TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

LÄMPÖPUMPPUJEN TEHONOHJAUS MAHDOLLISUUDET

Sami Harala

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2018
Talotekniikan koulutus
Sähköinen talotekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Talotekniikan koulutus
Sähköinen talotekniikka

Sami Harala
Lämpöpumppujen tehonohjaus mahdollisuudet

Opinnäytetyö 44 sivua, joista liitteitä 5 sivua
Huhtikuu 2018

Tämä opinnäytetyö oli osana EL-TRAN:in tekemään hanketta, jossa tutkittiin lämpöpumppujen vaikutusta sähköverkkoon. Tässä opinnäytetyössä selvitettiin, millaisia sähkötehon ohjausmenetelmiä lämpöpumpuille on olemassa, millaisia lämpöpumppuja Suomessa on myyty viimeisen viiden vuoden aikana ja miten niitä ohjataan. Tutkittavaksi valittiin asuinalue, jossa lämpöpumppujen määrä on lisääntynyt viime vuosien aikana ja tarkasteltiin alueen sähkötehon kulutusdataa. Lisäksi kohteisiin tehtiin kohdekäyntejä, joissa selvitettiin mistä kohteen sähkötehon kulutus johtui.

Tuloksista selvisi, että lämpöpumppuihin on nykyään saatavilla erilaisia tehon ohjausmenetelmiä, tosin osa niistä on saatavilla vain lisävarusteena. Kohdekäynneillä saatiin selville, että harvassa kohteessa on käytössä sähkötehon ohjausmenetelmiä. Kohdekäynneillä selvisi myös, että harvat asukkaat ovat valmiita ohjaamaan lämpöpumppuaan sähkötehoa säästellen, mikäli he eivät hyödy siitä rahallisesti.

Tulosten perusteella voidaan sanoa, että tulevaisuudessa pitää löytää tapa, jolla saadaan kuluttajat ohjaamaan lämpöpumppujaan sähkötehoa säästellen, varsinkin silloin kun sähkötehoa on rajallisesti saatavilla. Sähkötehon ohjauksien mahdollisuuksista tiedottaminen käyttäjille sekä sähkön siirtohinnan muuttaminen tehoperusteiseksi vähentäisivät kulutuspiikkien määrää.

Asiasanat: lämpöpumput, tehonohjaus,

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Building Services Engineering

Sami Harala:
The Possibilities of Controlling Heat Pumps

Bachelor's thesis 44 pages, appendices 5 pages
April 2018

The purpose of this thesis was to collect information on how the heat pumps can be controlled from the viewpoint of the electrical power and what kind of possibilities there are to control the heat pumps that are already installed in Finland. This thesis was part of the project by EL-TRAN studying the effect of heat pumps on the electrical grid.

This project collected technical information on the common heat pump models that have been sold in the last 5 years. House calls were also made asking questions about the type of heat pumps the residents have in their houses and how they use them.

The results showed that there are different systems to control heat pumps, althoug some of them are available as accessory. House calls revealed that power-controlling methods were not in use and that the residents were not so interested in controlling their heat pumps unless they can get some financial savings simultaneosly.

In the future a way is must be found to get the residents interested in controllling their heat pumps more energy-efficiently, if we want to reduce the consumption peaks. Informing the resident about the power controlling possibilities and changing the transfer price from an energy based to a power based payment would be one solution.

Key words: heat pumps, power control

SISÄLLYS

1 JOHDANTO ... 6
2 SÄHKÖN HINNOITTELU SUOMESSA ... 7
2.1 Sähkön hinta tulevaisuudessa ... 7
3 LÄMPÖPUMPPUJEN TOIMINTA ... 9
3.1 Maalämpöpumppu ... 10
3.2 Ilmalämpöpumppu ... 10
3.3 Ilma-vesilämpöpumppu ... 12
3.4 Poistoilmalämpöpumppu ... 12
4 LÄMPÖPUMPUT SUOMESSA ... 14
5 LÄMPÖPUMPPUJEN OHJAUSTAVAT ... 16
5.1 Maalämpöpumppujen ohjaustavat ... 17
5.1.1 Sähkövastus ... 17
5.1.2 Virtavahdit ja valvontakytkimet ... 17
5.1.3 Smart Grid -ohjaus ... 19
5.1.4 Ulkoinen ohjaus ... 19
5.2 Ilmalämpöpumppujen ohjaukset ... 21
5.2.1 Wi-Fi -sovitin ... 21
5.2.2 Ohjaus pörssisähkön mukaan ... 21
5.3 Ilma-vesilämpöpumppujen ohjaukset ... 22
5.3.1 Ohjausmoduulin kytkentä ... 22
5.3.2 Tehonrajoitukset ... 23
5.3.3 Ulkoiset ohjaukset ... 23
5.4 Poistoilmalämpöpumpun ohjaukset ... 23
6 LÄMPÖPUMPPUJEN SELVITYS ... 25
7 KOHTEET ... 27
7.1 Asunto 01 ... 28
7.2 Asunto 03 ... 29
7.3 Asunto 05 ... 30
7.4 Asunto 07 ... 31
7.5 Asunto 08 ... 33
8 POHDINTA ... 35
LÄHTEET ... 37
LIITTEET ... 40
Liite 1. Maalämpöpumput ... 40
Liite 2. Ilma-vesilämpöpumput ... 42
Liite 3. Ilmalämpöpumput ... 43

Liite 4. Poistoilmalämpöpumput 44

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on yksi kolmesta opinnäytetyöstä, jotka kuuluvat EL-TRAN -konsortion tekemään tutkimukseen lämpöpumppujen sähköverkkovaikutuksista. EL-TRAN:n tutkimuksen tavoitteena oli selvittää miten erilaiset lämpöpumput käyttäytyvät, miten ne vaikuttavat sähköverkkoon ja miten lämpöpumppuja voidaan ohjata. EL-TRAN- konsortio tutkii, mitä resurssitehokas sähköjärjestelmä tarkoittaa, miten se toteutetaan, millaisia politiikka-ongelmia sen toteutuksessa kohdataan ja miten niitä ratkotaan. Tässä opinnäytetyössä selvitettiin, millaisia erilaisia sähkötehon ohjausmenetelmiä lämpöpumppuihin on saatavilla, millaisia lämpöpumppuja Suomessa on myyty viimeisen viiden vuoden aikana sekä millaisia ohjausmahdollisuuksia niissä on.

Tutkimuksessa tarkasteltiin yhden asuinalueen muuntajan muuntopiiriä ja samaisen asuinalueen tehonkulutusta viimeisen viiden vuoden aikana. Asuinalueelta kerättiin yksittäisten asuntojen sähköenergian tuntimittausaineiston ja asuntoihin tehtiin kohdekäyntejä, mikäli se sopi asukkaille. Kohdekäyntien tarkoituksena oli selvittää, mistä kohteen tehoprofiilit muodostuivat, mikä lämmitysmuoto asunnossa oli ja miten kohteen lämmityslaitteita ohjattiin.

Maahantuojilta selvitettiin, millaisia lämpöpumppuja Suomeen on tuotu viimeisen viiden vuoden aikana. Lämpöpumppujen teknisiä ominaisuuksia selvitettiin valmistajilta ja jälleenmyyjiltä. Lämpöpumppujen mallit ja sähkötehon ohjaustavat koottiin yhteen, jotta tuloksia pystytään tarkastelemaan malli- ja ohjauskohtaisesti.

2 SÄHKÖN HINNOITTELU SUOMESSA

Suomessa sähkön hinta muodostuu kolmesta eri elementistä, energiasta, siirrosta ja veroista. Energian hinta koostuu yleensä kuukausittaisesta perusmaksusta ja sähkön kulutuksen mukaisesta hinnasta. Sähköyhtiöt tarjoavat kuluttajille myös erilaisia tariffeja, joissa sähkön hinta on erillinen eri ajankohdilla. (Energiavirasto, 2018.) Yleensä tariffit jaotellaan Valtioneuvoston asetuksen (66/2009) sähköntoimitusten selvityksestä ja mittauksesta mukaisesti. Sähköenergian osuus koko sähkölaskusta vaihtelee käytön mukaan, mutta tyypillisesti se on kuluttajalla noin 40-50% (Energiavirasto, 2018).

