lämmitysjärjestelmien käytössä. Lämmitysjärjestelmien valintaan vaikuttavat asiat käytiin läpi kappaleessa 7. Energian hintojen tulevaisuutta on vaikea ennakoida. TVO Oyj on rakentamassa 1 600 MW ydinvoimalaa Olkiluoto 3:sta, joka saattaa laskea sähkön hintaa. Fennovoima Oy on suunnittelemassa myös ydinvoimalaa pyhäjoelle. Nobö Energy Control-järjestelmän tarkoituksena oli tuoda esiin uutta tekniikkaa. Keskitettyjen ohjausjärjestelmien jatkuva kehitys takaa hyvän keinon pienentää energiankulutusta Suomessa ja lisää asuinmukavuutta.



## Lähteet

- 1 Energiankulutus omakotitalossa. Verkkodokumentti. Jyväskylän Energia Oy. <<http://www.jyvaskylanenergia.fi/energiaopas/asun-omakotitalossa>>. Luettu 1.4.2014.
- 2 Energia ja ympäristö. Verkkodokumentti. Sähköturvallisuuden edistämiskeskus ry STEK. <[http://www.stek.fi/energia\\_ja\\_ymparisto/energiankayton\\_ymparistovaikut/fi\\_FI/energiankayton\\_ymparistovaikut/](http://www.stek.fi/energia_ja_ymparisto/energiankayton_ymparistovaikut/fi_FI/energiankayton_ymparistovaikut/)>. Luettu 30.3.2014.
- 3 Pientalon lämmitysjärjestelmät. 2012. Motiva Oy. Helsinki.
- 4 Asumisen energiankulutus. Verkkodokumentti. Tilastokeskus. <[http://www.stat.fi/til/asen/2012/asen\\_2012\\_2013-11-13\\_tau\\_002\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/asen/2012/asen_2012_2013-11-13_tau_002_fi.html)>. Luettu 1.4.2014.
- 5 Sähkölämmitys. Verkkodokumentti. Vattenfall Oy. <<http://www.vattenfall.fi/fi/sahko.htm>>. Luettu 10.4.2014.
- 6 Hyvä talo. Verkkodokumentti. Motiva Oy. <[http://www.motiva.fi/rakentaminen/rakentajan\\_ohjeet/hyva\\_talo](http://www.motiva.fi/rakentaminen/rakentajan_ohjeet/hyva_talo)>. Luettu 23.3.2014.
- 7 LVI:n sähkölämmittimet. Verkkodokumentti. Rettig Lämpö Oy. <<http://www.lviprodukter.fi/uutiset/nykyiset-LVI-Energiatehokkaat-laemmittimet-kuluttavat-vaehintaa-20-prosenttia-vaehemmaen-energiaa.htm>>. Luettu 15.3.2014.
- 8 Sähkölämmitys. Verkkodokumentti. Energiateollisuus ry. <<http://energia.fi/kotija-lammitys/sahkolammitys>>. Luettu 1.4.2014.
- 9 Sähkö ja rakentaja. Verkkodokumentti. Sähköturvallisuuden edistämiskeskus ry STEK. <[http://www.stek.fi/sahko\\_ja\\_rakentaja/fi\\_FI/sahko\\_ja\\_rakentaja/](http://www.stek.fi/sahko_ja_rakentaja/fi_FI/sahko_ja_rakentaja/)>. Luettu 30.3.2014.
- 10 Seppänen, Olli. 1995 . Rakennusten lämmitys. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
- 11 Sähköasennusopas. 2010. Espoo : Sähköinfo Oy.
- 12 Huonekohtainen sähkölämmitys. Verkkodokumentti. Motiva Oy. <[http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman\\_valinta/lammonjaon\\_vaihtoehdot/huonekohtainen\\_sahkolammitys](http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/lammonjaon_vaihtoehdot/huonekohtainen_sahkolammitys)>. Luettu 1.4.2014.
- 13 Rakennan tai remontoin. Verkkodokumentti. Jyväskylän Energia Oy. <<http://www.jyvaskylanenergia.fi/energiaopas/rakennan-tai-remontoin>>. Luettu 25.3.2014.
- 14 Mäkinen, Alpo. 1998. Sähkölämmitysasennukset. Espoo: Sähköinfo Oy.

