



SAVONIA

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

KÄYTTÖVEDEN LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN UUSIMINEN

TEKIJÄ: Lotta Ahola

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Energiatekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Lotta Ahola			
Työn nimi Käyttöveden lämmitysjärjestelmän uusiminen			
Päiväys	28.11.2016	Sivumäärä/Liitteet	32/1
Ohjaaja(t) Yliopettaja Harri Heikura, Savonia AMK Varkaus Yliopettaja Heikki Salkinoja, Savonia AMK Varkaus			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani Savonia- ammattikorkeakoulu			
Tiivistelmä <p>Insinööriytyön tavoitteena oli suunnitella käyttöveden lämmitysjärjestelmän uusiminen esimerkkinä toimivaan kohteeseen sekä tarjota yleistä tietoa aiheesta muille samantyyppistä hanketta suunnitteleville. Työssä käydään läpi vaihtoehtoisia tapoja käyttöveden lämmitykseen aina järjestelmän toiminnasta palvelun tuottajiin ja kustannuksiin asti.</p> <p>Työn päätavoite oli suunnitella esimerkkikohteeseen käyttöveden lämmitysjärjestelmän uusiminen ennestään sähköllä toimivasta järjestelmästä ilma-vesilämpöpumpulla ja aurinkokeräimillä toimivaksi, sähkötoimisen järjestelmän jäädessä varalämmitysjärjestelmäksi. Työssä esitellään myös yleinen muistilista käyttöveden lämmitysjärjestelmän muutoksia suunnitteleville.</p> <p>Työn lopussa esitetään yhteenveto aiheesta ja valitun lämmitysjärjestelmän toiminnasta esimerkkikohteessa. Uuden lämmitysjärjestelmän arvioinnissa päädyttiin 25 vuoden takaisinmaksuaikaan, mikä on huomattavan pitkä aika. Johtopäätöksissä pohditaan pitkän takaisinmaksuajan merkitystä esimerkkikohteessa.</p>			
Avainsanat Energia, uusiutuva energia, aurinkoenergia, aurinkokeräimet, lämmitysjärjestelmät, saneeraus			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Energy Technology			
Author(s) Lotta Ahola			
Title of Thesis Renewal of Water Heating System			
Date	28.11.2016	Pages/Appendices	32/1
Supervisor(s) Senior teacher Harri Heikura, Savonia UAS, Varkaus Senior teacher Heikki Salkinoja, Savonia UAS, Varkaus			
Client Organisation /Partners Savonia UAS			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this thesis was to plan a new water heating system to a house where the old system was at the end of its life cycle and to provide knowledge for others planning the same type of modification. This thesis also goes through different water heating systems considering their operations, reliable manufacturers and the system's costs.</p> <p>The main goal was to plan a renewed water heating system to a house that was working as an example. Previously the household water was heated through electricity and the plan was to heat the water with air-to-water heat pump and solar collectors leaving the electricity system as a back-up heating system. This thesis also presents a general checklist to others wanting to change their water heating systems.</p> <p>At the end of this thesis there is a summary of the subject and the operation of the chosen heating system in practice. When evaluating the new system, payback time was calculated to 25 years which is a significantly long period of time. In the conclusion part there is some speculation of the relevance of the long payback time in the example house.</p>			
Keywords Energy, renewable energy, solar energy, solar collectors, heating systems, renovation			

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty Savonia-ammattikorkeakoulun energiatekniikan koulutusohjelmassa. Opinnäytetyöni ohjaajina toimivat yliopettajat Harri Heikura ja Heikki Salkinoja.

Haluan kiittää opinnäytetyöni ohjaajia ja muita opinnäytetyöni tekemiseen osallistuneita kannustuksesta, hyvistä neuvoista ja ohjauksesta, niin työn tekemisen, kuin opiskelujeni aikana.

Rakkaimmat kiitokset myös miehelleni Aapolle, isälleni Petrille ja ystävälleni Marialle korvaamattoman tärkeästä tuestanne opintojeni aikana.

Varkaudessa 28.11.2016

Lotta Ahola

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	7
2	LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN UUSIMISEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT	8
3	LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN VALINTA	9
3.1	Sähkölämmitys	9
3.1.1	Suora sähkölämmitys	10
3.1.2	Varaava sähkölämmitys	10
3.2	Kaukolämpö	10
3.3	Maalämpöpumppu, MLP	12
3.4	Öljylämmitys.....	12
3.5	Ilma-vesilämpöpumppu	13
3.6	Pellettilämmitys	14
3.7	Aurinkokeräimet	15
4	LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN UUSIMINEN ESIMERKKIKOHTEESEEN	18
4.1	Käyttövesivaraajan uusiminen.....	18
4.2	Ilma-vesilämpöpumpun mitoitus ja asennus	18
4.3	Aurinkokeräinjärjestelmän mitoitus ja asennus.....	19
5	UUDEN LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN ARVIOINTI	21
5.1	Kohteen aikaisemmat lämmityskustannukset	21
5.2	Uuden järjestelmän hankintakustannukset.....	22
5.3	Uuden järjestelmän käyttökustannukset	23
5.4	Uuden järjestelmän takaisinmaksuaika ja kannattavuuden arviointi	26
6	YLEINEN MUISTILISTA LÄMMITYSJÄRJESTELMÄÄ UUSIVILLE	27
7	JOHTOPÄÄTÖKSET	29
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	30
	LIITE 1	

LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT

Elinkaari:

järjestelmän tai laitteen suunniteltu kokonaiskäyttöaika

MLP:

maalämpöpumppu

UVLP:

ilma-vesilämpöpumppu, ulkoilma-vesilämpöpumppu (käytetään myös VILP)

Absorptio:

atomien, molekyylien tai ionien pidättyminen nesteeseen, kaasuun tai kiinteään aineeseen

Hyötysuhde:

järjestelmän tehokkuusaste, kertoo kuinka suuri osa sisään menevästä energiasta voidaan hyödyntää

Takaisinmaksuaika:

aika, jona investointi maksaa hintansa takaisin, joko tuottojen lisäyksellä tai menojen säästöillä

Infrastrukturi:

perusrakenne, tässä yhteydessä teknillinen perusrakenne, mm. energiahuollon verkostot

Hybridijärjestelmä:

kahden järjestelmän yhdistelmä

Lämpökerroin:

COP= coefficient of performance, kertoo lämpöpumpun annetun lämmöntuoton ja kompressorin sähköisen käyttötehon välisen suhteen

kWh:

kilowattitunti, energiamäärän yksikkö

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä käsitellään pientalon käyttöveden lämmitysjärjestelmän uusimiseen liittyviä seikkoja ja erilaisia vaihtoehtoja muutoksen toteuttamiseen. Esimerkkikohteena käytetään Pohjois-Savossa haja-asutuseudulla sijaitsevaa 120 m² omakotitaloa, jossa asuu neljä henkilöä. Talo on rakennettu 80-luvulla ja sen alkuperäinen käyttöveden lämmitysjärjestelmä on tullut elinkaarensa päähän. Lämmitysjärjestelmän uusiminen suunnitellaan asiakkaan toiveiden mukaisesti. Tässä työssä käydään läpi uuden järjestelmän valintaan johtaneet syyt, laitteiden valinta ja asennus sekä laskennallisesti kustannuslaskelmat, takaisinmaksuaika sekä uuden ja vanhan järjestelmän kustannuserot.

Lämmitysjärjestelmän tuleminen elinkaarensa päähän ei aina ole syy sille, miksi järjestelmän uusimiseen päädytään. Tässä työssä käsitellään myös yleisesti muita syitä käyttöveden lämmitysjärjestelmän uusimiselle ja käydään läpi erilaisia vaihtoehtoja projektin toteuttamiseen. Työssä esitellään lämmitysjärjestelmiä, jotka liittyvät käyttöveden lämmittämiseen ja tämä rajaa osan lämmitysjärjestelmistä pois. Järjestelmistä esitellään niiden toiminta, soveltuvuus erilaisiin rakennuksiin ja infrastruktuureihin, järjestelmien suurpiirteiset asennus- ja käyttökustannukset ja luotettavat toimittajat.

Nykyään rakennuksen lämmitysjärjestelmä ja käyttöveden lämmitysjärjestelmä eivät välttämättä ole saman järjestelmän, kuten esimerkiksi maalämmön tai sähkölämmityksen alaisia, vaan voidaan käyttää niin kutsuttuja hybridijärjestelmiä. Erilaisia vaihtoehtoja muutoksen toteuttamiseen on useita ja niissä kaikissa on hyvät ja huonot puolensa, joten järjestelmien perusteellinen vertailu kannattaa aina.

Työn lopussa esitellään myös yleinen muistilista lämmitysjärjestelmän muutosta suunnitteleville.

2 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN UUSIMISEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

Lämmitysjärjestelmän uusimiseen voidaan päätyä useista syistä. Näitä syitä voivat olla esimerkiksi se, että olemassa oleva järjestelmä on tullut elinkaarensa päähän, lämmitysmuodon käyttökustannukset ovat nousseet tai, että halutaan siirtyä ekologisempaan ja energiatehokkaampaan lämmitysmuotoon. Myös uudisrakentajalle sopivan lämmitysjärjestelmän valinta on tärkeää tulevien asuinkustannusten optimoinnin vuoksi vuoksi. Lämmitysjärjestelmiä on monia mistä valita, joissa kaikissa on hyvät ja huonot puolensa. Lämmitysjärjestelmän uusimista suunniteltaessa täytyy sovittaa yhteen omat toiveet, taloudellinen puoli, kiinteistön mahdollisuudet (tilat ja infrastruktuuri) sekä lämmitysjärjestelmän ominaisuudet. (Motiva, Perusteita valinnan tekemiseen, 17.10.2016)

Rakennuksen koolla ja sijainnilla on vaikutusta järjestelmän valintaan. Suurempaan rakennukseen on yleensä kannattavinta valita alkuinvestoinniltaan kalliimpi lämmitysjärjestelmä, joka käyttää edullisempaa energiaa. Rakennuksen sijainti saattaa poissulkea tiettyjä lämmitysjärjestelmiä, kuten esimerkiksi kaukolämpö- tai maakaasuverkkoon voi liittyä vain jos se kulkee riittävän lähellä ja maalämpöä harkitessa maaperän täytyy sopia tarkoitukseen. Sijainti vaikuttaa myös siihen, että onko esimerkiksi puulämmitystä varten puun hankkiminen ja varastointi helppoa tai onnistuuko pellettilämmityksessä pelletin varastointi ja toimitus jakeluautolla.

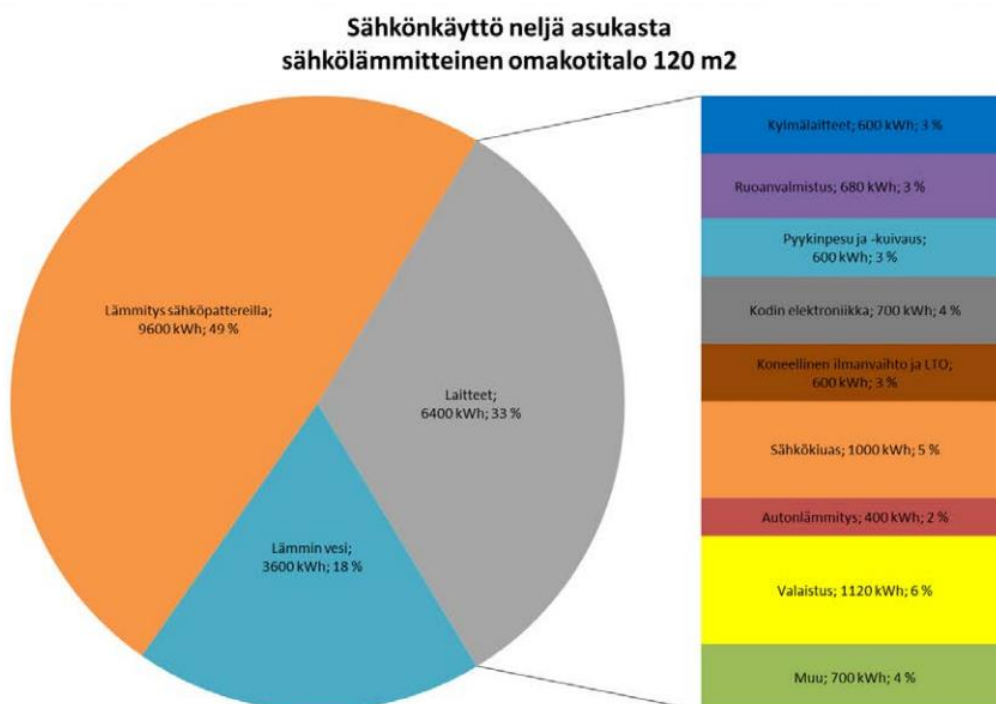
Lämmitysjärjestelmien alkuinvestointien kokonaiskustannukset ovat yleisesti melko samansuuruisia, mutta käytettävän energian hinnat vaihtelevia, joten huomioon kannattaa ottaa koko rakennuksen elinkaari ja energian hintojen muuttuminen tulevien vuosien aikana. Lämmitysjärjestelmän kokonaiskustannuksia laskiessa otetaan huomioon investointikustannukset rakennusvaiheessa sekä tulevat käyttökustannukset. Investointikustannuksiin lasketaan esimerkiksi järjestelmän suunnittelukulut, laite- ja asennuskustannukset, liittymismaksut esimerkiksi kaukolämpö- tai sähköverkkoon sekä lämmitysjärjestelmän mahdollisesti vaatima suurempi tilantarve. Käyttökustannuksia ovat energiakustannukset, perusmaksut sekä huolto- ja korjauskulut. Lämmitysjärjestelmien investointien laskenta-aikana käytetään yleiseensa 30 vuotta. Näin pitkällä laskenta-ajalla erityisesti energian hinnankehitystä on vaikea arvioida tarkkaan. Myös ympäristövaikutuksia kannattaa pohtia, koska rakennuksen elinkaaren aikana suurimman ympäristökuormituksen aiheuttaa juurikin lämmitys.