Sähkön siirtohinta koostuu sähkön siirrosta, sen kulutuksen mittauksesta ja taseselvityksestä. Taseselvityksessä sähköverkonhaltija selvittää, kuinka paljon kukin sähköyhtiö on myynyt sähköä. Sähkön siirtohinnalla kustannetaan sähköverkkojen ylläpitoa, käyttökustannuksia ja investointeja. Sähkön siirtohinta on yleensä sitä suurempi, mitä enemmän sähköverkonhaltijalla on aluetta hoidettavanaan sekä mitä harvemmassa kuluttajat asuvat. Yleensä siirtohinta koostuu perusmaksusta ja sähkön käytön mukaisesta maksusta, joka voi vaihdella eri ajankohtina. Siirtopalvelun hintaa valvoo Energiavirasto, jotta siirtohinnoittelu pysyisi kohtuullisena, sillä paikallisella sähköverkonhaltijalla on yksinoikeus siirtopalveluun eikä kuluttaja siten voi kilpailuttaa siirtohintaa. Energian ja siirron lisäksi sähköstä pitää maksaa arvonlisäveroa ja sähköveroa. Sähkövero on valmistevero, joka sisältyy kuluttajan maksamaan siirtohintaan. (Energiavirasto, 2018.)

2.1 Sähkön hinta tulevaisuudessa

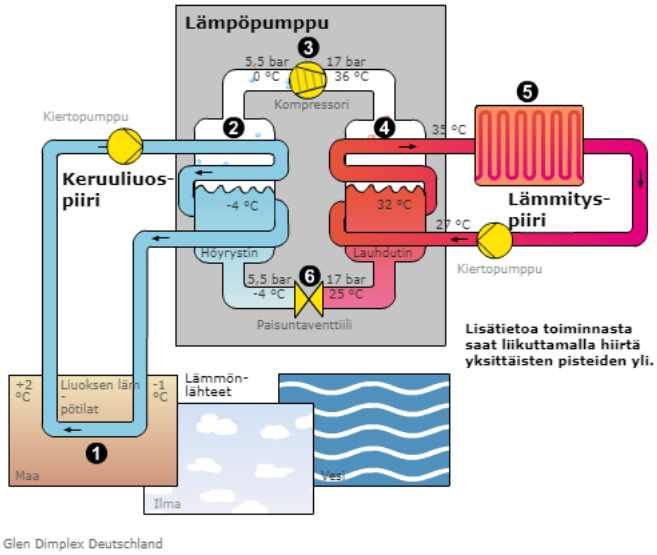
Suomessa sähkötehon kulutushuiput ovat tuplaantuneet reilusti viimeisen 30 vuoden aikana. Enimmillään tehonkulutushuippu on jo melkein 16 000 megawattia. (Energiateollisuus ry, 2017.) Kulutuspiikkien nouseminen Suomessa on johtanut siihen, että on alettu miettimään sähkönsiirtohinnan muuttamista tehoperusteiseksi. Tällöin kuluttaja maksaisi siirtomaksun myös käyttämänsä tehon perusteella, eikä nykyisen kuluttamansa sähköenergian mukaan. Sähköverkonhaltijan pitää mitoittaa verkko kulutuspiikkien mukaisesti. Nykyinen sähköenergian kulutuksen mukainen siirtohinta ei ole oikeudenmukainen sähköverkonhaltijalle, sillä asiakkaan maksama hinta ei aina vastaa sähköverkonhaltijalle

aiheutuvia kustannuksia. Tällä hetkellä siirtomaksun hinnoittelusta hyötyvät eniten ne kuluttajat, jotka ovat hankkineet lämpöpumppuja tai aurinkopaneeleita. (Laatikainen, 2016.)

Sähkön siirtohinnan muuttuessa tehoperusteiseksi voittavat eniten ne kuluttajat, joilla on vähäinen ja tasainen sähkönkulutus. Eniten uusi tehohinnoittelu aiheuttaisi lisäkustannuksia mökkeilijöille, joilla sähkön käyttö on vähäistä, mutta tehonkulutus vaihtelevaa. Tehoon perustuva hinnoittelu vastaa paremmin asiakkaan tuottamia kustannuksia siirtoyhtiölle. (Jaakkola, 2016.)

3 LÄMPÖPUMPPUJEN TOIMINTA

Lämpöpumpun tarkoituksena on siirtää ilmaan, maaperään tai veteen kertynyttä lämpöä rakennuksen sisälle. Lämpöpumpun toiminta tapahtuu neljässä eri vaiheessa, vaiheet tapahtuvat höyrystimessä, kompressorissa, lauhduttimessa ja paisuntaventtiilissä. Ensimmäisessä vaiheessa höyrystin kerää ulkoa tulevan lämpöenergian lämpöpumpun kylmäaineeseen. Kylmäaine höyrystyy ja sitoo itseensä energiaa, mikä saa höyrystimen jäähtymään. Toisessa vaiheessa kompressori puristaa kovalla paineella sille tulevan kylmäainehöyryn, minkä seurauksena kylmäaine lämpenee ja alkaa muuttaa muotoaan nesteeksi vapauttaen energiaa. Kolmannessa vaiheessa tiivistyminen nesteeksi saa lauhduttimen lämpenemään. Lauhduttimesta lämpö otetaan talteen rakennukselle. Viimeisessä vaiheessa paisuntaventtiili saa kylmäaineen paisumaan, jonka seurauksena kylmäaine jäähtyy. (Motiva, 2017.) Alla on havainnollistava kuvio (kuvio 1) lämpöpumpun toiminnasta.



KUVIO 1. Lämpöpumpun toiminta (Dimplex).

Lämpöpumpuille on määritelty lämpökerroin, joka kuvastaa lämpöpumpun hyötysuhdetta. Hyötysuhde kertoo kuinka paljon enemmän laite tuottaa lämpöä verrattuna sen sähkönkulutukseen. Esimerkiksi, jos lämpöpumpun lämpökerroin on 3, on lämpöpumpun höytysuhde tällöin 300%. Lämpöpumppu tuottaa tällöin 1 kW sähköteholla 3 kW lämpöä. Suurin lämpökerroin saadaan silloin, kun lämmönkeruun ja -luovutuksen lämpötilasuhde on mahdollisimman pieni. Lämpökerroin vaihtelee lämmönlähteen ja lämmöntarpeen muuttuessa. (Motiva, 2017.)

3.1 Maalämpöpumppu

Tällä hetkellä yleisin tapa maalämmön keräämiseksi on porata kallioon lämpökaivo, joka on ulkohalkaisijaltaan noin 115-165 mm. Maalämpöpumppu käyttää hyödykseen maahan, kallioon tai veteen sitoutunutta aurinkolämpöenergiaa. Keruupiirin, eli nesteellä täytetyn putken avulla lämpöenergiaa tuodaan lämpöpumpulle, joka tiivistää varastoidun lämpöenergian. Isolla tontilla maahan kertynyttä aurinkoenergiaa voidaan kerätä maan alla olevalla vaakaputkistolla ja veden läheisyydessä keruuputkistot voidaan ankkuroida veden pohjaan. (Suomen lämpöpumppuyhdistys, n.d. b.)

Maalämpöpumpun avulla voidaan lämmittää käyttövettä ja rakennuksen eri tiloja. Lisäksi maalämpöpumpulla voidaan jäähdyttää rakennusta, varsinkin silloin, kun lämmönlähteenä on porauskaivo. Maalämpöpumpun lämpökerroin on sitä huonompi, mitä suurempi lämpötilaero lämmönlähteen, kuten maaperän, ja lämpöä asuntoon luovuttavan patterin tai putkiston välillä on. Lämpöpumppu onkin hyvä valinta esimerkiksi vesikiertoiseen lattialämmitykseen, sillä huonetta lämmittävä pinta on suurempi eikä kiertävän veden tarvitse olla niin lämmintä, kuin lämmityspattereissa. Maalämpöpumpun lämpökerroin on vuositasolla noin kolme. (Motiva, 2012b.)

Maalämpöpumput voidaan mitoittaa osa- tai täystehoisiksi. Osatehoisesti mitoitettu lämpöpumppu pystyy tuottamaan noin 95% kiinteistön lämmöntarpeesta vuodessa. Lisäenergiaa tuotetaan maalämpöpumpussa sijaitsevilla sähkövastuksilla. Täystehoisesti mitoitettu maalämpöpumppu pystyy tuottamaan koko lämmitysenergian ja lämpimään käyttöveteen tarvittavan lämmitysenergian kovimmillakin pakkasilla. Tavallisesti suurimmat sähköä kuluttavat osat maalämpöpumpussa ovat kompressori ja pumppuun saatavat sähköiset lisävastukset. Muita sähköä vieviä osia ovat kiertovesipumput ja automatiikka. (Motiva, 2012b.)