- 15 Ikkunalämmitys. Verkkodokumentti. Pirkko Harsia.  
<<http://www2.amk.fi/digma.fi/www.amk.fi/opintojaksot/0505015/1119948180490/1119952735385/1119962748923/1119962774991.html>>. Luettu 1.4.2014.
- 16 Kattolämmityselementti. Verkkodokumentti. Taloon Yhtiöt Oy.  
<<http://www.taloon.com/kattolammituselementti-60x165cm-150-w/S-8178712/dp>>. Luettu 15.4.2014.
- 17 Lämpökaapelin rakenne. Verkkodokumentti. Pentair Thermal Managent Finland Oy. <<http://www.pentairthermal.fi>>. Luettu 10.4.2014.
- 18 Lämpöpumpputilastot. Verkkodokumentti. SULPU ry.  
<<http://www.sulpu.fi/documents/184029/208772/SULPU%2C%20%C3%A4mp%C3%B6pumpputilasto%202013%2C%20kuvaajat.pdf>>. Luettu 11.3.2014.
- 19 Ilmalämpöpumpun toimintaperiaate. Verkkodokumentti. Maailmalämpö Oy.  
<<http://www.maailmalampo.fi/ilmalampopumpun-toimintaperiaate>>. Luettu 10.3.2014.
- 20 Ilmalämpöpumpun energiataloudellinen käyttö. Verkkodokumentti.  
<[http://www.motiva.fi/julkaisut/koti\\_ja\\_asuminen/ilmalampopumpun\\_energiataloudellinen\\_kaytto.1046.shtml](http://www.motiva.fi/julkaisut/koti_ja_asuminen/ilmalampopumpun_energiataloudellinen_kaytto.1046.shtml)>. Luettu 15.3.2014.
- 21 Lämpöä ilmassa. Verkkodokumentti. Motiva Oy.  
<<http://www.motiva.fi/files/175/Ilmalampopumput.pdf>>. Luettu 10.3.2014.
- 22 Uutiset. Verkkodokumentti. SULPU ry. <[http://www.sulpu.fi/uutiset/-/asset\\_publisher/WD1ExS3CMra3/content/lampopumppuuala-kasvoirakentamisen-alamaesta-huolimatta-ja-maara-ylitti-jo-600-000?redirect=http%3A%2F%2Fwww.sulpu.fi%2Fuutiset%3Fp\\_p\\_id%3D101\\_INSTANCE\\_WD1ExS3CMra3%26p\\_p\\_lifecycle%3D0%26p\\_p\\_state%3Dnormal%26p\\_p\\_mode%3Dview%26p\\_p\\_col\\_id%3Dcolumn-2%26p\\_p\\_col\\_pos%3D1%26p\\_p\\_col\\_count%3D2](http://www.sulpu.fi/uutiset/-/asset_publisher/WD1ExS3CMra3/content/lampopumppuuala-kasvoirakentamisen-alamaesta-huolimatta-ja-maara-ylitti-jo-600-000?redirect=http%3A%2F%2Fwww.sulpu.fi%2Fuutiset%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_WD1ExS3CMra3%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-2%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D2)>. Luettu 15.3.2014.
- 23 Sähkölämmitys. Verkkodokumentti. Opasmedia Oy.  
<<http://www.sahkoopas.com/sahkotietoa/lammitys/>>. Luettu 5.4.2014.
- 24 Sähkölasit. Verkkodokumentti. Hämeen Lasitoimi Oy.  
<[http://www.hameenlasitoimi.fi/index.php?option=com\\_content&view=article&id=53&Itemid=68](http://www.hameenlasitoimi.fi/index.php?option=com_content&view=article&id=53&Itemid=68)>. Luettu 10.4.2014.
- 25 Ikkunakorjaus. Verkkodokumentti. Oulun rakennusvalvonta Ympäristöalo.  
<[http://www.energiakorjaus.info/pages/kortit/Pientalo\\_4\\_Ikkunakorjaus\\_2013\\_02\\_01.pdf](http://www.energiakorjaus.info/pages/kortit/Pientalo_4_Ikkunakorjaus_2013_02_01.pdf)>. Luettu 20.4.2014.
- 26 Lämpöä omasta maasta. Verkkodokumentti. Motiva Oy.  
<[http://www.motiva.fi/julkaisut/lammitysjarjestelmat/lampoa\\_omasta\\_maasta\\_maalampopumput.3808.shtml](http://www.motiva.fi/julkaisut/lammitysjarjestelmat/lampoa_omasta_maasta_maalampopumput.3808.shtml)>.
- 27 Ohjeita lämmitysjärjestelmän hankintaan. Verkkodokumentti. Motiva Oy.  
<[http://www.motiva.fi/julkaisut/lammitysjarjestelmat/ohjeita\\_lammitysjarjestelma\\_n\\_hankintaan.3808.shtml](http://www.motiva.fi/julkaisut/lammitysjarjestelmat/ohjeita_lammitysjarjestelma_n_hankintaan.3808.shtml)>.