3 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN VALINTA

Lämmitysjärjestelmän uusintaa harkittaessa olisi hyvä ensin miettiä, voiko talon energiatehokkuuteen vaikuttaa muuten, kuten esimerkiksi eristyksellä ja tiiveydellä. Jos lämmitysjärjestelmän uusiminen on kuitenkin paras ratkaisu, vaikuttavat uuden järjestelmän valintaan useat eri tekijät. Tässä luvussa käsitellään erilaisia lämmitysvaihtoehtoja, jotka olisivat mahdollisia esimerkkikohteen kaltaisessa omakotitalossa eli niitä, jotka vaikuttavat käyttövesijärjestelmän uusimiseen.

3.1 Sähkölämmitys

Sähkölämmitys on eräänlainen kaukolämmityksen muoto, jossa lämmitykseen tarvittava energia tuotetaan muualla voimaloissa ja muunnetaan käyttökohteessa lämmöksi erilaisten vastusten avulla. Sähkölämmityskin voi nykyaikana olla ekologinen energiamuoto esimerkiksi vesi- tai aurinkosähköinä. Suomen kotitalouksista sähkölämmitteisiä on noin 44 % ja suurin osa niistä lämpiää suoralla huonekohtaisella sähkölämmityksellä. Sähkölämmityksen hyviä puolia ovat sen edulliset investointikustannukset sekä käytön varmuus ja vaivattomuus. Käyttökustannuksiltaan sähkölämmitys taas on yksi kalleimmista, mutta lämmitysenergian tarvetta voidaan pienentää esimerkiksi panostamalla eristykseen ja ilmatiiviyteen ja ottamalla rinnalle toinen lämmitystapa, kuten varaava takka tai ilmalämpöpumppu. Käyttövesi lämmitetään erillisessä käyttövesivaraajassa. Sähköä voidaan käyttää myös vara- tai lisälämmityksenä muiden lämmitysjärjestelmien ohessa. Sähkölämmitteisessä nelihenkisen perheen 120 neliöisessä omakotitalossa sähkönkäyttö on arviolta noin 19 600 kWh vuodessa, josta lämmityksen osuus on noin 49 % ja käyttöveden lämmityksen osuus noin 18 % (3600 kWh). (Motiva, Kotitalouksien sähkönkäyttö 2011, 10.10.2016)



Kuva 1. Sähkönkäytön jakautuminen sähkölämmitteisessä omakotitalossa. (Motiva, Kotitalouksien sähkönkäyttö 2011)

3.1.1 Suora sähkölämmitys

Suorassa eli huonekohtaisessa sähkölämmityksessä lämpö tuotetaan huoneen sen hetkiseen tarpeeseen huoneessa olevassa lämpölaitteen sähkövastuksessa eli esimerkiksi sähköpatterissa. Pienen massansa ansiosta suora sähkölämmitys on nopea reagoimaan esimerkiksi auringonpaisteen tai yöpakkasten tuomaan lämpötilanmuutokseen. Lämpötilan säätö toteutetaan mekaanisen tai elektronisen termostaatin avulla. Sähkölämmitystä käytetään yleensä pienrakennusten lämmitykseen. (Energiatehokas koti, Sähkölämmitys, 20.9.2016)

3.1.2 Varaava sähkölämmitys

Varaavassa sähkölämmityksessä lämpöä tuotetaan rakennuksessa sijaitsevaan varaajaan tai sähkökattilaan, josta sitä voidaan purkaa käyttöön tarpeen mukaan. Lämpöä on tässä muodossa useimmiten tarkoitus varata yöaikaan halvemalla yösähköllä. (Vattenfall, Sähkölämmitys, 20.9.2016) Nykyajan sähkön hintapolitiikan mukaisesti yösähkö ei kuitenkaan enää ole huomattavasti päiväsähköä edullisempää, joten hyödyt jäävät vähäisiksi.

Sähköenergiaa ja sähkönsiirtoa myyviä yrityksiä on Suomessa useita. Internetistä löytyy monia sivustoja, joilla voi vertailla eri yritysten hintoja, kuten esimerkiksi sähkönhinta.fi ja sähkövertailu.fi.

3.2 Kaukolämpö

Kaukolämpö on Suomessa yleisin lämmitysmuoto ja 166 Suomen kunnasta löytyy kaukolämpöverkko. Kaukolämmöllä tuotettiin noin 46 % Suomen lämmitysenergiasta vuonna 2012. Kaukolämmön tuotanto tapahtuu sähkön ja lämmön yhteistuotantolaitoksissa sekä erillisissä lämpölaitoksissa. Yhteistuotantolaitoksissa otetaan talteen hukkalämpö, joka syntyy turbiineissa sähköntuotannon yhteydessä. Tämä onkin energiatehokas energiantuotantotapa, jonka osuus kaukolämmön tuotannossa on kasvanut viime vuosikymmenien aikana merkittävästi. Kaukolämmön ekologisuuteen ja ympäristövaikutuksiin vaikuttaa voimalaitos ja siellä käytettävä polttoaine. Kaukolämpölaitoksen polttoaineena voidaan käyttää esimerkiksi maakaasua, kivihiiltä, turvetta, öljyä tai ympäristövaikutuksiltaan vähäisempää uusiutuvaa energiaa kuten puuta, haketta, pellettiä tai biokaasua.

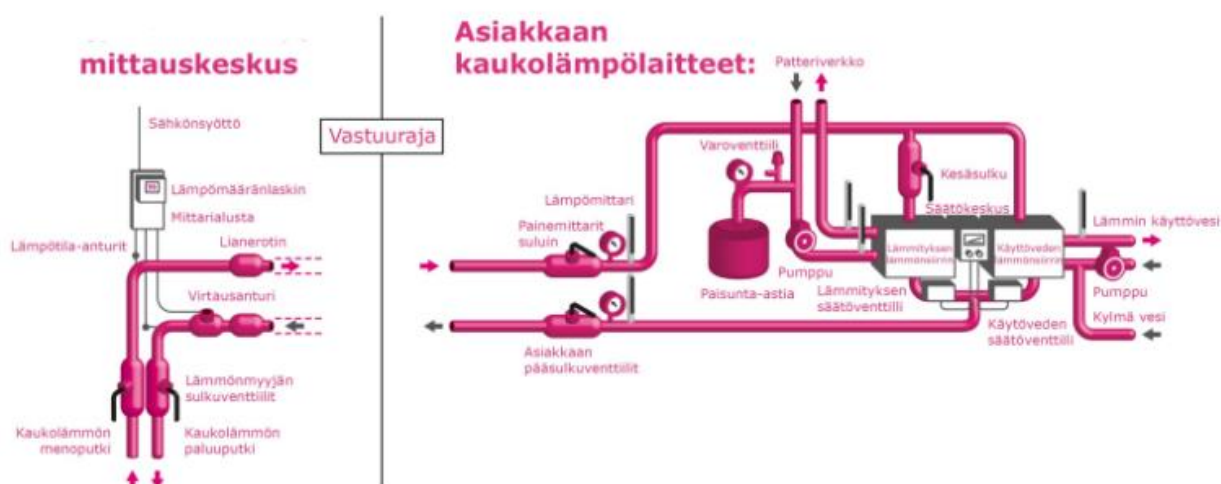
Asiakkaille kaukolämpö siirtyy kaukolämpöverkkoa pitkin. Verkosto koostuu kahdesta eristetystä yleensä teräksisestä putkesta, joista toinen kuljettaa kuumaa menovettä asiakkaille ja toinen vie lämpöä luovuttaneen veden takaisin laitokselle. Verkostossa kiertävää puhdistettua vettä joka on korroosion estämiseksi hapetonta sekä sisältää vaaratonta väriainetta mahdollisten vuotojen havaitsemiseksi. Asiakkaan käyttökohteessa kaukojärjestelmän lämpö siirretään rakennuksen lämmönjakokeskukseen. Lämmönjakokeskuksessa on oma lämmönsiirrin tilojen lämmitykselle ja lämpimälle käyttövedelle, joka myös erottaa lämmönjakojärjestelmän ja kaukolämpöverkon vedet toisistaan. Lämmönjako tapahtuu useimmiten vesikeskuslämmityksenä patteri- tai lattialämmityksen kautta, mutta myös ilmanvaihto- tai ilmalämmityksenä. Erilliselle lämminvesivaraajalle ei kaukolämpökohteissa ole tarvetta.

Hinnaltaan kilpailukykyinen kaukolämmitys on aina hyvä ottaa huomioon lämmitysmuotoja vertailtaessa, jos kaukolämpöverkko vain on kohteeseen saatavilla. Kaukolämmön kustannukset koostuvat kolmesta osasta: liittymismaksusta, tehomaksusta ja energiamaksusta. Liittymismaksu maksetaan kaukolämpöverkkoon liittyessä ja sillä katetaan esimerkiksi verkoston rakentamiseen liittyviä kustannuksia. Liittymismaksuun vaikuttavat kiinteistön koko ja sen etäisyys lämpölaitoksesta, tehomaksuun vaikuttaa liittymän koko ja yleensä kiinteistökohtaiseen energiamaksuun vaikuttaa käytetyn energian määrä. (Motiva, Kaukolämpö, 17.10.2016)

Liittymismaksut ovat omakotitalossa, jonka mitoitusteho on 10 kWh, suuruudeltaan noin 1400–5500 €, riippuen kaukolämpöyhtiöstä. Energia- ja tehomaksutkin ovat suuruudeltaan vaihtelevia yhtiön mukaan, mutta 10 kW mitoitustehoisessa omakotitalossa maksu kuukaudessa on yhteensä noin 100–200 € (hinta 1.7.2016). Energiamaksut ovat yleensä vaihtelevia myös vuodenajan suhteen eli talvisin energiamaksu on kalliimpi. Tämän tarkoitus on tuoda hinnoitteluun kustannusvastaavuutta. Tehomaksu taas on summaltaan kiinteä. Kustannukset koskevat suoraan uudisrakennuksia, mutta ovat suuntaa-antavia kaukolämmön yleisten kustannusten suhteen. Saneerauskohteessa lisäkustannuksia aiheuttavat olemassa olevan järjestelmän muokkaaminen (esimerkiksi putkisto yms.) kaukolämpöjärjestelmään sopivaksi. (Energiateollisuus, Kaukolämpö, Kaukolämmön hintatilasto 1.7.2016 Excel, 17.10.2016)

Kaukolämpöä tarjoavia energiayhtiöitä on Suomessa useita ja oman alueensa kaukolämmön toimitajalta saa lisätietoa kaukolämpöverkkoon liittymisestä ja sen tarkemmista kustannuksista.