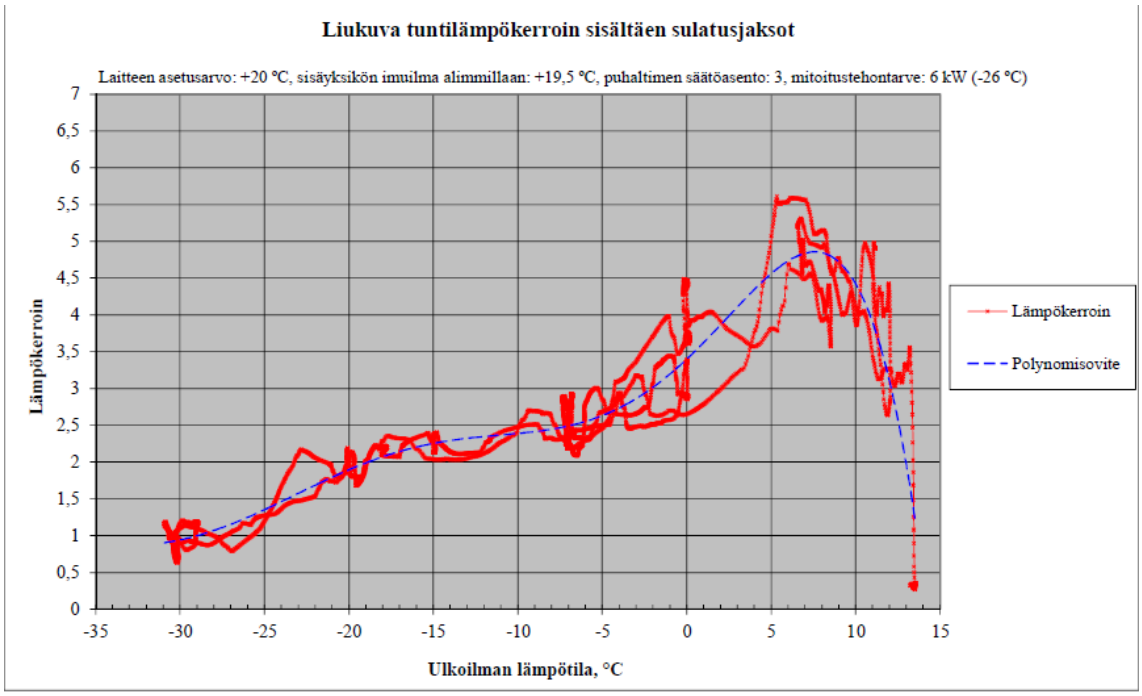
3.2 Ilmalämpöpumppu

Ilmalämpöpumppu hyödyntää ilmassa olevaa lämpöenergiaa ja lämmittää sillä rakennuksen sisätiloja. Ilmalämpöpumppua ei voida yhdistää rakennuksen vesikiertojärjestelmiin,

eikä sillä voida lämmittää käyttövettä. Ilmalämpöpumppu tarvitsee aina rinnalleen päälämmitysjärjestelmän, sillä ilmalämpöpumppu ei kykene tuottamaan koko rakennuksen lämpötehotarvetta kylmempien säätilojen vallitessa. (Motiva, 2012a.)

Ilmalämpöpumppu koostuu kahdesta osasta eli sisä- ja ulkoyksiköstä. Ulkoyksikössä sijaitsee höyrystin, kompressori ja automatiikan ohjauslaitteita. Ulkoyksikön patteriin kertyy huurretta, kun ulkoilmaa jäähdytetään. Huurretta tulee voimakkaimmin silloin, kun ulkolämpötila on nollassa asteessa. Huurre vaikeuttaa lämmön siirtymistä ja ilman virtaamista, minkä vuoksi se on sulatettava pois. Sulattaminen voidaan tehdä kahdella eri tyylillä, joko vaihtamalla kylmäaineen suuntaa tai käyttämällä sähkövastuksia. Sisäyksikössä on lauhdutin ja puhallin, jotka jakavat lämmitettyä tai jäähdytettyä ilmaa sisätilaan. Suurimmat sähköä vievät osat ilmalämpöpumpussa ovat kompressori ja sulatusveden sähkövastus. (Motiva, 2012a.)

Ilmalämpöpumpun lämpökerroin vuositasolla on tyypillisesti kaksi, joka kuitenkin laskee ulkoilman mennessä alle 20 celsius asteen, sillä ilmalämpöpumpun suorituskyky heikkenee tällöin merkittävästi. Nissilän ja Nymanin (2012) tekemästä testausselosteesta selviää, miten Mitsubishin ilmalämpöpumppu reagoi ulkolämpötilan muutoksiin. Ilmalämpöpumppu alkaa menettämään hyötysuhdettaan merkittävästi, kun lämpötila laskee alle -20 C asteen. Ulkolämpötilan vaikutus lämpökertoimeen selviää alla olevasta kuviosta (kuvio 2).



KUVIO 2. Ulkoilman vaikutus ilmalämpöpumpun lämpökertoimeen (Nissilä & Nyman, 2012).

3.3 Ilma-vesilämpöpumppu

Ilma-vesilämpöpumppu toimii samalla tavalla kuin ilmalämpöpumppu, mutta se luovuttaa lämpöenergiansa vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään ja kykenee myös lämmittämään käyttöveden. Ilma-vesilämpöpumpulla ei voi jäähdyttää, joten se on vain lämmitystä varten. Kylmimpien säätilojen aikana ilma-vesilämpöpumppu tarvitsee rinnalleen toisen lämmitysjärjestelmän. Toisena lämmitysjärjestelmänä voidaan käyttää ilma-vesilämpöpumppuun liitettäviä sähkövastuksia, jotka tuottavat tarvittavan lisälämmön. (Suomen lämpöpumppuyhdistys, n.d. d.)

Vuotuinen lämpökerroin vesi-ilmalämpöpumpulle on noin kaksi, mutta se vaihtelee eri lämpötilojen mukaan samalla tavalla kuin ilmalämpöpumpulla. Ilma-vesilämpöpumpulla voidaan säästää lämmityskustannuksissa 40-60% vuodessa verrattuna suoraan sähkölämmitykseen. (Suomen lämpöpumppuyhdistys, n.d. d.) Ilma-vesilämpöpumpun sähkötehon kulutusosat ovat ulkoyksikössä sijaitseva kompressori ja automatiikka sekä lisälämmön tuottavat sähkövastukset. (Motiva, 2012a.)