- 28 Pätöitä puulämmityksestä. Verkkodokumentti. Motiva Oy.  
<[http://www.motiva.fi/julkaisut/uusiutuva\\_energia/patkittain\\_puulammityksesta.1027.shtml](http://www.motiva.fi/julkaisut/uusiutuva_energia/patkittain_puulammityksesta.1027.shtml)>. Luettu 10.4.2014.
- 29 Lämmitys. Verkkodokumentti. Energiatehokas koti.  
<[http://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan\\_suunnittelu/lammitys](http://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/lammitys)>. Luettu 1.4.2014.
- 30 Rakentamisen hinta. Verkkodokumentti. PRKK ry.  
<[https://www.prkk.fi/files/pdf/2637/5\\_09rakentamisenhint.pdf](https://www.prkk.fi/files/pdf/2637/5_09rakentamisenhint.pdf)>. Luettu 25.3.2014.
- 31 Sähkölämmityksen tehostamisohjelma. Verkkodokumentti. Motiva Oy.  
<[http://www.motiva.fi/extranet/sahkolammityksen\\_tehostamisohjelma](http://www.motiva.fi/extranet/sahkolammityksen_tehostamisohjelma)>. Luettu 1.4.2014.
- 32 Lämmönjako. Verkkodokumentti. Vattenfall Oy.  
<<http://www.vattenfall.fi/fi/lammonjako.htm>>. Luettu 1.4.2014.
- 33 Bonnier Publications International AS. 2012. Säästä energiaa. Specialtrykkeriet Viborg A/S.
- 34 Huonekohtainen sähkölämmitys. Verkkodokumentti. Lämpövinkki Oy.  
<<http://www.lampovinkki.fi/DowebEasyCMS/?Page=Huonekohtainensahkolammitys>>. Luettu 25.3.2014.
- 35 Milloin sähköpatterit pitää vaihtaa. Verkkodokumentti. Pohjois-Karjalan Sähkö Oy. <<http://energianeuvonta.pks.fi/kaytaoikein/milloin-sahkopatterit-pitaa-vaihtaa>>. Luettu 10.3.2014
- 36 Saarinen, Hannu. Glen Dimplex. Puhelinkeskustelu ja sähköpostilla annettu materiaali: huhtikuu, toukokuu 2014.
- 37 Nobö Energy Control-sovellus. Verkkodokumentti. Glen Dimplex Nordic.  
<[www.glendimplex.no/fi/produkt/noboe-ecohub](http://www.glendimplex.no/fi/produkt/noboe-ecohub)>. Luettu 21.4.2014.