Liittyminen kaukolämpöön omakotitaloissa

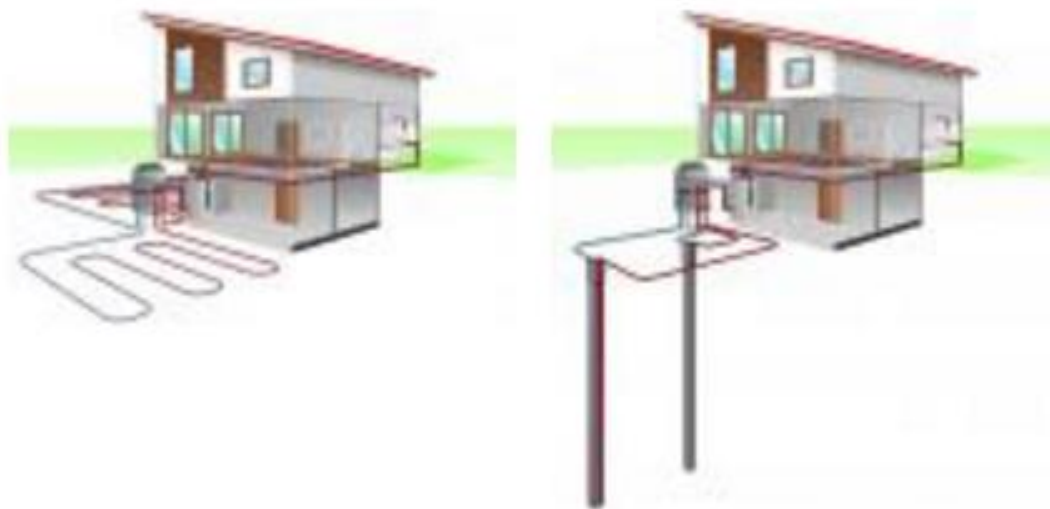


Kuva 2. Liittyminen kaukolämpöverkkoon omakotitalossa. (Vaasan Sähkö, Liittyminen kaukolämpöverkkoon)

3.3 Maalämpöpumppu, MLP

Maalämpöpumpun toiminta perustuu maaperään, kallioon tai veteen varastoituneen auringon lämpöenergian, maapallon ytimestä kallioon johtuvan fissioenergian sekä lämpimien pohjavesien lämpöenergian talteenottoon. Maalämpöpumpun kompressoria käytetään sähköllä. Pumpun tuottamasta lämmöstä noin 2/3 on maaperästä saatua uusiutuvaa energiaa ja 1/3 on sähköllä tuotettua energiaa. Maalämpöpumpun keruuputkistossa kierrätetään jäätymätöntä nestettä, josta saatava lämpö höyrystää lämpöpumpun kylmäaineen. Kompressorilla kasvatetaan höyrystyneen kylmäaineen painetta, jolloin sen lämpötilakin nousee. Lämpöpumpun lauhdutin lauhduttaa kylmäaineen takaisin nesteeksi, jolloin lämpöä siirtyy lämmönjakoverkkoon. Maalämmön lämmönkeruupiiri voidaan asentaa joko vaakaputkistona noin metrin syvyyteen, lämpökaivoon tai vesistöön. Näistä yleisin on lämpökaivo, koska sen asennukseen ei vaadita paljoa pinta-alaa. Lämpökaivo on kuitenkin yleensä lämmönkeruvaihtoehtona kallein. Maalämmön etuja ovat järjestelmän vaivattomuus, pienet käyttökustannukset, helppokäyttöisyys ja huollon vähäinen tarve. Alkuinvestointina maalämpöpumppu on suuri, uuteen 150 m² kohteeseen asennettuna kustannukset ovat noin 12 000- 16 000 € ja saneerauskohteeseen tätäkin kalliimmat, noin 15 000- 22 000 €. Maalämmössä vuosilämpökerroin on yleensä 2,5- 3,5 välillä. (Motiva, Maalämpöpumppu, MLP, 29.9.2016)

Maalämpöpumppujen toimittajia ovat esimerkiksi NIBE, Thermia, Oilon ja Alpha-InnoTec.



Kuva 3. Maalämpö, vaakaputkisto ja lämpökaivo. (GEBO CleanTech, Maalämpö)

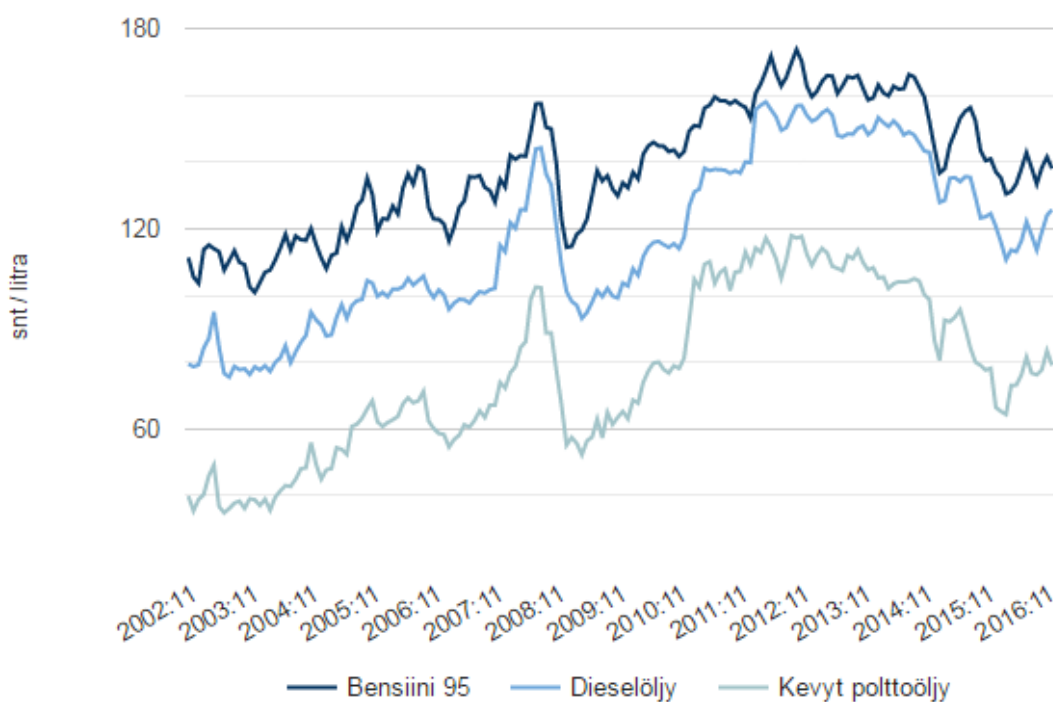
3.4 Öljylämmitys

Öljylämmityksessä järjestelmä koostuu öljykattilasta, öljypolttimesta, öljysäiliöstä sekä säätölaitteista. Nykyään uusien öljykattiloiden hyötysuhde on noin 90- 95 % ja palaminen on hyvinkin puhdasta. Erilliselle lämminvesivaraajalle ei ole tarvetta, koska järjestelmä tuottaa energian sekä huoneiloihin, että lämpimälle käyttövedelle. Lämmönjako huoneisiin tapahtuu vesikiertoisen lämmönjakojärjestel-

män kautta. Öljyn hinnan nousun ja vaihtelun vuoksi (Kuva 4.) öljylämmitys ei ole enää varsinkaan uusissa kohteissa suosittu lämmitysmuoto. Käyttökustannuksia öljylämmityksessä voidaan hillitä esimerkiksi liittämällä siihen aurinkolämpöjärjestelmä (voidaan kattaa noin 25- 30 % lämmöntarpeesta) tai käyttämällä kaksoispesäkattilaa yhdistettyyn puulämmitykseen. Öljylämmityskattila ei ole aivan niin huolto- ja vikavapaa kuin moni muu järjestelmä. Kattilassa on sähkövastukset mahdollisten häiriöiden varalta. Määräaikaishuolto tulisi teettää ammattilaisella, jotta palaminen olisi mahdollisimman puhdasta ja polttoaineen käyttö tehokasta. Nuohous ja polttimen huolto tulisi suorittaa noin kerran vuodessa ja öljysäiliön puhdistus säiliöstä riippuen noin 5-10 vuoden välein. (Motiva, Öljylämmitys, 29.9.2016)

Öljy- ja biopolttoaine Ry:n mukaan kevyen polttoöljyn hinta 11/2016 on 79 snt/litra. Hinta sisältää toimituksen asiakkaan säiliöön. (Öljy- ja biopolttoaineala Ry, Öljytuotteiden kuluttajahintojen kehitys, 21.11.2016)

Öljylämmitysjärjestelmien toimittajia ovat esimerkiksi Arimax ja Jäspi.



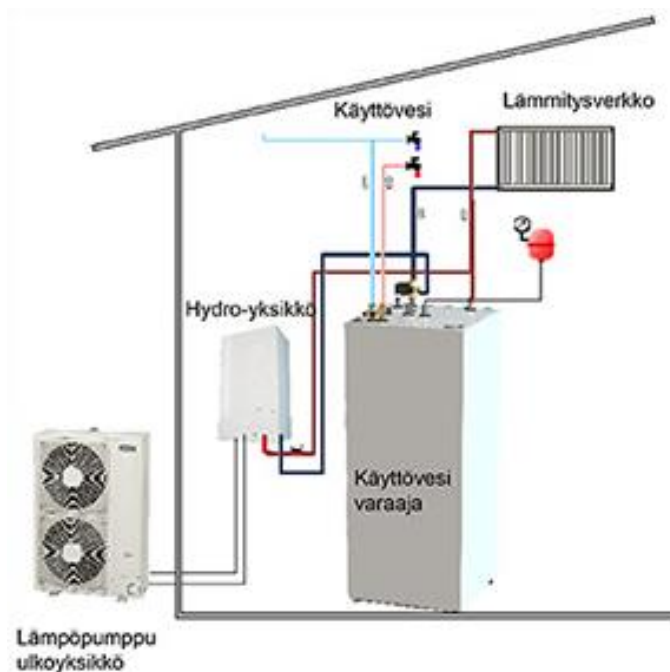
Kuva 4. Öljyn hinnankehitys. (Öljy- ja biopolttoaineala Ry, tilastot, hinnat ja verot, Öljytuotteiden kuluttajahintojen kehitys)

3.5 Ilma-vesilämpöpumppu

Ilma-vesilämpöpumppu eli UVLP ottaa ulkoilmasta lämmitysenergiaa siirtäen sen vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään. UVLPssa on kaksi lämmönsiirrintä eli höyrystin ja lauhdutin. Yleisimmin UVLPn lämmitystehoa säädetään ohjaamalla kompressorin kierroslukua eli ne ovat ns. invertterimalleja. Tällä tavoin ohjattuna laite tuottaa sopivan määrän lämpöenergiaa ja parantaa järjestelmän hyötysuhdetta, kompressorin kestoja sekä pienentää käynnistymisestä johtuvia kulutushuippuja.

UVLPlla voidaan kattaa talon lämmitystarve kokonaan, mutta se tarvitsee tuekseen varalämmitysjärjestelmän kylmimpiä aikoja varten, koska pakkasella ulkolämpötilan laskiessa myös laitteen lämmitysteho ja hyötysuhde laskevat. Noin -20 asteen pakkasilla UVLPn lämpökerroin on 1,4 -1,8 tai se voi laitekohtaisesti tippua jopa sähkölämmityksen tasolle. Kompressorin avulla voidaan täyttää tilojen lämmityksen- ja käyttöveden tarve noin +50 C asti ja siitä ylimenevän osan lämmitykseen käytetään esimerkiksi laitteen sähkövastusta. Vaikka vuodessa ei ole montaa sellaista päivää kun UVLPn teho ei riitä, varalämmitysjärjestelmä on mitoitettava täydelle lämmitystarpeelle, koska todella kylmällä ilmalla UVLP sammuttaa itsensä. UVLPn hyviä puolia on esimerkiksi se, että se on helppo asentaa saneerauskohteeseen olemassa olevan lämmitysjärjestelmän tilalle tai sen rinnalle. Investointina esimerkiksi maalämpöpumppuun verrattuna UVLP on edullisempi, hinnaltaan yleensä noin 7000–14000 €, mutta vuosittain saadun ilmaisenergian määrä on vähäisempi. (Motiva, Ilma-vesilämpöpumppu, UVLP, 18.10.2016)

Ilma-vesilämpöpumppujen toimittajia ovat esimerkiksi NIBE, Hitachi, Mitsubishi Electric ja Panasonic



Kuva 5. Ilma-vesilämpöpumppu. (Parhaat lämpöpumput, HITACHI Yutempo-ilma-vesilämpöpumppu)