3.4 Poistoilmalämpöpumppu

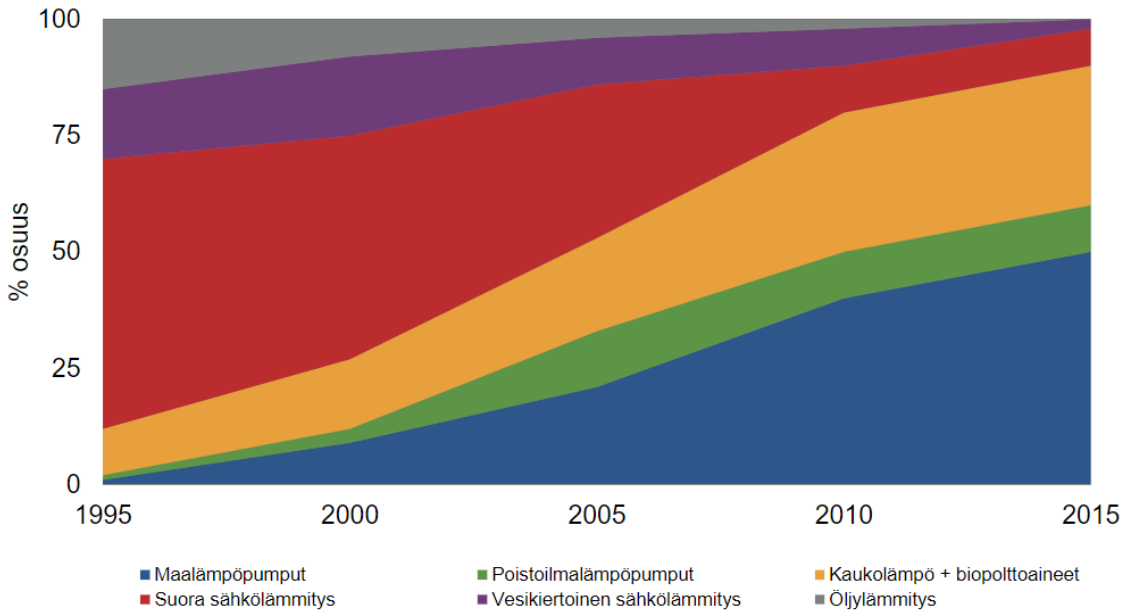
Poistoilmalämpöpumppu vaatii toimiakseen koneellisen ilmanvaihdon. Poistoilmalämpöpumppu ottaa lämpöenergiansa lämpimästä poistoilmasta ja käyttää sitä lämpimän käyttöveden lämmittämiseen tai lämmitysjärjestelmän käyttöön. Poistolämpöpumppu tuottaa vakioteholla noin 2-3 kW riippumatta ulkolämpötilasta. Lämmitystarpeen ollessa suuri, ei lämpöpumpulla pystytä tuottamaan riittävää määrää lämmitysenergiaa, jolloin lisälämpö tuotetaan yleensä erillisellä sähkövastuksella. (Suomen lämpöpumppuyhdistys, n.d. c.)

Rakennuksen lämmityskustannuksissa ja lämpimän käyttöveden lämmittämisessä voidaan poistoilmalämpöpumpulla säästää 40% verrattuna suoraan sähkölämmitykseen. Poistoilmapumpussa olevat lisävastukset ja kompressori ovat laitteen suuritehoisimmat

osat, jotka kuluttavat sähkötehoa. Poistoilmalämpöpumppua voidaan käyttää myös rakennuksen jäädyttämiseen. Järjestelmä vaatii kuitenkin riittävän ilmanvaihdon, joka on noin 0,5 kertaa rakennuksen ilmatilavuus tunnissa, toimiakseen. (Suomen lämpöpumppuyhdistys, n.d. c.)

4 LÄMPÖPUMPUT SUOMESSA

Suomi on maana potentiaalinen lämpöpumpuille, sillä sen kylmä ilmasto ja harvakseltaan asutetut alueet tekevät muiden lämmitysratkaisujen käytöstä kallista tai hankalaa. Suomen maaperä on myös otollinen erilaisten porauskaivojen tekemiseen. Fossiilisten polttoaineiden hintojen nousu ja teknologian hinnan lasku kannustavat lämpöpumpun valintaan öljylämmityksen sijaan. Useisiin saneerauskohteisiin voisi myös asentaa lämpöpumppuja, sillä Suomessa on edelleen käytössä noin 220 000 öljykattilaa ja suoran sähkölämmityksen avulla lämpeneviä taloja noin 500 000. (Suomen lämpöpumppu yhdistys, n.d.a. 5, 7.) Lämmitysmuotona lämpöpumpuista on tullut suosituin lämmitysmuoto uusissa pientaloissa. Alla olevassa kuviossa (kuvio 3) on esitetty lämmitysmuotojen valinnan kehitys uusiin pienrakennuksiin viimeisen 20 vuoden aikana. Kuviosta näkyy, että suora sähkölämmitys on vähentynyt huomattavasti lämpöpumppujen lisääntyessä.



KUVIO 3. Lämmitysvalinnan kehitys pientaloissa viimeisen 20 vuoden aikana (Suomen lämpöpumppuyhdistys n.d.a, 4).

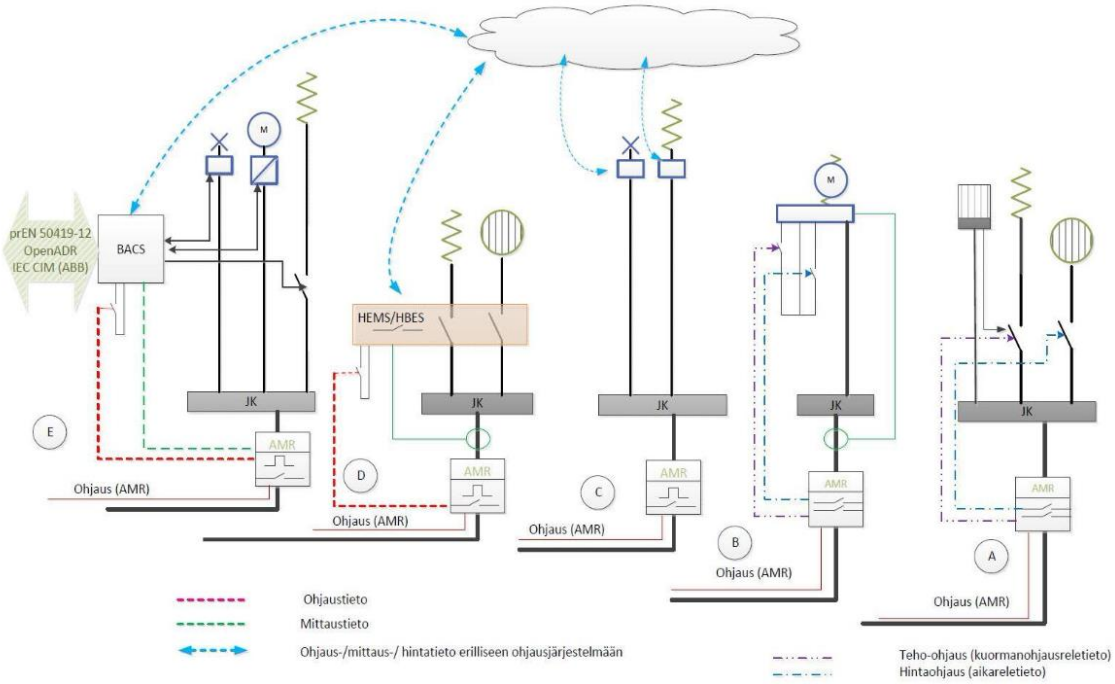
Alla olevassa kuvaajassa (kuvio 4) nähdään miten eri lämpöpumppujen määrät ovat nousseet vuodesta 2006 ja miten ne tulevat ennusteen mukaan lisääntymään vuoteen 2020 mennessä. Kuviosta 4 huomataan, että ilmalämpöpumppujen ja maalämpöpumppujen määrä on noussut huomattavasti viime vuosina. Vesi-ilmalämpöpumppujen määrä on

myös kasvanut, mutta hillitymmin. Poistoilmalämpöpumppujen määrä on kuitenkin pysynyt jotakuinkin samana, eikä ole saanut vielä suurta suosiota kuluttajissa.

KUVIO 4. Lämpöpumppujen kehitys vuosina 2006-2020 (Suomen lämpöpumppuyhdistys n.d.a, 10).

5 LÄMPÖPUMPPUJEN OHJAUSTAVAT

Lämpöpumppujen tehonohjaus vaatii toimiakseen erilaisia ohjaus-, mittaus- teho- ja hintatietoja. Tietojen tuominen lämpöpumpulle vaihtelee valmistajien ja lämpöpumppujen mallien mukaan. Kuviossa 5 on nähtävissä erilaisia tapoja, miten hinta- ja tehotiedot voidaan tuoda sähköverkkoon, automatiikalle tai lämpöpumpuille. (Belonogova, N. Järventausta, P. Lummi, K. Mutanen, A. Rautiainen, A. Repo, S. Trygg, P., 2015)



KUVIO 5. Ohjaustietojen välitysperiaatteet sähköverkkoon ja kuormiin.