## Esimerkki energiatodistuksesta

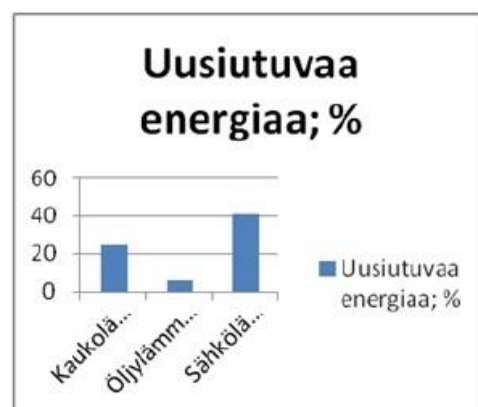
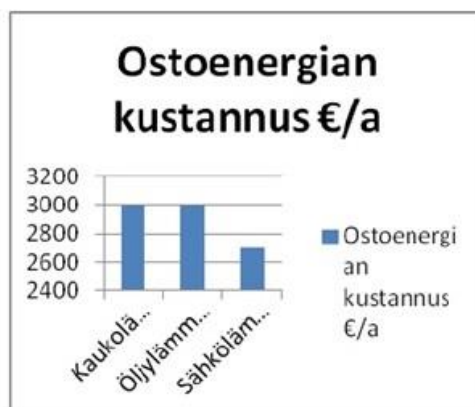
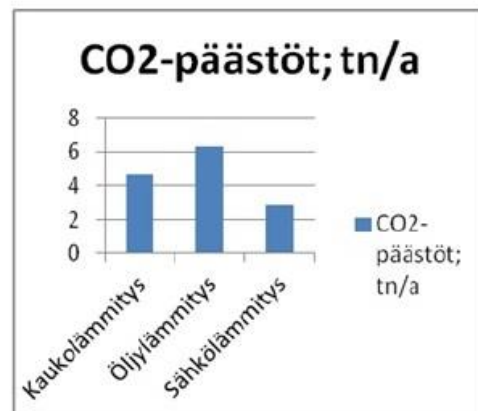
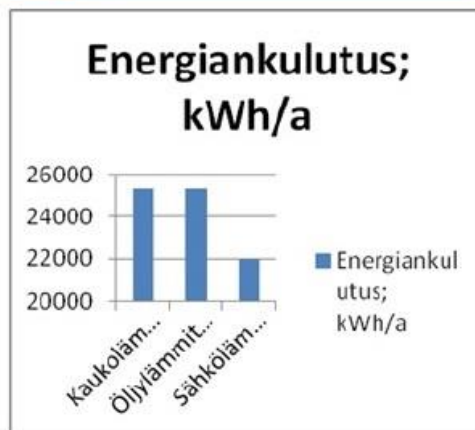
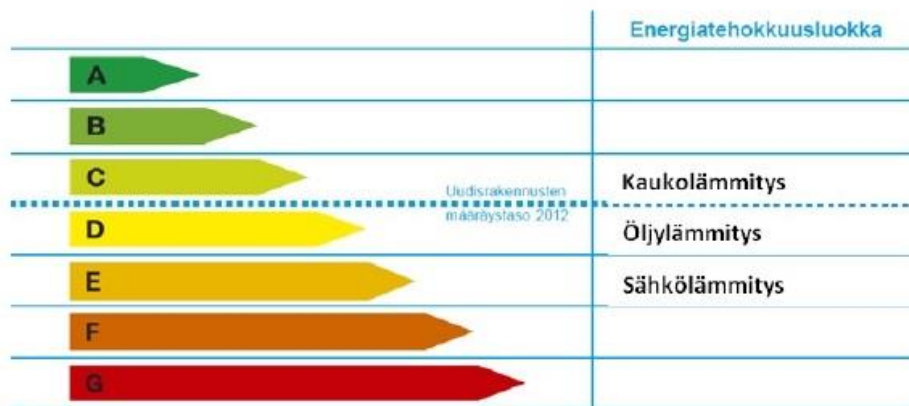
Laskennallisen energiatodistuksen tuottama energiatehokkuusluokka samassa, mutta eri lämmitysmuodoilla varustetussa 120 m<sup>2</sup> pientalossa.[36.]