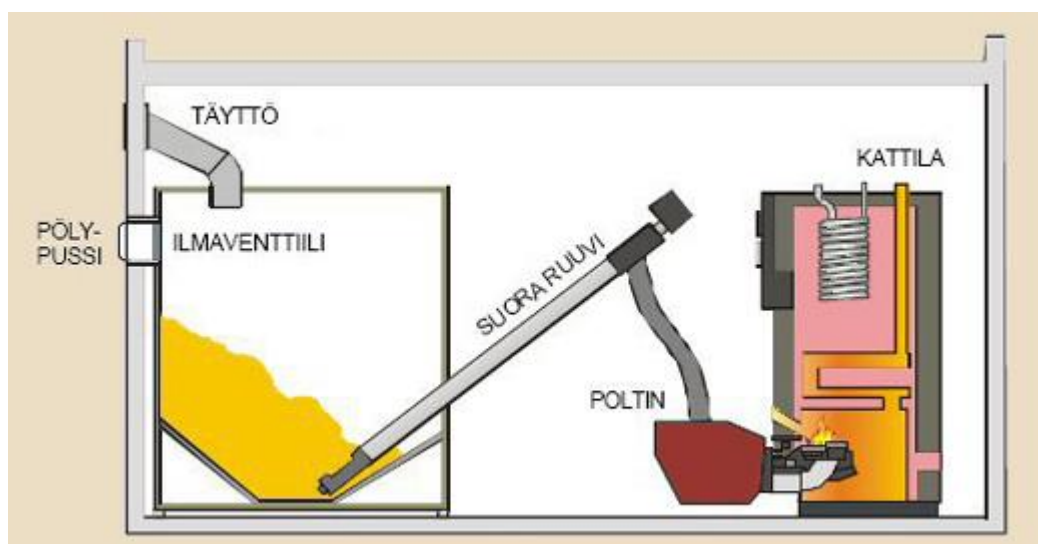
3.6 Pellettilämmitys

Pelletit valmistetaan puuteollisuuden sivutuotteena syntyvästä sahajauhosta, kutterinpurusta ja hiontapölystä puristamalla pienikokoisiksi sylintereiksi. Polttoaineena pelletit ovat kotimaisia, eivät kuormita ympäristöä suuresti ja sisältävät energiaa tiiviissä muodossa. Pellettilämmitysjärjestelmän muodostavat kattila, poltin, siirtoruuvi ja varastosiilo. Siiloon varastoidaan pelletit ja sen tulee sijaita kattilahuoneen suhteellisessa läheisyydessä. Varastosiilo voi olla oma kylmä tai lämmin varastotilansa ja sijaita esimerkiksi maan alla. Tärkeää kuitenkin on, että siilo on kuiva ja sähkötön sekä täysin pölytiivis. Omakotitalossa siiloon on hyvä mahtua vuoden tarpeen edestä pellettejä (noin 4 tonnia) eli kooltaan sen tulisi olla noin 8 m³. Pellettien siirto siilosta polttimelle tapahtuu siirtoruuvilla, jossa polttimen ohjausyksikkö säätelee syöttöruuvia, palamisilmapuhallinta sekä poltinta lämmöntarpeen mukaan. Pellettipoltin pystytään asentamaan varsinaisen pellettikattilan lisäksi myös esimerkiksi suu-

rimpaan osaan öljy- ja puukattiloita. Pellettilämmitykseen siirtymistä harkittaessa pitää huomioida säiliöauton pääsy varastosilolle. Jos haluaa pelletit toimitettavan säiliöautolla, vähimmäistilaus on yleensä 4 tonnia pellettejä ja säiliöauton tulee päästä vähintään 15 metrin päähän varastosilosta. Vaihtoehtoisesti pelletin voi myös ostaa 500 kg:n säkeissä. Pellettikattila vaatii huoltoa määräajoin, joissain kattiloissa tulee suorittaa nuohous ja tuhkan poisto 1-2 kuukauden välein, täysautomaattisissa riittää, kun huolto tehdään 2-3 kertaa vuodessa. Myös silo tulee tyhjätä ja puhdistaa 2-3 vuoden välein, jotta estettäisiin pohjalle kertyneen hienoaineen haitallinen vaikutus pelletin siirtoon. (Motiva, Pellettilämmitys, 3.11.2016)

Pelletin tämänhetkinen hinta kuluttajalle on noin 272 €/tonni eli noin 57 €/MWh. (Tilastokeskus 2016, 3.11.2016)

Pellettilämmitysjärjestelmien toimittajia ovat esimerkiksi Arterm, Jäspi ja NIBE.



Kuva 6. Pellettilämmitysjärjestelmä. (Pellettilämpö Oy)

3.7 Aurinkokeräimet

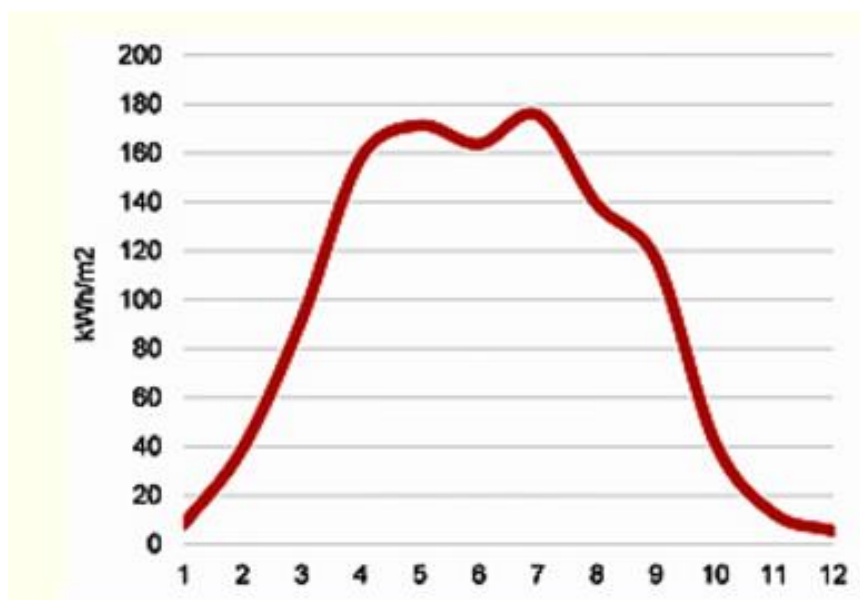
Aurinkolämmitysjärjestelmän toiminta perustuu aurinkoenergian talteenottoon, jossa aurinkokeräin muuntaa auringon säteilyn lämmöksi. Aurinkokeräimen lämpöenergia siirtyy lämmönsiirtoaineen, yleisimmin lämmönsiirtonesteeseen, avulla eteenpäin varaajalle. Aurinkokeräinjärjestelmä koostuu useimmiten lämmönkeruulaitteistosta eli aurinkokeräimestä, lämpövarastosta eli esimerkiksi lämminvesivaraajasta sekä lämmönsiirtoputkistosta. Lämmönsiirtolinjaan kuuluu myös pumppuyksikkö turvalaitteineen sekä ohjauskeskus ja varaajan aurinkolämpökierukka. Aurinkolämpöjärjestelmissä lämpövarasto on useimmiten tarpeellinen, koska aurinkoenergian saanti on vaihtelevaa (Kuva 7) esimerkiksi vuodenaikojen, sääolosuhteiden sekä maantieteellisen sijainnin vuoksi eikä energian kulutus välttämättä tapahdu juuri auringonpaisteen aikaan. Ohjausyksikön tiedonsaanti tapahtuu mittantureiden avulla. Järjestelmässä on oltava myös asianmukaiset ilmaventtiilit, varoventtiilit ja paisuntasäiliö. Aurinkolämpökeräimien eri tyyppejä ovat esimerkiksi tasokeräimet ja tyhjiöputkikeräimet. (Motiva, Aurinkolämpöjärjestelmät, 14.11.2016)

Aurinkokeräimen toimintaan sekä hyötysuhteeseen vaikuttavat erityisesti keräimen sijoitus ja suuntaus. Keräin tulisi sijoittaa sellaiseen paikkaan, että auringon säteily tavoittaisi sen mahdollisimman esteettömästi. Optimaalisin asennussuunta keräimelle olisi etelää kohten. Optimaalisin kallistuskulma taas riippuu painotuksesta. Koko vuoden tuottoa ajatellen kallistuskulman tulisi olla 45 astetta, kun taas haettaessa parasta tuottoa kesällä, voidaan keräin asettaa loivempaan kulmaan. Muita hyötysuhteeseen vaikuttavia tekijöitä ovat esimerkiksi järjestelmän lämmöneristys ja tiiveys, kyky absorboida ja siirtää lämpöä, lämmönsiirtoaineen ominaisuudet, lämpötila, jossa kerääjää käytetään sekä ulkolämpötila ja tuulisuus. (Aurinkoteknillinen Yhdistys Ry, Aurinko Opas -04, 14.11.2016)

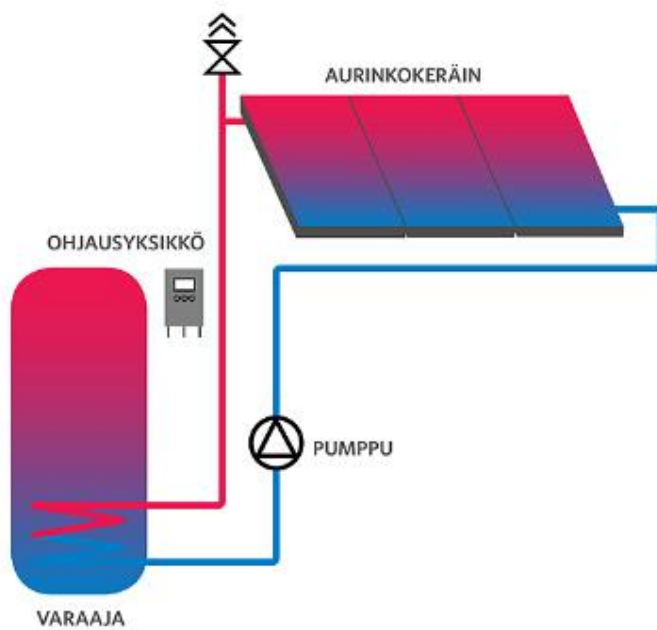
Omakotitaloon sopivissa pienissä keräinjärjestelmissä (4-20 m²) aurinkokeräinlaitteiston hankintahinta asennuksineen on noin 500–1000 €/keräineliö. (Finsolar, Aurinkojärjestelmien kannattavuus ja hintatasot, 22.11.2016)

Suomessa aurinkokeräimien realistinen maksimituotto on yleensä noin 400 -500 kWh/m² vuodessa. (YmpäristöEnergia, Aurinkokeräin, Teho ja tuotto, 24.11.2016)

Aurinkolämpöjärjestelmien toimittajia ovat esimerkiksi Ruukki, Kardonar Bioenergy Solutions Oy ja Novafuture.



Kuva 7. Keskimääräiset kuukausittaiset säteilymäärät Suomessa. (Motiva, Keskimääräiset kuukausittaiset säteilymäärät kWh/m² 45 asteen kulmassa olevalle, etelään päin suunnatulle keräinpinnalle Suomessa)



Kuva 8. Aurinkolämpöjärjestelmä. (Motiva, aurinkokeräinjärjestelmä)

4 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN UUSIMINEN ESIMERKKIKOHTEESEEN

Esimerkkikohteena käytetään 120 neliömetrin suoralla sähkölämmityksellä lämpiävää 80-luvun omakotitaloa, jossa asuu neljä henkilöä. Suoran sähkölämmityksen lisäksi kohteessa on käytössä ilma-lämpöpumppu, jonka on todettu toimivan hyvin vähentäen lämmityskustannuksia. Kohteen lämminvesivaraaja on tullut elinkaarensa päähän ja käyttöveden lämmitysjärjestelmä on päätetty uudistaa käyttäen käyttöveden lämmityksessä ilma-vesilämpöpumppua ja tämän rinnalla aurinkokeräimiä. Varalämmitysjärjestelmänä toimii edelleen sähkölämmitys. Uuteen järjestelmään päädyttiin verrattain edullisten asennuskustannusten vuoksi sekä siksi, että sen asentamiseen ei vaadittu suuria muutoksia.

4.1 Käyttövesivaraajan uusiminen

Käyttöveden keskimääräisenä kulutuksena voidaan pitää 50 l/hlö/vrk (Motiva, Vedenkulutus, 16.11.2016) eli nelihenkisessä perheessä tämä tarkoittaisi noin 200 litran päivittäistä lämpimän käyttöveden kulutusta. Varaajan tilavuuden tulisi olla noin 2-3 kertainen lämpimän veden päivittäiseen kulutukseen nähden eli tässä tapauksessa noin 400–500 litran vetoinen. Koska kohteessa lämmintä käyttövettä lämmitettäisiin ilma-vesilämpöpumpun sekä aurinkokeräimien avulla, valitaan uudeksi lämminvesivaraajaksi hybridivaraaja.