Kuvion 5 mukaan pumppuja voidaan ohjata esimerkiksi suoraan etäluettavan sähkömittarin ohjausreleeltä tai tuoda releen ohjaustieto automaatiojärjestelmään tai pumpun omaan älyyn. Ohjaustiedot voidaan tuoda myös erilliseltä järjestelmältä pumpun automaatiojärjestelmään tai älyyn. Hintatiedot ja mittaustiedot voidaan tuoda langattomasti, väylillä tai kosketintiedoilla suoraan pumpun älylle tai sitä ohjaavalle automaatiolle. (Belonogova, N. Järventausta, P. Lummi, K. Mutanen, A. Rautiainen, A. Repo, S. Trygg, P., 2015)

5.1 Maalämpöpumppujen ohjaustavat

Maalämpöpumpun verkosta ottamaa sähkötehoa voidaan ohjata erilaisilla kosketintiedoilla. Liitäntätavat vaihtelevat eri valmistajien ja mallien mukaan ja kaikkiin malleihin ei ole saatavilla kaikkia ohjaustapoja. Tehonrajoituksilla pyritään vaikuttamaan maalämpöpumpun tehoa kuluttaviin osiin, kuten sähkövastuksiin ja kompressoriin.

5.1.1 Sähkövastus

Osatehoisesti mitoitettuihin maalämpöpumppuihin on yleensä asennettu sähkövastukset, jotka tuottavat lisälämpöä kovimman lämmitysenergiatarpeen aikana. Sähkövastuksia voidaan ohjata eri portaissa, yleisimmin kolmessa tai neljässä eri portaassa. Esimerkiksi kolmen portaan mallissa vastus lämmittää ensin 3 kW teholla, sitten 6 kW teholla ja lopuksi 9kW teholla. (Nibe, a. 24.)

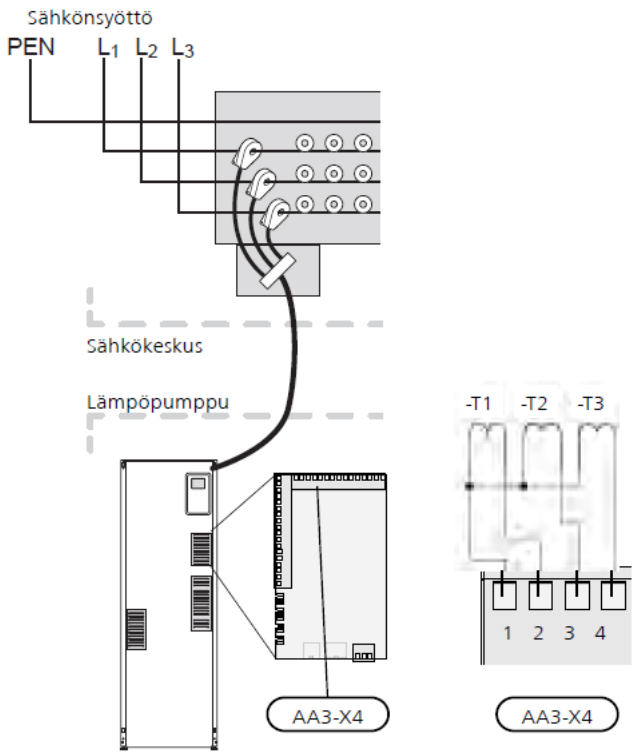
Osatehoisen lämpöpumpun sähkövastus kytkeytyy automaattisesti päälle esimerkiksi silloin, kun lämminvesivaraajan lämpötila on laskenut liian alhaiseksi. Sähkövastuksen virrankulutusta on mahdollista rajata erilaisilla virtavahti tai tehovahti ohjauksilla. Sähkövastusten ohjauksiin on myös mahdollista vaikuttaa ohjelmoimalla niitä itse, mutta tavallisesti niissä on valmiina tehdasasetetut asetukset. (Nibe, a. 24.)

5.1.2 Virtavahdit ja valvontakytkimet

Maalämpöpumppuihin on saatavilla sisäänrakennettuja valvontakytkimiä, jotka seuraavat, seuraavat voidaanko seuraavan sähkövastuksen porras kytkeä päälle, ettei liittymän virta ylitä pääsulakkeiden nimellisvirtaa. Kytkin ei anna lupaa kytkeä sähkövastusta päälle, mikäli arvo ylittää pääsulakkeen nimellisen arvon tai ennalta asetetun arvon. (Nibe, a.26.)

Virtavahtien ja valvontakytkimien tehtävänä on tarkkailla koko kiinteistön virrankulutusta jokaisessa vaiheessa. Kulutuksen lähestyessä pääsulakkeiden nimellistä arvoa, alkaa lämpöpumppu rajoittaa sähkövastuksille menevää virtaa. Virtatunnistimet voidaan asentaa kaikkiin kolmeen vaiheeseen alla olevan kuvion (kuvio 6) mukaisesti. Tunnistimilta

tulevan tiedon mukaan lämpöpumppu jakaa ottamansa kuormituksen vaiheille, joilla on sillä hetkellä kevyin kuormitus. Esimerkiksi taajuusmuuttajan kytkeminen jo raskaasti kuormitettuun vaiheeseen voi aiheuttaa kompressorin pysähtymisen, jolloin sähkövastuksia käytetään enemmän ja siten tehontarve kasvaa. (Nibe, a. 26.)



KUVIO 6. NIBE F1255 maalämpöpumpun virtatunnistimien asennuskuva (Nibe Ab Sweden n.d.b, 27).

Vanhempien maalämpöpumppujen tehojen käyttöä voidaan ohjata tehovahdeilla. Esimerkiksi EBV 200 tehovahti tarkkailee pumpulle menevää tehoa jokaiseen vaiheeseen asennetun virrantunnistimen avulla. Tietokone katkaisee sähkötehon, kun teho ylittää asetetun rajan. Sähköteho voidaan asettaa taas päälle, kun virran arvo on laskenut alle asetetun virtarajan. EBV 200 tehovahti voidaan asentaa esimerkiksi NIBE:n Fighter 1100 ja 1120 malleihin. . (Nibe Ab n.d., 1.)

Tehovahti saa tietokoneen laskemaan tehon arvoa portaittain noin 10 sekunnin viiveellä. Tällöin laitteeseen syttyy punainen valo. Vilkkuva punainen merkkivalo tarkoittaa sitä, että tietokone lopettaa tehon laskemisen ja jää siihen tehoarvoonsa. Vihreän merkkivalon palaessa tietokone ryhtyy nostamaa tehoa kymmenen sekunnin viiveellä, jos tietokone on kytkenyt irti enemmän kuin yhden portaan. (Nibe Ab n.d., 1.)

5.1.3 Smart Grid -ohjaus

Tiettyjä lämpöpumppuja on mahdollista ohjata myös sähkön hinnan mukaan, tätä ohjausta kutsutaan Smart Grid -toiminnoksi. Smart Grid -toiminnon ansiosta esimerkiksi verkkoyhtiö voi määrittää, milloin lämpöpumppu lähtee käyntiin tai milloin lämpöpumpussa olevat sähkövastukset ovat käytössä. Verkkoyhtiö voi pakottaa lämpöpumpun sammuttamaan lisälämmitykset sähkövastuksilla tai estää lämpöpumpun käynnistymisen silloin, kun sähkön hinta on korkea. Hinnan laskiessa verkkoyhtiö antaa lämpöpumpulle luvan käynnistyä tai käyttää lisälämmitysvastuksia. Tämä toiminto vaatii kuitenkin toimiakseen älykkään sähköverkon, jollaista Suomessa ei vielä ole käytössä. (Nibe Ab Sweden n.d.a, 29.)

Tietyille maalämpöpumpuille on saatavilla myös toiminto, jossa seuraavan päivän pörssisähkön tiedot siirtyvät lämpöpumppuun päivää ennen. Tietojen avulla maalämpöpumppu pystyy lämmittämään käyttövettä ja ohjaamaan lämmitystä silloin, kun sähkön hinta on alimmillaan. Esimerkiksi NIBE:llä on olemassa Smart Price Adaption -toiminto maalämpöpumpuille, joka mahdollistaa kyseisen toiminnon. (Nibe n.d.)