TIEDOTE  
16.5.2013

### Energiatodistuslakimuutos uusiksi!

Seuraavassa esimerkki pientalosta, varustettuna kolmella eri vaihtoehtoisella lämmitysjärjestelmällä. Esimerkistä voi jokainen päätellä, onko tämä oikein?



## Nobö Energy Control-sovellus

Ilmaiseksi ladattava sovellus tablettiin tai älypuhelimeen. [37.]



## Esimerkki sähkölämmityksen tehostamistoimenpiteistä

Kokonaiskulutus 18 000 kWh ja lämmitykseen (sis. lämpimän käyttöveden) menevä osuus on 70 %. [36.]

# Nobö Energy Control



Miten sähkölämmityksen eri tehostamistoimenpiteet vaikuttavat talouteesi?				
Esimerkkikohde: Kokonaiskulutus 18 000kWh; lämmitykseen (sis. lämpimän käyttöveden) menevä osuus 70%; 12600kWh				
Laskelmassa käytetty sähkön hinta; Eur /kWh		Kokonaiskulutus kWh	Kokonaiskulutus euroissa	
0,15		18000	2 700 €	
Toimenpide	Säästö-potentiaali	Säästö (kWh) kokonais-sähkönkulutuksesta	Säästöpotentiaali /vuosi euroissa	
Sähköpattereiden vaihto (mekaniset termostaatit elektroniisiin)	5 %	900	135 €	
Sisälämpötilojen säännölliset pudotukset	10 %	1800	270 €	
Keskitetty ohjausjärjestelmät (15-20% kokonais- ja 30-40% lämmityskulutuksesta)	15 %	2700	405 €	
Lattialämmitystermostaattien vaihto elektroniisiin esim. Ph, WC, et (ARVIO 20-45%!)	0 %	0	0 €	
Osittain varaavan lattialämmityksen käytön rajoittaminen lämpimällä kelillä (ARVIO 5-10%!)	5 %	900	135 €	
Tilojen tarpeenmukainen lämmitys (lämpötilan pudotus aina tila kun ei käytössä)	5 %	900	135 €	
Veden lämmitys, 20%		378 €	Tilojen lämmitys, 80%	1 512 €
		70 %	Lämmitysenergian osuus (kWh)	12600
				1 890 €
Toimenpide	Säästö-potentiaali	Säästö (kWh) tilojen lämmitykseen menevästä sähkönkulutuksesta	Vaikutus kokonais-kulutukseen, %	Säästöpotentiaali /vuosi euroissa
Sähköpattereiden vaihto (mekaniset termostaatit elektroniisiin)	10 %	1260	7 %	189 €
Sisälämpötilojen säännölliset pudotukset	20 %	2520	14 %	378 €
Keskitetty ohjausjärjestelmät (15-20% kokonais- ja 30-40% lämmityskulutuksesta)	30 %	3780	21 %	567 €
Lattialämmitystermostaattien vaihto elektroniisiin esim. Ph, WC, et (ARVIO 20-45%!)	20 %	2520	14 %	378 €
Osittain varaavan lattialämmityksen käytön rajoittaminen lämpimällä kelillä (ARVIO 5-10%!)	15 %	1890	11 %	284 €
Tilojen tarpeenmukainen lämmitys (lämpötilan pudotus aina tila kun ei käytössä)	10 %	1260	7 %	189 €