4.2 Ilma-vesilämpöpumpun mitoitus ja asennus

Ilma-vesilämpöpumppuja on Monoblock- ja Split-mallisia. Näiden suurin ero on siinä, että Monoblock-mallissa koneisto ja tekniikka ovat ulkoyksikössä ja Split-mallissa ne jakautuvat ulko- ja sisäyksiköihin. Monoblock-mallin laitteissa järjestelmän eristyksestä on tärkeä huolehtia, koska koko tekniikan ja kiertävän nesteen tullessa rakennuksen ulkopuolelle, on jäätymisriski olemassa. Monoblock-mallin ilma-vesilämpöpumput ovat yleensä hankintahinnaltaan jopa 50 % Split-mallisia edullisempia ja nopeampia asentaa. (Motiva, Hanki hallitusti ilma-vesilämpöpumppu, 16.11.2016)

Kohteeseen valitaan Split-mallin laite, Panasonic 9 kW, koska siinä neste kiertää ulko- ja sisäyksiköiden välissä eikä jäätymisriskiä periaatteessa ole. Ilma-vesilämpöpumppua on tarkoitus käyttää alkukevästä mahdollisimman pitkälle syksyyn tai jopa talven yli, joten järjestelmän toimiminen pakkaskeleilläkin on tärkeää. Kyseinen Panasonicin ilma-vesilämpöpumppu on myös helppo yhdistää aurinkokeräinten rinnalle ja siinä on esimerkkikohteen kaltaiseen saneerauskohteeseen sopivan pieni sisäyksikkö. Laitteen lämmitysteho on 9 kW ja lämpökerroin (COP +7) 4,74. (Kaukomarkkinat, Panasonic ilma-vesilämpöpumppu- esite, 22.11.2016)

Pumpun ulkoyksikkö tulee asentaa vähintään metrin korkeuteen, ettei se voi jäädä esimerkiksi lumi-kinosten alle ja sen tulee olla seinässä kiinni tukevasti. Pumpun ulkoyksikön ympärille ei tule asentaa minkäänlaista kehikkoa esimerkiksi ulkonäkösyihin vedoten, koska se heikentää pumpun ilmanotto-kykyä. Kondenssiveden muodostuminen täytyy myös huomioida asennuksessa esimerkiksi kondenssivesiputkella.

Pumpun ulkoyksikön mahdollinen sijoituspaikka olisi seinällä lämmönjakuhuoneen ulkopuolella, jotta matka pumpulta varaajalle olisi mahdollisimman lyhyt. Sijoituspaikkaan tässä kohteessa vaikuttaa myös aurinkokeräinjärjestelmän vaatimukset, koska se tullaan sijoittamaan ilma-vesilämpöpumpun läheisyyteen.



Kuva 9. Pumpun mahdollinen sijoituspaikka. (Oma kuvakokoelma)

4.3 Aurinkokeräinjärjestelmän mitoitus ja asennus

Paras asennussuunta aurinkokeräimille on etelä, joskin pienet poikkeamat kaakko-lounas-suunnilla ovat myös toimivia. Kallistuksen tulisi olla 30–60 asteen luokkaa. Noin 200 litran päivittäisellä käyttöveden menkillä ja 400–500 litran varaajalla keräinpinta-ala tulisi olla noin 6-8 neliometriä. Tällöin ne tuottaisivat lähes 100 % lämmitysenergian tarpeesta keskikesällä. (Kolumbus, Solpros, 17.11.2016) Todellisuudessa tässä kohteessa keräimiä ei välttämättä tarvitse mitoittaa niin isoiksi, koska niiden rinnalla toimii ilma-vesilämpöpumppu. Keräinten kallistuskulma olisi hyvä olla suhteellisen suuri, lähempänä 45 astetta, että järjestelmä tuottaisi lämpöä keväästä syksyyn asti. Kohderakennuksen katon kallistus on sinällensä liian suuri käyttötarkoitukseen, mutta asennustuilla siihen saisi aikaan sopivan kulman. Kattoa mahdollisesti varjostavat puut tulisi myös kaataa aurinkokeräinten toiminnan optimoimiseksi.



Kuva 10. Havainnekuva kohderakennuksen katon jyrkkyydestä. (Oma kuvakokoelma)

5 UUDEN LÄMMITYSJÄRJESTELMÄN ARVIOINTI

Tässä luvussa käsitellään laskemalla esimerkkikohteen nykyisiä ja uudistuksen jälkeisiä kustannuksia. Kohteessa ei ole aiemmin ollut tarkkaa seurantaan lämpimän käyttöveden kustannuksista, joten laskelmat tehdään arvioihin perustuen.

5.1 Kohteen aikaisemmat lämmityskustannukset

Kohteessa lämpimän käyttöveden energiankulutusta ei ole mitattu erikseen, joten se voidaan laskea kaavalla

$$Q_{lkv} = 58 \times V_{lkv} \quad (1)$$

jossa

Q_{lkv} = energiankulutus (kWh/vuosi)

V_{lkv} = kulutettu käyttöveden määrä (m³/vuosi)

58 = veden lämmittämiseen tarvittava energiamäärä vesikuutiota kohden (kWh/m³)

Kohteen lämpimän veden käyttömäärä on arviolta noin 200 l/vrk eli 73 000 l/vuosi. Kuutiometreinä tämä on 73 m³.

Tällöin saadaan sijoittamalla kaavaan 1:

$$Q_{lkv} = 58 \times 73 \text{ m}^3$$

$$Q_{lkv} = 4234 \text{ kWh/vuosi}$$

(Kaava 1. Motiva, Laskukaavat, Lämmin käyttövesi, 21.11.2016)

Sähkön hinta muodostuu sen myynnistä sekä siirrosta. Sähköenergian keskimääräinen hinta pientalossa Itä-Suomessa marraskuussa 2016 on noin 5,89 snt/kWh ja siirron hinta on keskimäärin 7,72 snt/kWh, joten sähkön hinnaksi kilowattituntia kohden muodostuu 0,1361 €. (Sähkön hinta, Energiavirasto, 22.11.2016) Vuodessa pelkän käyttöveden lämmitys sähköllä maksaa näin ollen noin 576 €.

5.2 Uuden järjestelmän hankintakustannukset

Alla hinnat ja tarkemmat sisältötiedot valituille järjestelmille.

Taulukko 1. Aurinkolämpöpaketin sisältämät komponentit. (Taloon.com, Ruukki Aurinkolämpöpaketti, 22.11.2016)

Aurinkolämpöpaketti Ruukki 6m²+ käyttövesivaraaja 400l

Hinta: 4190e

Sisältää:	Aurinkokeräimet 3kpl, yhteensä 6m ²
	Kattokiinnikkeet
	Kattoläpivienti
	Pumppu ja ohjausyksikkö
	Turvapaineventtiilin poistoletku
	Paisunta-astia tarvikesarjoineen
	Lämmönsiirtoneste 10l
	Lämmönsiirtoputki 15m, 20mm eriste
	Putkiliittimet keräinten ja pumpun välille
	Anturikaapelin kytkentärasia
	Käyttövesivaraaja 400l, sisältää aurinkokierukan, sauva-anodin ja 6kW sähkövastuksen



Kuva 11. Aurinkolämpöpaketti (Taloon.com, Ruukki Aurinkolämpöpaketti)

Taulukko 2. Ilma-vesilämpöpumpun sisältämät komponentit. (Maalämpötukku, Panasonic 9 kW Ilma-vesilämpöpumppu, 22.11.2016)

Ilma-vesilämpöpumppu Panasonic 9kW

Hinta: 4750e

Sisältää:	Sisäyksikkö WH-SX09F9E8
	Ulkoyksikkö WH-UX09FE8
	Pohjavastuspaketti CZ-NE3P



Kuva 12. Ilma-vesilämpöpumppu. (Maalämpötukku, Panasonic 9 kW Ilma-vesilämpöpumppu)

Valituilla komponenteilla järjestelmän hankintakustannukset ovat yhteensä 8940 €. Asennuskustannukset ilma-vesilämpöpumpulle ovat noin 2000€ (Haastattelu, E-P:n lämpötekniikka Oy, 24.11.2016) ja aurinkokeräinjärjestelmälle 2500€ (Rakentaja.fi, Mitä aurinkoenergiaratkaisut maksavat, 25.11.2016) eli hankinta ja asennuskulut yhteensä ovat noin 13 440 euroa. Järjestelmän asennuksen työn osuudesta voi hakea myös kotitalousvähennystä, joka on noin 25 % työn kustannuksista.

5.3 Uuden järjestelmän käyttökustannukset

Aurinkokeräinjärjestelmän vuosituottona voidaan pitää 441 kWh/keräineliö. (Ruukki, Tekninen esite, 25.11.2016) Uuden järjestelmän ollessa 6 m² kokoinen tämä tarkoittaisi 2646 kWh tuottoa vuositasolla. Aurinkokeräinjärjestelmä tuottaisi siis noin 60 % käyttöveden lämmittämiseen tarvittavasta energiasta ja järjestelmän käytöstä saatava rahallinen säästö olisi noin 350 euroa vuodessa.

9kW ilma-vesilämpöpumppu lämmittää vettä 9 astetta/m³/tunti eli 400 litraisessa varaajassa vesi lämpenee noin 22.5 astetta tunnissa.

Taulukko 3. Panasonic 9kW ilma-vesilämpöpumppu, tehotaulukko.

LWC	30		35		40		45		50		55	
Tamb	HC	IP	HC	IP	HC	IP	HC	IP	HC	IP	HC	IP
-15	9.00	3.28	9.00	3.55	9.00	3.95	9.00	4.34	9.00	4.77	9.00	5.20
-7	9.00	2.75	9.00	3.20	9.00	3.66	9.00	4.11	9.00	4.31	9.00	4.50
2	9.00	2.40	9.00	2.55	9.00	2.82	9.00	3.09	9.00	3.60	9.00	4.11
7	9.00	1.68	9.00	1.90	9.00	2.20	9.00	2.50	9.00	2.80	9.00	3.10
25	13.60	1.54	13.60	1.75	13.20	1.97	12.80	2.18	12.00	2.45	11.20	2.71

Taulukossa 3 esitetään Panasonic 9 kW ilma-vesilämpöpumpun arvoja eri lämpötiloissa. LWC 30 -55 ovat käyttöveden lämpötiloja, Tamb -15 -25 ulkolämpötiloja, HC ottoteho ja IP antoteho. Laitteen lämpökerroin COP saadaan taulukosta jakamalla ottoteho antoteholla eli esimerkiksi jos käyttövedestä halutaan 55 asteista ja ulkolämpötila on 7 astetta, saadaan lämpökerroin laskemalla HC/IP= 9/3.1= COP 2.9.

Ilma-vesilämpöpumpun sähkönkulutusta käyttöveden lämmityksessä on vaikea arvioida ja todelliset käyttökustannukset nähdään vasta laitteen käytön aikana. Laitteen lämpökertoimen (COP) avulla voidaan arvioida laitteen tehokkuutta taulukon arvojen (Taulukko 3) mukaan. Lämpökerroin kuvaa sitä, kuinka tehokkaasti laite muuttaa kulutetun sähköenergian lämpöenergiaksi (RefGroup, Mikä ihmeen ilmalämpöpumppu, 24.11.2016). Toukokuusta syyskuulle kuukauden keskilämpötila on vähintään +7 astetta (Ilmatieteenlaitos, Kuukausitilastot, 25.11.2016). Tällöin ilma-vesilämpöpumpun lämpökerroin on vähintään COP 2,9. Eli jokaista käyttämäänsä kilowattituntia sähköä kohden laite tuottaa 2,9 kWh lämpöenergiaa. Kesän kuumimpina päivinä +25 asteessa COP on 4,13 kun taas jo -15 asteessa lämpökerroin laskee 1,73:en. Vuoden kylmimpinä päivinä laitteen lämpökerroin laskee vain yhden tuntumaan, eikä käyttö ole enää taloudellista. Laitteen valmistajan esitteessään ilmoittama COP(+7) 4,74 pätee veden lämmittämiseen 35 asteiseksi (Kaukomarkkinat, Panasonic 9 kW ilma-vesilämpöpumppu-esitys, 25.11.2016), mutta laskukaavassa käytämme arvoja, jotka on annettu veden lämmittämiseen 55 asteiseksi.

Ilma-vesilämpöpumpun sähkönkulutusta COP:n avulla voidaan arvioida seuraavalla kaavalla

$$W_{lp, lkv} = \frac{Q_{jlt, lkv}}{COP_{tp, lkv}} \quad (2)$$

jossa

$W_{lp, lkv}$ = lämpöpumpun sähkönkulutus lämpimän käyttöveden lämmityksessä, kWh

$Q_{jlt, lkv}$ =jakson lämmöntarve lämpimälle käyttövedelle, kWh

$COP_{tp, lkv}$ =lämpökerroin toimintapisteessä käyttöveden lämmitykselle

Vuosittaisesta käyttöveden lämmityksen tehontarpeesta 4234 kWh vähennetään aurinkokeräinjärjestelmän vuosittainen tuotto 2646 kWh ja saadaan tulokseksi 1588 kWh, joka ilma-vesilämpöpumpun tulisi tuottaa vuositasona. Yhden kuukauden tehontarpeeksi saadaan tällöin 132,33 kWh. Arvioidaan karkeasti, että vuodessa on 1 kuukausi +25 astetta, 5 kuukautta keskimäärin +7 astetta, viisi kuukautta keskimäärin -7 astetta ja yksi kuukausi -15 astetta. Tässä laskennassa käytetään kyseisiä lämpötila-arvoja ja COP-arvoja, koska tarkempia arvoja ei valmistajalta ollut saatavissa.