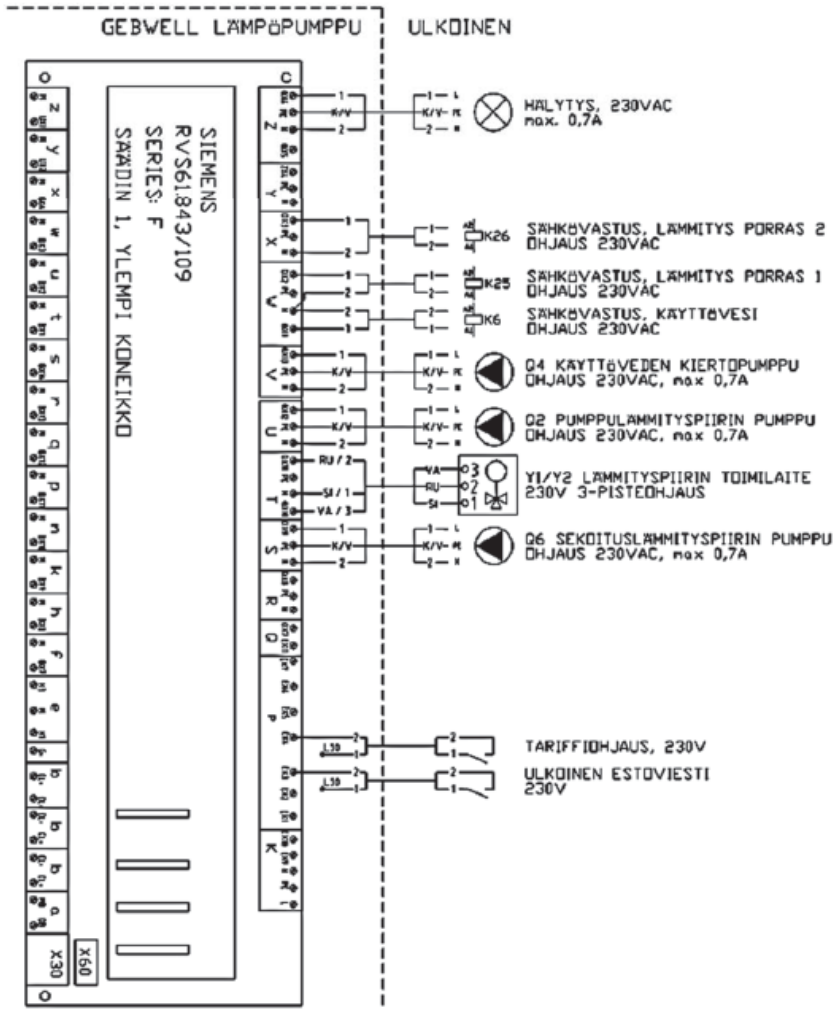
5.1.4 Ulkoinen ohjaus

Maalämpöpumpun eri osia voidaan ohjata ulkoisilla potentiaalivapailla koskettimilla monella eri tavalla. Esimerkiksi NIBE:n maalämpöpumpuissa on valmiina tulokortti, johon ulkoiset kosketintiedot tai anturit kytketään. Kosketintiedot voidaan asentaa mihin tahansa liittimeen, jonka jälkeen ohjelmistosta on valittava oikea toiminto oikealle liittimelle. (Nibe, a. 27.)

Ulkoisella ohjauksella voidaan esimerkiksi estää sähkövastusten tai kompressorin käynnistyminen. Vastuksia ja kompressoria voidaan ohjata erikseen tai niiden estot voidaan myös yhdistää, jolloin ulkoinen ohjaus kytkee tehon pois päältä molemmista. (Nibe, a. 27.)

Ulkoisella ohjauksella voidaan pakottaa lämmönkeruupumppu päälle, estää käyttöveden käyttö, asettaa erilaisia säästö ja luksustiloja, jolloin maalämpöpumppu toimii asetettujen

parametrien mukaisesti. (Nibe, a. 28.) Ulkoisten ohjausten määrä vaihtelee eri maalämpöpumppumallien välillä. Kaikkiin maalämpöpumppuihin ei ole saatavilla kaikkia ohjauksia. Esimerkiksi alla olevassa kuviossa (kuvio 7) on nähtävissä Gebwellin Gemini lämpöpumppuun saatavilla olevat ulkoiset ohjaukset.



KUVIO 7. Gebwell Gemini lämpöpumpun ulkoiset ohjaukset (Gebwell n.d., 53).

5.2 Ilmalämpöpumppujen ohjaukset

Ilmalämpöpumppujen tehonohjaaminen on jäänyt melko vähäiseksi sen kuluttaman pienen tehon vuoksi. Ilmalämpöpumppujen ohjaaminen on tapahtunut pääasiassa manuaalisesti kauko-ohjaimen avulla tai vaihtoehtoisesti huoneantureiden avulla. Huoneanturit ohjaavat lämpöpumppua päälle tai pois asetettujen parametrien mukaisesti.

5.2.1 Wi-Fi -sovitin

Ilmalämpöpumpuille on saatavilla eri valmistajien tekemiä Wi-Fi -sovittimia, joiden avulla ilmalämpöpumppuja voidaan ohjata etänä. Ohjaaminen onnistuu tietokoneilla ja mobiililaitteilla riippuen sovittimen valmistajasta. Sovittimen avulla voidaan ohjata lämpöpumppua päälle tai pois, puhallus nopeutta, käyntimoodia ja ilmanohjauksen suuntaa. Wi-Fi -sovittimen asentaminen vaihtelee valmistajan mukaan, mutta esimerkiksi Mitsubishin MelCloud -sovitin vaatii, että järjestelmässä tulee olla CN1 05-liitäntä vapaana, jotta sovitin saadaan asennettua ilmalämpöpumpun järjestelmään. (Mitsubishi Electric Europe B.V 2013, 5-6.)

5.2.2 Ohjaus pörssisähkön mukaan

Ilmalämpöpumppuja harvoin ohjataan pörssisähkön mukaan, vaikka se kuitenkin on mahdollista. Tähän syynä on se, että ilmalämpöpumpun ottoteho jää yleensä alle kahden kilowatin eli teho on melko pieni verrattuna asuntojen kokonaissähkön kulutukseen. (IVT Center Lahti, N.d.)

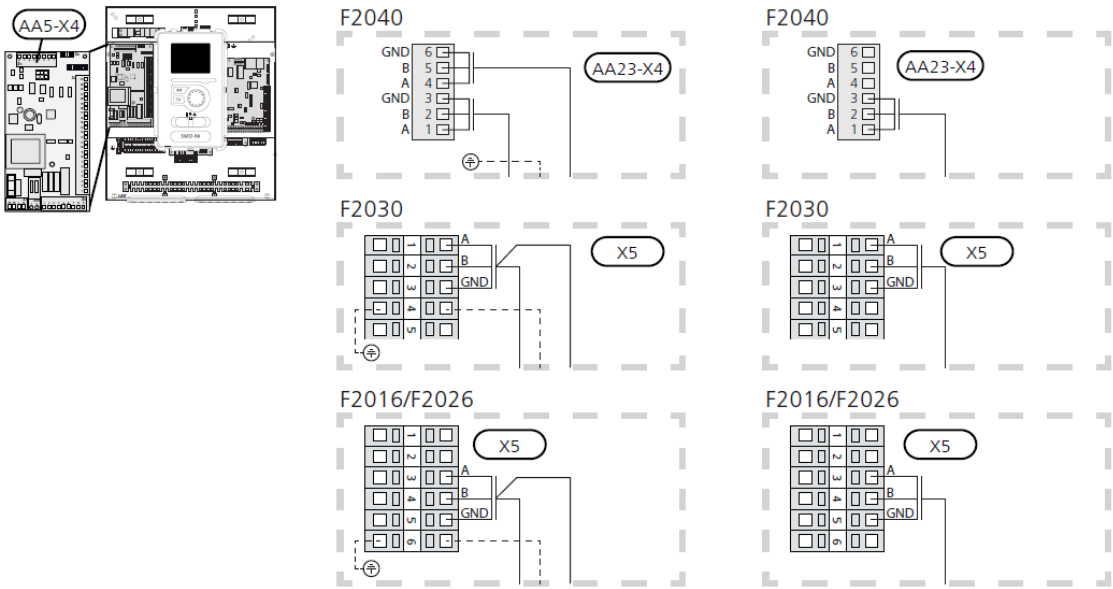
OptiWatti -ohjelman avulla voidaan hallita kiinteistöjen sähkölämmitystä, johon myös ilmalämpöpumppu voidaan liittää. Optimoidessa kiinteistön sähkölämmitystä OptiWatti ottaa huomioon ulkolämpötilan, sääennusteen sekä sähkön tuntihinnan. Ohjelmaa voidaan käyttää tietokoneilla ja mobiililaitteilla sekä lisäksi ohjelma on itseoppiva. OptiWatti lupaa, että ratkaisu toimii kaikissa ilmalämpöpumppumalleissa. (OptiWatti n.d.)