Tällöin saadaan sijoittamalla kaavaan 2:

Jakso 1: +25 astetta, 1 kuukausi

$$W1_{lp,lkv} = \frac{132,33}{4,13} = 32 \text{ kWh}$$

Jakso 2: +7 astetta, 5 kuukautta

$$W2_{lp,lkv} = \frac{132,33 \cdot 5}{2,9} = 228,16 \text{ kWh}$$

Jakso 3: -7 astetta, 5 kuukautta

$$W3_{lp,lkv} = \frac{132,33 \cdot 5}{2} = 330,82 \text{ kWh}$$

Jakso 4: -15 astetta, 1 kuukausi

$$W4_{lp,lkv} = \frac{132,33}{1,73} = 76,5 \text{ kWh}$$

Ilma-vesilämpöpumpun vuotuinen sähkönkulutus saadaan laskemalla yhteen neljän käytetyn laskentajakson kulutukset.

Tällöin saadaan sijoittamalla kaavaan

$$W_{lp,lkv} = W1_{lp,lkv} + W2_{lp,lkv} + W3_{lp,lkv} + W4_{lp,lkv}$$

$$W_{lp,lkv} = 32 \text{ kWh} + 228,16 \text{ kWh} + 330,82 \text{ kWh} + 76,50 \text{ kWh} = 667,48 \text{ kWh}$$

Ilma-vesilämpöpumpun vuotuinen kulutus on 667,48 kWh ja sähkön hinnalla 0,1361 €/kWh se maksaa noin 91 €. Varsinkin sellaisina vuosina, kun talvikuukaudet ovat kylmiä, vuotuinen sähkönkulutus on laskettua arvoa suurempi. Kylmillä keleillä (alle -15 astetta) ilma-vesilämpöpumpun pitää välillä sulatella itseään ja tällöin se ei tuota energiaa, mutta kuluttaa sähköä. (Kaava 2. Lämpöpumppujen energialaskentaopas 2012, 25.11.2016)

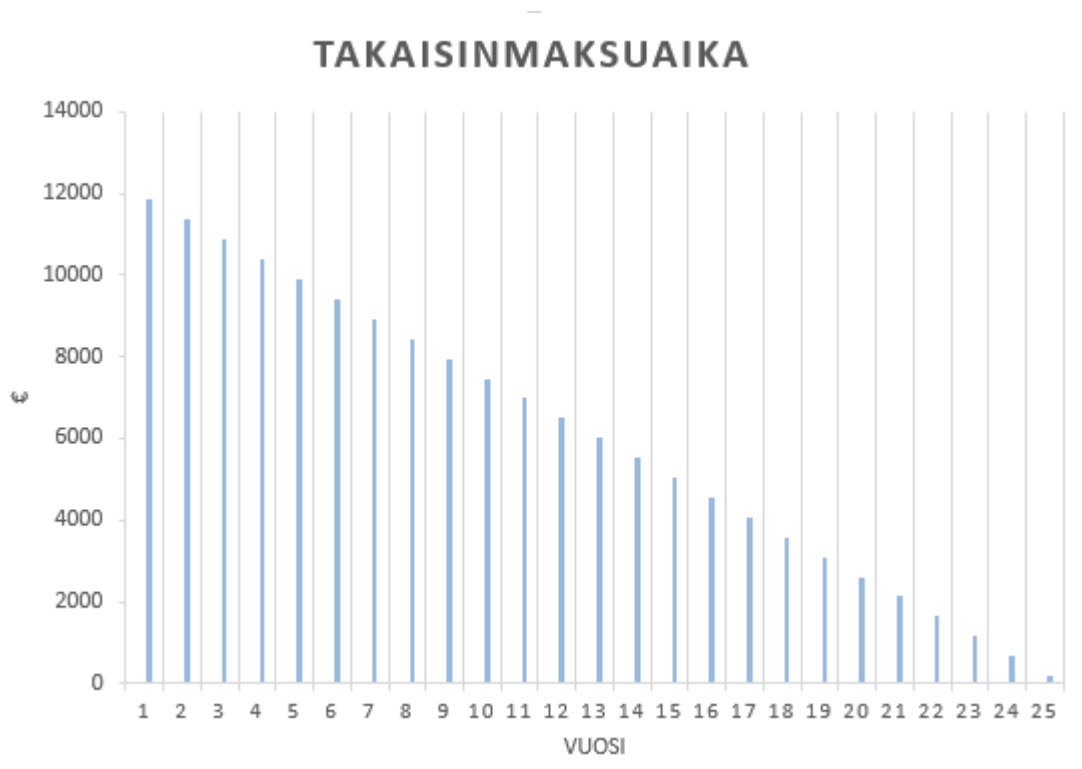
5.4 Uuden järjestelmän takaisinmaksuaika ja kannattavuuden arviointi

Järjestelmän takaisinmaksuaika on se aika, jona järjestelmä maksaa itsenä takaisin sen käytöstä syntyneillä säästöillä. Valitun järjestelmän kokonaishankinta- ja asennuskustannukset ovat 13 440 euroa. Kun kotitalousvähennys otetaan huomioon, jää kokonaiskustannukseksi noin 12 315 euroa.

Aurinkokeräinjärjestelmän arvioitu tuotto on vuodessa 2646 kWh ja käyttöveden lämmityskustannusten säästö pelkästään aurinkoenergian avulla on 350 euroa. Ilma-vesilämpöpumpulla käyttöveden lämmitystehontarpeesta täytetään loput eli 1558 kWh. Vuoden aikana ilma-vesilämpöpumppu kuluttaa 667,48 kWh sähköä.

Suoralla sähkölämmityksellä käyttöveden lämmityskustannukset olivat vuodessa 576 euroa ja uudella lämmitysjärjestelmällä ne ovat noin 91 euroa eli vuosittain säästöä syntyy 485 euroa. Takaisinmaksuajaksi muodostuisi tällöin noin 25 vuotta.

Kaavio 1. Takaisinmaksuaika.



6 YLEINEN MUISTILISTA LÄMMITYSJÄRJESTELMÄÄ UUSIVILLE

Tässä luvussa tehdään yhteenveto asioista, mitä tulee ottaa huomioon suunnitella lämmitysjärjestelmän uusimista.

1. Eristys ja tiiveys

Suunnitellaan sitten koko rakennuksen lämmitysjärjestelmän tai vain käyttöveden lämmitysjärjestelmän uusimista, rakenteiden, rakennusosien ja taloteknisten järjestelmien eristys ja tiiveys kannattaa ensin tarkistaa ja tarvittaessa korjata. Lämmitysjärjestelmän optimaaliselle toiminnalle on tärkeää, ettei lämpöä pääse karkaamaan, jolloin järjestelmä joutuisi toimimaan suuremmalla teholla kattaakseen lämmönmenetyksen eli energiaa ja rahaa kuluisi turhaan. Kuntoarvioita ja -kartoituksia suorittavat useat yritykset ympäri Suomen.

2. Rakennuksen ja maaperän asettamat vaatimukset

Kaikkiin kohteisiin ei ole mahdollista, tai kannattavaa asentaa joitain lämmitysjärjestelmiä. Jotkut järjestelmät vaativat runsaasti tilaa rakennuksen sisältä ja vierestä, kuten esimerkiksi pellettipoltin ja pelletin varastosilo ja jotkut maaperästä, kuten maalämpöjärjestelmä. Selvitä rakennuksen ja sen ympäristön mahdollisuudet haluamasi järjestelmän suhteen ja ota myös huomioon, että rakennusvalvonnan säädökset saattavat rajoittaa lämmitysjärjestelmän valintaa.

3. Asennus muiden remonttien yhteydessä

Joskus on järkevää yhdistää lämmitysjärjestelmän saneeraus muiden remonttien yhteyteen. Esimerkiksi aurinkolämmitysjärjestelmän asennus on helppo toteuttaa kattoremontin yhteydessä ja maalämpöjärjestelmän asennus pihan uudistamisen kanssa samanaikaisesti.

4. Kulutus

Jotta voi järkevästi vertailla järjestelmiä ja niiden mahdollisesti tuottamia säästöjä energian kuluksiin, pitää tietää rakennuksen nykyiset kulutustiedot. Jos kaikkia tietoja ei ole saatavilla, on myös yleisiä esimerkkisarvoja ja laskukaavoja, joiden avulla kulutustiedot voi selvittää. Esimerkiksi veden kokonaiskulutuksen voi omakotitalossa lukea vesimittarista. Jos tällaista ei ole, kulutuksen voi myös arvioida. Veden kulutuksen arvio on 90–270 litraa/asukas vuorokaudessa eli keskimäärin 155 litraa/asukas/vrk. Lämpimän käyttöveden arvio taas on 40–50 litraa asukasta kohden vuorokaudessa. (Arviot: Motiva, vedenkulutus, 24.11.2016) Sähkönkulutuksen tiedot saa esimerkiksi sähkölaskustaan tai sähköyhtiöltään kysymällä.

5. Kilpailutus

Kaikille järjestelmille on useampia toimittajia, joten kilpailutus on kustannusten vuoksi järkevää. Osa toimittajista ilmoittaa tuotteiden hinnat julkisesti esimerkiksi nettisivuillaan, osalle voi jättää tarjouspyynnön. Tarjouspyyntöä jättäessään kannattaa ensin miettiä, että pyyntö yksilöidään siten, että saadut tiedot ovat vertailukelpoisia keskenään ja mahdollistavat oikean ratkaisun tekemisen.

6. Asennus

Vaikka asennuksen voisi suorittaa itsekin, kannattaa kuitenkin turvautua ammattiasentajan apuun. Joillain tuotteilla esimerkiksi takuehdot pätevät vain ammattilaisen asentamina. Monesti myös toimittajan oman asentajan tekemä asennus takaa järjestelmän oikeat säädöt ja optimaalisen toiminnan. Näistä lisätietoa saat valitsemaltasi toimittajalta. Jos järjestelmien kytkennöistä haluaa lisää tietoa, esimerkiksi NIBE:n sivustolla voi luoda kytkentämalleja ja – kaavioita haluamalleen järjestelmälle. (NIBE, Kytkentämallit ja – kaaviot, 25.11.2016)

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella esimerkkirakennuksena käytettävään 120m² omakotitaloon käyttöveden lämmitysjärjestelmän uudistus ja arvioida lopputuloksen kannattavuutta.

Käyttöveden lämmitysjärjestelmä suunniteltiin uusittavaksi ennestään suoralla sähköllä toimivasta aurinkokeräimillä ja ilma-vesilämpöpumpulla toimivaksi. Valitun järjestelmän takaisinmaksuajaksi muodostui noin 25 vuotta, joka on huomattavan pitkä aika. Tässä tapauksessa sitä voidaan kuitenkin tarkastella suhteessa kiinteistönpitoaikaan ja asukkaiden asuessa talossaan vielä pitkään, järjestelmä on kuitenkin lopulta kannattava investointi. Sähkölämmitteisessä rakennuksessa energiaa säästävät järjestelmät ovat myös kiinteistön mahdollisen myynnin kannalta positiivinen tekijä. Ilma-vesilämpöpumpuilla parhaimmat tulokset on saatu yhdistettäessä ne vesikiertoiseen lattilämmitykseen, joten tulevaisuudessa sellaisenkin asennusta voisi harkita.

Pitkästä takaisinmaksuajasta huolimatta uuden järjestelmän tuoma prosentuaalinen vuosisäästö käyttöveden lämmityskustannuksissa on huomattava. Sähköllä lämmittäessä pelkän käyttöveden lämmittämiseen kului vuodessa melkein 600 euroa ja uudella lämmitysjärjestelmällä vuosittaiset kulut jäävät alle 100 euron eli sähkökustannukset laskivat 85 %.

Uuteen järjestelmään ei päädytty nopean tuoton takia, joten takaisinmaksuajan pituus ei ollut järjestelmän valinnassa tärkein tekijä. Uuden järjestelmän valinnan syitä olivat esimerkiksi järjestelmän ympäristöystävällisyys, yksinkertaiset asennustyöt sekä suhteellisen vähäinen huollontarve ja helppo ylläpito.

Sähköenergian ja sähkönsiirron hinta on noussut koko 2000-luvun ajan ja sen voidaan olettaa kasvavan vielä tulevaisuudessakin, joten investointi vähemmän sähköä kuluttaviin järjestelmiin ja laitteisiin kannattaa. Sähkön hinnan nousu myös sinällään lyhentää takaisinmaksuaikaa.