5.3 Ilma-vesilämpöpumppujen ohjaukset

Ilma-vesilämpöpumppujen tehonohjaamiseen tarvitaan usein erillinen ohjausmoduuli, jotta lämpöpumppua voidaan ohjata eri tavoin. Ohjausmoduulien ansiosta ilma-vesilämpöpumppuihin on saatavilla esimerkiksi ulkoisia ohjauksia, tariffin mukaista ohjausta ja tehovahteja. Kaikkiin ilma-vesilämpöpumppuihin ei kuitenkaan lisämoduulia tarvita, sillä niihin on jo sisälle asennettuna tulokortti, johon ulkoisia ohjauksia on mahdollista lisätä. Tällä tavoin toteutettu ilma-vesilämpöpumppu löytyy esimerkiksi Kaukoralta. (Kaukora Oy, 2015, 14)

5.3.1 Ohjausmoduulin kytkentä

Ilma-vesilämpöpumppujen ohjausmoduulit asennetaan yleensä lämpöpumppujen läheisyyteen, mutta ne voidaan asentaa myös kauemmas lämpöpumpusta. Ohjausmoduulin ja lämpöpumpun tiedonsiirto toteutetaan erillisellä kaapeloinnilla, jota ei saa asentaa lähelle vahvavirran kaapeleita häiriöiden välttämiseksi. (Nibe, d. 15.) Esimerkiksi NIBE:n ilma-vesilämpöpumpun ohjausmoduuli kytketään yhdellä kolmijohtimisella kaapelilla alla olevan kuvion (kuvio 8) mukaisesti. Ohjausmoduulin kytkeminen lämpöpumppuun voidaan toteuttaa myös väylillä, esimerkiksi CAN-BUS- tai EMC -väylillä. Tätä menetelmää käytetään esimerkiksi Bosch vesi-ilmalämpöpumppujen uudemmissa 7000-sarjan lämpöpumpuissa. (Bosch 2015, 15.)



KUVIO 8. NIBE:n ohjausmoduulin SMO 40 kytkentä (Nibe, c. 20.)

5.3.2 Tehonrajoitukset

Ilma-vesilämpöpumppuihin on saatavilla valvontakytkimiä ja virrantunnistimia, jotka valvovat, ettei lämpöpumpun ja sähkövastusten virta kasva liian suureksi. Valmistajasta riippuen, valvontakytkimet voivat olla joko valmiiksi tehdasasennettuina lämpöpumpuissa tai niitä voidaan myydä lisävarusteina. Virrantunnistimet täytyy kuitenkin asentaa aina paikan päällä valmistajan ohjeiden mukaisesti. Jotkut valmistajat perustelevat tehovahtien myyntiä lisävarusteina sillä, ettei virrantunnistimia tarvita, jos pumppu ja vastukset mitoitetaan sulakkeen mukaisesti. Lämpöpumpun sulakkeen mukaan mitoittaminen ei kuitenkaan aina riitä, jos talossa on paljon muuta kulutusta. Pääsulake voi palaa, vaikka lämpöpumpun sulake vielä riittäisikin pumpun kuluttamalle teholle. (Nibe, d. 22.)

Sähkövastukset ovat monissa eri valmistajien pumpuissa portaittain ohjattavissa ja niille voidaan asettaa ohjelmiston avulla maksimiteho. Tehdasasetuksena sähkövastukset ovat yleensä asetettuina maksimiteholle, joka riippuu lämpöpumpun sähkövastusten koosta. (Kaukora, Oy, 2015. 17.)

5.3.3 Ulkoiset ohjaukset

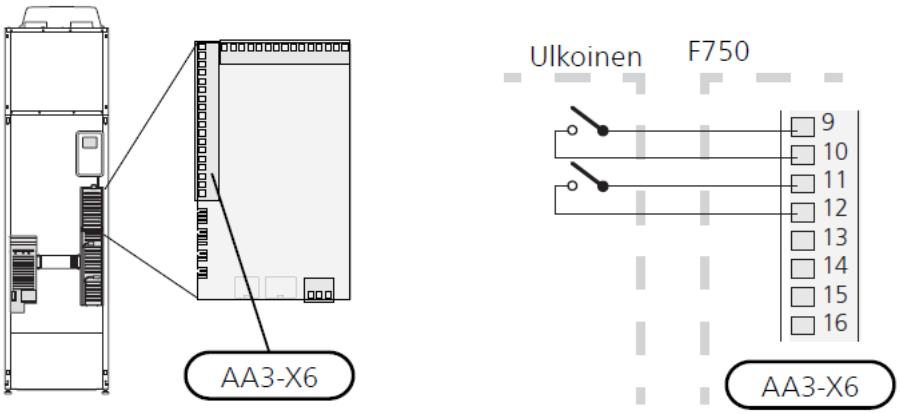
Ilma-vesilämpöpumpun ulkoiset ohjaukset liitetään joko lämpöpumpun tulokorttiin tai ohjausmoduulin tulokorttiin. Tulokortissa pitää olla valmiina varaus, johon ulkoinen ohjaus voidaan liittää. Ohjausmoduulissa ja lämpöpumpun tulokortissa on valmiiksi ohjelmoituja tuloja, jotka pitää valita ohjelmasta, kun ulkoinen ohjaus liitetään järjestelmään. Valmiita ohjauksia ovat muun muassa lisälämmön ja kompressorin käynnin esto, tariffinohjaus sekä ulkoinen säätö. (Nibe, d. 25.)

5.4 Poistoilmalämpöpumpun ohjaukset

Poistoilmalämpöpumpun ohjauksilla pyritään vaikuttamaan pumpun energiatehokkuuteen ja käyttömukavuuteen. Eniten sähkötehoa vievät osat poistoilmalämpöpumpussa ovat itse pumppu ja lisälämpönä käytettävät sähkövastukset. Sähkövastukset lisäävät huo-

mattavasti tehonkulutusta varsinkin kylmimpien säätilojen vallitessa. Kylmimpinä kausina suositellaankin, että lisälämpö toteutettaisiin jollain muulla lämmitysmuodolla, kuten esimerkiksi puulla. (Suomen lämpöpumppuyhdistys, N.d. c.)

Poistoilmalämpöpumppujen ohjauksien mahdollisuus vaihtelee valmistajien mukaan, mutta esimerkiksi NIBE:n poistoilmalämpöpumppujen tehonohjaustavat ovat hyvinkin samanlaiset kuin saman valmistajan maalämpöpumppujen. Poistoilmalämpöpumppuihin on saatavilla pörssisähkön ohjaus, smart grid- toiminto, tehovahdit ja etäohjaus sekä ulkoinen ohjaus. Ulkoiset ohjaukset tulevat lämpöpumpun tulokorttiin AUX-tuloilla, joiden toiminnot voidaan ohjelmoida eri valikkoasetuksilla. (Nibe. N.d c.) Kuviossa (kuvio 9) on nähtävissä, miten AUX-tulojen ja lähtöjen kytkentä tapahtuu.



KUVIO 9 AUX -lähtöjen ja tulojen kytkentä NIBE:n poistoilmalämpöpumppuun. (Nibe. N.d c. 27.)

NILAN poistoilmalämpöpumppujen pumpuille ei ole saatavilla tehonohjauksen rajoittimia, mutta sen lisälämmitysvastuksia voidaan ohjata kolmella eri portaalla. Ohjausmoduuli hoitaa portaiden ohjauksen, sähkövastuksia puolestaan voidaan ohjata myös ulkoisella ohjauksella. Smart Grid ominaisuus löytyy myös joistain NILAN poistoilmalämpöpumppu malleista. (Kemppainen T. 2018)

6 LÄMPÖPUMPPUJEN SELVITYS

EL-TRAN teettämän tutkimuksen osana selvitettiin, minkälaisia lämpöpumppuja Suomessa on tällä hetkellä ja miten niiden sähkötehoa voidaan ohjata. Eri maahantuojilta selvitettiin sähköpostitse, millaisia lämpöpumppuja he ovat viimeisen viiden vuoden aikana myyneet. Vain Onninen vastasi tähän kyselyyn ja heiltä saatiin lista, johon oli listattuna viimeisen viiden vuoden aikana myytyjä lämpöpumppujen merkkejä ja malleja. Lista on tässä työssä liitteenä (Liite 1). Listassa olevien lämpöpumppujen teknisiä tietoja ja asennusohjeita pyydettiin valmistajilta ja jälleenmyyjiltä, jotta saatiin tietoa kyseisten lämpöpumppujen tehonohjausmahdollisuuksista. Vastanneiden valmistajien ja heiltä saatujen asennusohjeiden avulla lämpöpumppujen tehonohjausmahdollisuuksia taulukoitiin lämpöpumppujen tyypin mukaisesti. Ilmalämpöpumpuille ei taulukkoa tehty vähäisten tehonohjausmahdollisuuksien vuoksi.