Ilma-vesilämpöpumppu on vielä suhteellisen uusi käsite ja kehittyy koko ajan. Tällä hetkellä ilma-vesilämpöpumppujen lämpökertoimet ovat melko pieniä varsinkin kylmemmällä kelillä ja ne antavat vuositasolla vähemmän ilmaisenergiaa kuin esimerkiksi maalämpö. Ilma-vesilämpöpumppu voi kuitenkin olla hyvä valinta esimerkkikohteen kaltaisessa rakennuksessa, jonne esimerkiksi maalämpöä ei voida tai haluta asentaa. Tulevaisuudessa ilma-vesilämpöpumppu voi olla vieläkin kannattavampi ratkaisu käyttöveden tai tilojen lämmittämiseen, jos sen lämpökerrointa saadaan kasvatettua eli sen antaman ilmaisenergian määrä olisi suurempi.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

- MOTIVA, 2016 [Verkkoaineisto] Perusteita valinnan tekemiseen. [Viitattu 2016-10-17] Saatavissa: http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/vertaile_lammitysjarjestelmia/perusteita_valinnan_tekemiseen
- MOTIVA, 2013 [Verkkoaineisto] Kotitalouksien sähkönkäyttö 2011. [Viitattu 2016-10-10] Saatavissa: http://www.motiva.fi/files/8300/Kotitalouksien_sahkonkaytto_2011_Tutkimusraportti.pdf
- ENERGIATEHOKAS KOTI, 2016 [Verkkoaineisto] Sähkölämmitys. [Viitattu 2016-09-20] Saatavissa: http://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/lammitys/sahkolammitys
- VATTENFALL, 2016 [Verkkoaineisto] Sähkölämmitys. [Viitattu 2016-09-20] Saatavissa: <http://www.vattenfall.fi/fi/sahkolammitys.htm>
- MOTIVA, 2016 [Verkkoaineisto] Kaukolämpö. [Viitattu 2016-10-17] Saatavissa: <http://www.motiva.fi/kaukolampo>
- ENERGIATEOLLISUUS, 2016 [Verkkoaineisto] Kaukolämmön hintatilasto, Kaukolämmön hinnat 1.7.1026. [Viitattu 2016-10-17] Saatavissa: http://energia.fi/ajankohtaista_ja_materiaalipankki/materiaalipankki/kaukolammon_hintatilasto.html#material-view
- VAASANSÄHKÖ, 2016 [Verkkoaineisto] Liittyminen kaukolämpöön omakotitaloissa. [Viitattu 2016-10-17] Saatavilla: https://www.vaasansahko.fi/FI/Sisalto/PublishingImages/Pages/Tekniset-ohjeet/Vaasansahko_liittyminenkaukolampoon2_suomi.jpg
- MOTIVA, 2016 [Verkkoaineisto] Maalämpöpumppu, MLP. [Viitattu 2016-09-29] Saatavissa: http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/lammitysmuodot/maalampopumppu_mlp
- GEBO CLEANTECH, 2016 [Verkkoaineisto] Maalämpö. [Viitattu 2016-09-29] Saatavissa: <http://www.callidus.fi/fi/lammitys/ratkaisut/maalampo>
- MOTIVA, 2016 [Verkkoaineisto] Öljylämmitys. [Viitattu 2016-09-29] Saatavissa: http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/lammitysmuodot/oljylammitys
- ÖLJY- JA BIOPOLTTOAINEALA RY, 2016 [Verkkoaineisto] Öljytuotteiden kuluttajahintojen kehitys. [Viitattu 2016-11-21] Saatavissa: <http://www.oil.fi/fi/tilastot-1-hinnat-ja-verot/12-oljytuotteiden-kuluttajahintojen-kehitys>
- MOTIVA, 2016 [Verkkoaineisto] Ilma-vesilämpöpumppu, UVLP. [Viitattu 2016-10-18] Saatavissa: http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/lammitysmuodot/ilma-vesilampopumppu_uvlp
- PARHAAT LÄMPÖPUMPUT, 2016 [Verkkoaineisto] Ilma-vesilämpöpumput, Hitachi Yutaki S-ilma-vesilämpöpumppu. [Viitattu 2016-10-18] Saatavissa: <http://www.parhaatlampopumput.fi/ilmavesilampopumput.php>
- MOTIVA, 2016 [Verkkoaineisto] Pellettilämmitys. [Viitattu 2016-11-03] Saatavissa: http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/lammitysmuodot/pellettilammitys
- TILASTOKESKUS, 2016 [Verkkoaineisto] Energian hinnat. [Viitattu 2016-11-03] Saatavissa: http://tilastokeskus.fi/til/ehi/2016/02/ehi_2016_02_2016-09-07_tie_001_fi.html

- PELLETTILÄMPÖ OY, 2016 [Verkkoaineisto] Yleistä pelletistä. [Viitattu 2016-11-03] Saatavissa: http://www.pellettilampo.com/?Yleist%E4_pelletist%E4
- MOTIVA, 2016 [Verkkoaineisto] Aurinkolämpöjärjestelmät. [Viitattu 2016-11-14] Saatavissa: http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia/aurinkolampo/aurinkolampojarjestelmat
- AURINKOTEKNILLINEN YHDISTYS RY, 2016 [Verkkoaineisto] Aurinko-opas- 14 Aktiivinen aurinkoenergia, aurinkokeräimet. [Viitattu 2016-11-14] Saatavissa: http://www.aurinkoteknillinenyhdistys.fi/?page_id=168
- FINSOLAR, 2016 [Verkkoaineisto] Aurinkojärjestelmien hintatasot ja kannattavuus. [Viitattu 2016-11-22] Saatavissa: <http://www.finsolar.net/kannattavuus/aurinkolampojarjestelmien-hintatasot-ja-kannattavuus-suomessa/>
- YMPÄRISTÖENERGIA OY, 2016 [Verkkoaineisto] Aurinkokeräin, Teho ja tuotto. [Viitattu 2016-11-24] Saatavissa: http://www.energiakauppa.com/epages/energiakauppa.sf/fi_FI/?ObjectPath=/Shops/2014082005/Categories/Aurinkolaempoe/Aurinkokeraein/Teho_ja_tuotto11413289651556
- MOTIVA, 2016 [Verkkoaineisto] Vedenkulutus. [Viitattu 2016-11-16] Saatavissa: http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/mihin_energiaa_kuluu/vedenkulutus
- MOTIVA, 2016 [Verkkoaineisto] Hanki hallitusti ilma-vesilämpöpumppu. [Viitattu 2016-11-16] Saatavissa: http://www.motiva.fi/julkaisut/koti_ja_asuminen/hanki_hallitusti_ilma-vesilampopumppu.1046.shtml
- KAUKOMARKKINAT, 2016 [Verkkoaineisto] Ilma-vesilämpöpumput, Panasonic 9kW. [Viitattu 2016-11-22] Saatavissa: https://store.kaukomarkkinat.com/ka_esa/esa/ItemDetails.jsp?@where.ItemID@EQ=509596
- KOLUMBUS, 2006 [Verkkoaineisto] Solpros, Aurinkolämpöjärjestelmien perusteet, mitoitus ja käyttö. [Viitattu 2016-11-17] Saatavissa: <http://www.kolumbus.fi/solpros/reports/OPAS.pdf>
- MOTIVA, 2016 [Verkkoaineisto] Laskukaavat, lämmin käyttövesi. [Viitattu 2016-11-21] Saatavissa: http://www.motiva.fi/julkinen_sektori/energian kayton_tehostaminen/kiinteistojen_energianhallinta/kulutuksen_normitus/laskukaavat_lammin_kayttovesi
- ENERGIIVIRASTO, 2016 [Verkkoaineisto] Sähkön hintatilastot. [Viitattu 2016-11-22] Saatavissa: <https://www.energiavirasto.fi/sahkon-hintatilastot>
- TALON.COM, 2016 [Verkkoaineisto] Aurinkokeräimet, Ruukki aurinkolämpöpaketti. [Viitattu 2016-11-22] Saatavissa: <http://www.taloon.com/aurinkolampopaketti-ruukki-6-m-kayttovesivaraaja-400-l/R-D009.A25013/dp?openGroup=7652>
- MAALÄMPÖTUKKU, 2016 [Verkkoaineisto] Ilma-vesilämpöpumput, Panasonic 9kW. [Viitattu 2016-11-22] Saatavissa: <http://www.maalampotukku.fi/product/2251/panasonic-9-kw-ilmavesilampopumppu>
- SILLANPÄÄ Hannu, 2016 [Haastattelu] E-P:N Lämpötekniikka, ilma-vesilämpöpumpun asennuskustannukset. [Viitattu 2016-11-24]
- RAKENTAJA. FI, 2016 [Verkkoaineisto] Mitä aurinkoenergiaratkaisut maksavat. [Viitattu 2016-11-25] Saatavissa: https://www.rakentaja.fi/artikkelit/12682/mita_aurinkoenergiaratkaisut_maksavat.htm

- TALOON. COM, 2016 [Verkkoaineisto] Ruukki aurinkolämpöpaketti, tekninen esite. [Viitattu 2016-11-25] Saatavissa: http://www.taloon.info/pdf/ruukki/aurinkolampopaketti_ruukki_tekninen_esite.pdf
- REFGROUP, 2016 [Verkkoaineisto] Mikä ihmeen ilmalämpöpumppu, Energiansäästö ja lämpökertomet. [Viitattu 2016-11-24] Saatavissa: <http://www.ilmalampopumput.fi/fi/mika-ihmeen-lampopumppu/energiansaasto>
- ILMATIETEENLAITOS, 2016 [Verkkoaineisto] Kuukausitilastot, Suomi. [Viitattu 2016-11-25] Saatavissa: <http://ilmatieteenlaitos.fi/kuukausitilastot>
- ESKOLA Lari, JOKISALO Juha, SIREN Kai, 2012. [Verkkoaineisto] Lämpöpumppujen energialaskentaopas, lämpöpumpun sähkönkulutus. [Viitattu 2016-11-25] Saatavissa: <http://docplayer.fi/683121-Lampopumppujen-energialaskentaopas.html>
- NIBE, 2016 [Verkkoaineisto] KytKentämallit ja – kaaviot. [Viitattu 2016-11-25] Saatavissa: <http://www.nibe.fi/ammattilaiset/kytkentamallit-ja-kaaviot/nibe-f2030/kytkentamallit-ja-kaaviot/>

LIITE 1

Liitäntäperiaate

VVM 500 liitetty lämpöpumppuun, lisälämmönlähteeseen ja lisävarusteisiin (vaihteleva lauhdutus)

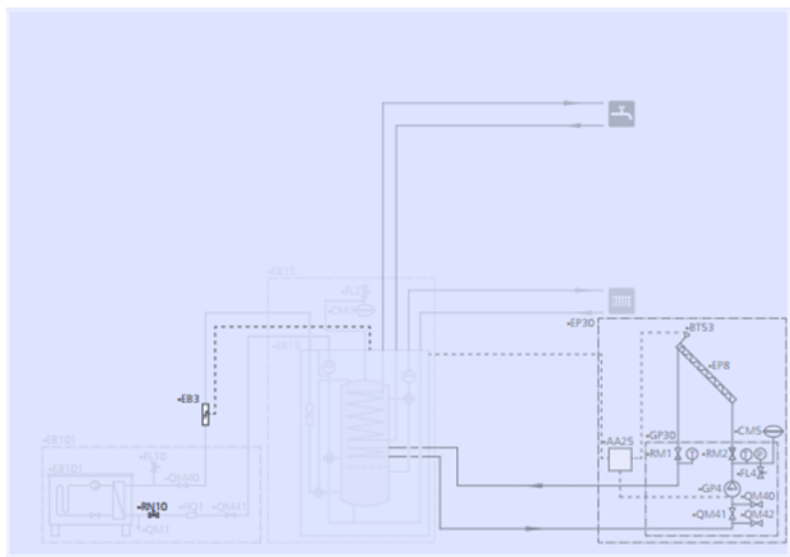
Käyttökohteet

Käinteistöt vesikiertoisilla lämmitysjärjestelmissä.

Vaihtoehto

- Yksi lämmitysjärjestelmä
 - Kaksi lämmitysjärjestelmää
 - Käyttövesi
 - LKV
 - Lämpöpumppu
 - Kattila
 - Ulkoinen sähkökattila
 - Sähkövastus
 - Vesivaippainen takka
 - Aurinko
 - Allasveden lämmitys lämpöpumpulla ja aurinkokeräimellä
 - Allasveden lämmitys lämpöpumpulla
 - Allasveden lämmitys aurinkokeräimellä
- Nollaa vaihtoehdot

HUOM! Tämä on periaatekaavio. Todellinen järjestelmä on suunniteltava voimassaolevien standardien ja määräysten mukaisesti. Lisätietoa on Asentajan käsikirjassa/Asennus- ja huolto-ohjeissa. Merkinnyt standardien IEC 81346-1 ja 81346-2 mukaan.



NBE Energy Systems OY • Juurakkotie 3, 01510 VANTAA, puh 09-274 697 0, fax 09-274 697 40, www.nibe.fi

ODM FI 1526-2
M11327
SIJU 1 (1)**Toiminta**

VVM 500 liitetty lämpöpumppuun, lisälämmönlähteeseen ja lisävarusteisiin (vaihteleva lauhdutus)

Perustoiminnot**Lämmöntuotanto**

VVM 500 on varustettu ulkolämpötilan ohjaamalla lämpöautomaattilla. Tämä tarkoittaa, että talon lämmitystä ohjaa säätökäyrän valittu asetus (lämpökäyrä ja sen muutokset). Säädon jälkeen taloon siirretään vallitsevan ulkolämpötilan vaatima lämpöenergia. Lämmöntuotannon yhteydessä ohjausjärjestelmä laskee lämpöenergiamäärän astemuutteen, mikä tarkoittaa, että lämmityksen kytkentää käsihoidetaan sen mukaan, mitä suurempi alilämpö sillä hetkellä on. Järjestelmän toiminnan nopeuttamiseksi tulee asentaa mukana toimitettu huoneanturi.

Käyttöveden lämmitys

Käyttöveden lämmityksen yhteydessä VVM 500 siirtyy käyttövesitilaan. Tässä tilassa talon lämmitysjärjestelmää ei lämmitetä. Käyttöveden lämmityksen maksimiaika voidaan asettaa valikkojärjestelmässä. Sen jälkeen lämmitetään talon lämmitysjärjestelmää jaksosajan loppuun, ennen kuin käyttövedentuotanto voidaan jatkaa.

Käyttöveden lämmitys käynnistyy, kun käyttövesianturin arvo on laskenut asetettuun käynnistyslämpötilaan. Käyttöveden lämmitys pysähtyy, kun käyttövesianturin (BT6) lämpötila on saavutettu. Tilapäistä käyttöveden suurta tarvetta varten on toiminto tilapäinen luksus, jonka avulla käyttöveden lämpötilaa voidaan korottaa 3-12 turnin ajaksi (valitaan valikoissa).

Lämpöpumppu

F2025F2026F2300 voidaan liittää VVM 500:aan. Lämpöpumppu lämmittelee VVM 500:ssa olevaa vettä. Kun lämmöntarve ylittää lämpöpumpun kapasiteetin, VVM 500:n sähkövastus kytketään automaattisesti päälle lisälämmönlähteeksi (suurin käytettävissä oleva lisäteho on 9 kW).

Laajennetut toiminnot**Lisälämmitysjärjestelmä**

Tämä toiminto vaatii lisävarusteen ECS 40/ECS 41. Shuntiventtiili, meno- ja paluulämpötilan anturi sekä kiertopumppu voidaan kytkeä toiseen lämmityspiiriin, jonka lämpötila on alhaisempi (esim. lattialämmitys). Sisäyksikkö säätää lisälämmitysjärjestelmän lämpötilaa shuntiventtiilillä lämpökäyrän mukaisesti (kullakin lämmitysjärjestelmällä on oma lämpökäyrä), huoneanturilla tai huoneyksiköllä. Sisäyksikköön voidaan liittää enintään 3 lisälämmitysjärjestelmää.

Lämpimän käyttöveden kierto (LKV)

Käyttöveden kiertopumppua voidaan ohjata valtuina ajanjaksoina päitteenä.

Kattila/lisäsähkö

Tämä toiminto vaatii lisävarusteen DEH 500 ja mahdollistaa ulkoisen lisälämmönlähteen, esim. öljy-, puu- tai pellettikattilan käytön lisälämmönlähteenä sekä kytketyn tehon nostamisen lämpöpumppukäytössä.

Ellei sisäyksikkö pysty pitämään menolämpötilaa oikeana, lisälämmönlähde kytketty päälle ja shuntti VVM 500:ssa aktivoituu. Shunttia ohjataan niin, että todellinen menolämpötila vastaa ohjausjärjestelmän laskettua menolämpötilaa. Kun lämmöntarve pienenee niin paljon, ettei lisälämpöä tarvita, shuntti suljetaan täysin. Kattila pidetään lämpimänä 12 tunnin ajan, jotta se olisi valmiina mahdollisen lisälämmöntarpeen yhteydessä.

Sähkövastus

Lämmityspiiriin voidaan liittää sähkövastus korvaamaan lämpöpumppu mahdollisten toimintahäiriöiden yhteydessä. Sähkövastus on mitoitetava niin, että se voi kattaa osan lämpöpumpun tehosta. Se kytketään VVM 500:n AUX-tuloon. Koko teho kytketään yhdessä portaassa.

Vesivaippainen takka

Tämä toiminto vaatii lisävarusteen SCA 30 ja mahdollistaa vesivaippaisen takan käytön lisälämmönlähteenä.

Meno- ja paluujohdot liitetään VVM 500:n liitäntöihin XL13 ja XL14.

Aurinkokeräin

Tämä toiminto vaatii lisävarusteen SCA 30 ja pumppuseman. Se sopii käinteistöihin, joissa on enintään 10 m² aurinkokeräin.

Aurinkokeräintä voidaan käyttää talon ja/tai käyttöveden lämmittämiseen.

Allasveden lämmitys lämpöpumpulla ja aurinkokeräimellä

Tämä toiminto vaatii lisävarusteen POOL 500, SCA 30 ja pumppuseman. Se sopii käinteistöihin, joissa on enintään 10 m² aurinkokeräin.

Järjestelmä voidaan varustaa vaihtoventtiilillä (QN19), jolla osa tai koko lämmitysvirtaus ohjataan allasvaihtimeen.

Aurinkokeräin lämmittelee VVM 500:ssa olevan veden. Kun haluttu lämpötila on saavutettu, lämpöpumppu estetään ja aurinkokeräin lämmittelee allasvettä. Altaan lämmityksen aikana lämmitysvettä kierrätetään lämpöpumpun ja allasvaihtimen välillä VVM 500:n latauspumpun (GP12) avulla, sen jälkeen lämmitysvettä kierrätetään VVM 500:n ja allasvaihtimen välillä ulkoisen kiertovesipumpun (GP14) avulla.

VVM 500:n sisäinen kiertovesipumppu (GP1) kierrättää lämmitysvettä lämmitysjärjestelmässä ja lisälämmönlähde voidaan kytkeä päälle tarpeen mukaan samalla kun sisäinen menolämpötila-anturi (BT2) valvoo jatkuvasti talon lämmitystarvetta.

Allasveden lämmitys lämpöpumpulla

Tämä toiminto vaatii lisävarusteen POOL 500. Järjestelmä voidaan varustaa vaihtoventtiilillä (QN19), jolla lämmitysvirtaus lämpöpumpusta ohjataan allasvaihtimeen.

Altaan lämmityksen aikana lämmitysvettä kierrätetään lämpöpumpun ja allasvaihtimen välillä VVM 500:n kiertovesipumpun (GP12) avulla. VVM 500:n sisäinen kiertovesipumppu (GP1) kierrättää lämmitysvettä lämmitysjärjestelmässä ja sisäinen menolämpötila-anturi (BT2) valvoo jatkuvasti talon lämmitystarvetta.

Allasveden lämmitys aurinkokeräimellä

Tämä toiminto vaatii lisävarusteen POOL 500, SCA 30 ja pumppuseman. Se sopii käinteistöihin, joissa on enintään 10 m² aurinkokeräin. Aurinkokeräin lämmittelee VVM 500:ssa olevan veden.

Altaan lämmityksen aikana lämmitysvettä kierrätetään VVM 500:n ja allasvaihtimen välillä ulkoisen kiertovesipumpun (GP14) avulla.

VVM 500:n sisäinen kiertovesipumppu (GP1) kierrättää lämmitysvettä lämmitysjärjestelmässä ja lisälämmönlähde voidaan kytkeä päälle tarpeen mukaan samalla kun sisäinen menolämpötila-anturi (BT2) valvoo jatkuvasti talon lämmitystarvetta.



NBE Energy Systems OY • Juurakkotie 3, 01510 VANTAA, puh 09-274 697 0, fax 09-274 697 40, www.nibe.fi

ODM FI 1526-2
M11327
SIJU 2 (2)

Laitelista

VVM 500 liitetty lämpöpumppuun, lisälämmönlähteeseen ja lisävarusteisiin (vaihteleva lauhdutus)

Kohta	Nimitys	Erittely	Merkki	Tuote n:o	Huom.
CL11	Ailajärjestelmä				
AA25	Ohjauksikkö	Sialtly POOL 500aan	NIBE	067 181	
BT51	Lämpölä-anturi, allas	Sialtly POOL 500aan	NIBE	067 181	
EP5	Lämmönsäädin, allas		Palms Fabrikar		
GP9	Kiertovesipumppu				
GP14	Kiertovesipumppu, jäähdytys				Vain kun aurinkokerän on liitetty allasaan
HQ1	Mudanentän				
QH19	Vaihtoverntilä, allas	Sialtly POOL 500aan	NIBE	067 181	
RM1	Takaisventtili				Vain kun aurinkokerän on liitetty allasaan
EB2	Sähkökattilajärjestelmä				
AA25	Ohjauksikkö	Sialtly DEH 500aan	NIBE	067 180	
EB2	Sähkökattila	ELK 15ELK 26ELK 42	NIBE	069 022/ 067 074/ 067 075	
GP15	Latauspumppu, ulkoinen lämmönlähde				
EB3	Sähkövastusjärjestelmä				
EB3	Sähkövastus	ELK 15ELK 26	NIBE	069 022/ 067 074	
EB15	Sisäyksikköjärjestelmä				
EB15	Sisäyksikkö	VVM 500	NIBE	069 400	
FL2	Varoventtili, lämmitysvesi				
CM1	Pakuntasäiliö, lämmitysvesi				
EB101	Lämpöpumppujärjestelmä				
EB101	Lämpöpumppu	F2025F2026F2300	NIBE		F2025: Ohjeistuksen versio pitää olla 51 tai uudempi.
FL10	Varoventtili, lämpöpumppu				
HQ1	Mudanentän	Sialtly F2000aan	NIBE		
QM1	Työntöventtili, lämmitysjärjestelmä				
QM10-11	Säiluventtili				
RM10	Säiluventtili				
EM1	Ulkoinen lisälämpö				
AA25	Ohjauksikkö	Sialtly DEH 500aan	NIBE	067 180	
BT52	Lämpölä-anturi, kattila	Sialtly DEH 500aan	NIBE	067 180	
EM1	Öljy-, kaasu-, pelletti- tai puukattila				
GP15	Latauspumppu, ulkoinen lämmönlähde				
EM2	Vesivaippainen takka				
AA25	Ohjauksikkö	Sialtly SCA 30aan	NIBE	067 179	
BT53	Lämpölä-anturi, aurinkokerän	Sialtly SCA 30aan	NIBE	067 179	



NIBE Energy Systems OY • Juurakkotie 3, 01510 VANTAA, puh 09-274 697 0, fax 09-274 697 40, www.nibe.fi

ODM FI 1526-2
M11327
SMU 3 (3)

VVM 500 liitetty lämpöpumppuun, lisälämmönlähteeseen ja lisävarusteisiin (vaihteleva lauhdutus)

CM5	Pakuntasäiliö				
EM2	Vesivaippainen takka				
EP21	Lämmitysjärjestelmä 2				
AA25	Ohjauksikkö	Sialtly ECS 40ECS 41aan	NIBE	067 287067 288	
BT2	Lämpölä-anturi, lämpölä-anturi	Sialtly ECS 40ECS 41aan	NIBE	067 287067 288	
BT3	Lämpölä-anturi, lämpölä-anturi	Sialtly ECS 40ECS 41aan	NIBE	067 287067 288	
GP20	Kiertovesipumppu, lämmitysjärjestelmä	Sialtly ECS 40ECS 41aan	NIBE	067 287067 288	
QH11	Shuntiventtili	Sialtly ECS 40ECS 41aan	NIBE	067 287067 288	
EP30	Aurinkokeränjärjestelmä				
AA25	Ohjauksikkö	Sialtly SCA 30aan	NIBE	067 179	
BT53	Lämpölä-anturi, aurinkokerän	Sialtly SCA 30aan	NIBE	067 179	
CM5	Pakuntasäiliö				
EP8	Aurinkokerän				
GP30	Pumppuasema				
FL4	Varoventtili, aurinko				
GP4	Kiertovesipumppu, aurinko				
QM10-12	Säiluventtili				
RM1-2	Takaisventtili				
QZ1	Käyttövesikierto				
GP9	Kiertovesipumppu				