Suomessa myytävien ja käytössä olevien maalämpöpumppujen tehonohjaus mahdollisuudet ovat taulukoitu alla olevassa kuvassa (taulukko 1) mallien ja valmistajien mukaan. Alla olevassa taulukossa lihavoitu **x** tarkoittaa, että ohjaus on saatavilla lisävarusteena.

Valmistaja	Malli	Ohjaus Pörssi sähköllä	Teho/ virtavahti	Ulkoinen ohjaus	Sähkövastusten portaat	Etähallinta	Aikaohjelma
NIBE	F1245	X	X	X	X	**x**	X
NIBE	F1145	X	X	X	X	**x**	X
NIBE	F1226	X	X	X	X	**x**	X
NIBE	F1255	X	X	X	X	**x**	X
GEBWELL	GEM52	X		X	X		
GEBWELL	T206	X		X	X	X	X
GEBWELL	QI8	X		X	X	X	X
DANFOSS	DHP-H OPTI 6	**x**	**x**	X	X	**x**	X
DANFOSS	DHP-L OPTI 6	**x**	**x**	X	X	**x**	X
DANFOSS	DHP-HL lower	**x**	**x**	X	X	**x**	X
BOSCH	LW/M6	X	**x**	X	X	X	X
BOSCH	LW/M9	X	**x**	X	X	X	X
BOSCH	LW 14	X	**x**	X	X	X	X
IVT	Premium line		X	X	X	X	X
IVT	Greenline		X	X	X	X	X
Thermia	Diplomat	X	**x**	X	X	**x**	X
Lämpöässä	VMI	X	X	X	X	X	X
Oilon	Cube		X		X	X	X
Oilon	Eco		X		X	X	X
Oilon	GT		X		X	X	X
Oilon	MH		X		X	X	X
Oilon	RE		X		X	X	X
Kaukora	Jämä Star	X	X	X	X	**x**	X
Viesmann	Vitocal G			X		X	X
CTS	Ecopart	**x**	**x**	**x**	**x**	**x**	**x**
CTS	Ecoheat	X	X	X	X	X	X
Stiebel Eltron	WBC	X		X	X	X	X
Stiebel Eltron	WBF	X		X	X	X	X

TAULUKKO 1. Suomessa esiintyvien maalämpöpumppujen tehonohjausmahdollisuudet

Ilma-vesilämpöpumppujen tehonohjausmahdollisuudet ovat taulukoituna alla olevassa taulukossa (taulukko 2). Lihavoitu x tarkoittaa, että kyseinen ohjaus on saatavilla lisävarusteena.

Valmistaja	Malli	Ohjaus Pörssi sähköllä	Teho/ virtavahti	Ulkoinen ohjaus	Sähkö vastusten portaat	Etähallinta	Aikaohjelma
NIBE	F2040	X	X	X	X	**x**	X
NIBE	F2030	X	X	X	X	**x**	X
Bosch	AW	**x**	**x**	X	X	X	X
Kaukora	Jäspi	X	X	X	X	**x**	X
Vaillant	Arotherm			X	X	**x**	X
Viessmann	Vitocal			X		X	X
Stiebel Eltron	WPL	X	X	X	X	X	X
CTC	Ecoair	**x**	**x**	**x**	**x**	**x**	**x**
Danfoss	DHP AQ	X	X	X	X	X	X

TAULUKKO 2. Suomessa esiintyvien ilma-vesilämpöpumppujen tehonohjaus mahdollisuudet

Poistoilmapumppujen tehonohjausmahdollisuudet ovat taulukoituina alla olevassa taulukossa (taulukko 3). Tässäkin taulukossa lihavoitu x tarkoittaa sitä, että kyseinen ohjaus on saatavilla lisävarusteena.

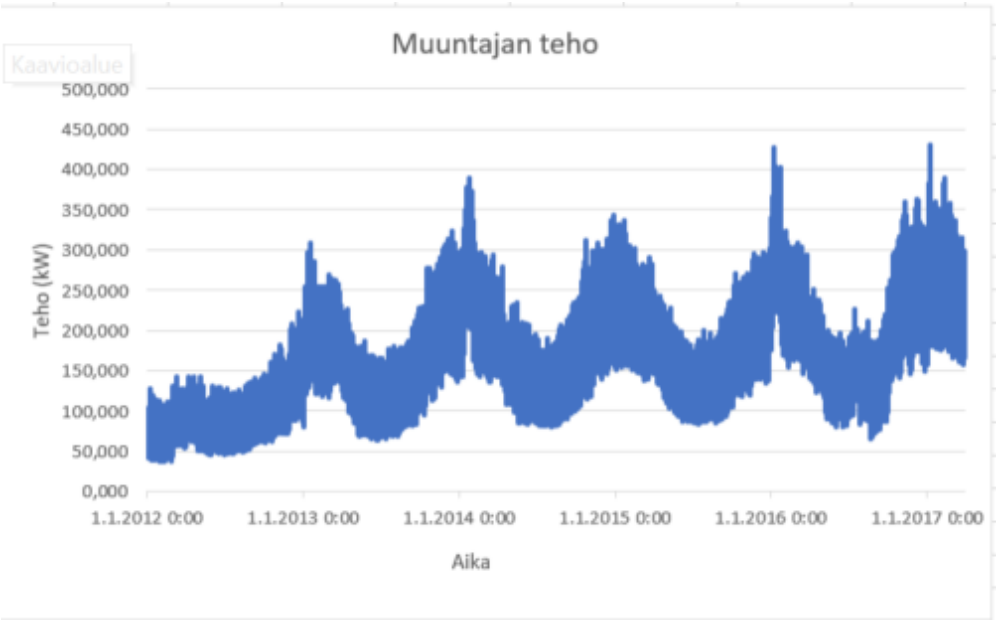
Valmistaja	Malli	Ohjaus Pörssi sähköllä	Teho/ virtavahti	Ulkoinen ohjaus	Sähkö vastusten portaat	Etähallinta	Aikaohjelma
NIBE	F750	X	X	X	X	**x**	X
NIBE	F470	X	X	X	X	**x**	X
NIBE	F370	X	X	X	X	**x**	X
NILAN	VGU250	**x**	**x**	**x**	X	**x**	X
NILAN	VPL28C		**x**	**x**	X	**x**	X
NILAN	VP18 V2		**x**	**x**	X	**x**	X

TAULUKKO 3. Suomessa esiintyvien poistoilmalämpöpumppujen tehonohjaus mahdollisuudet

7 KOHTEET

Tutkimusta varten tarkasteltiin yhtä asuinaluetta Tampereella, jossa lämpöpumppujen määrä on lisääntynyt viimeisen viiden vuoden aikana. Kohteeksi valittiin vanha asuinalue, jossa maalämmön vuoksi tehdyt porakaivot ovat lisääntyneet huomattavasti kaivokuvien perusteella. Tutkimuksen alkuvaiheessa asukkailta kysyttiin lupa, jotta saimme käyttää heidän sähköenergian tuntimittausaineiston viimeisen viiden vuoden ajalta. Kohdekäyntejä tehtiin niihin asuntoihin, joihin saatiin lupa kotivierailua ja sähkönkulutustietojen käyttöä varten. Tutkimukseen osallistui kahdeksan taloutta, joista viidessä käytiin kohdekäynnillä.

Kohdekäyntien tavoitteena oli selvittää, mikä lämmitysmuoto asukkaalla on käytössä, miten he sitä käyttävät ja mistä kulutushuipun aikainen kulutus koostuu. Lisäksi pyrittiin selvittämään, minkälaisia lämpöpumppuja taloudessa on ja miten asukkaat niitä ohjaavat. Koko muuntopiirin tehonkulutus viimeisen viiden vuoden ajalta on nähtävissä kuviossa (kuvio 10).



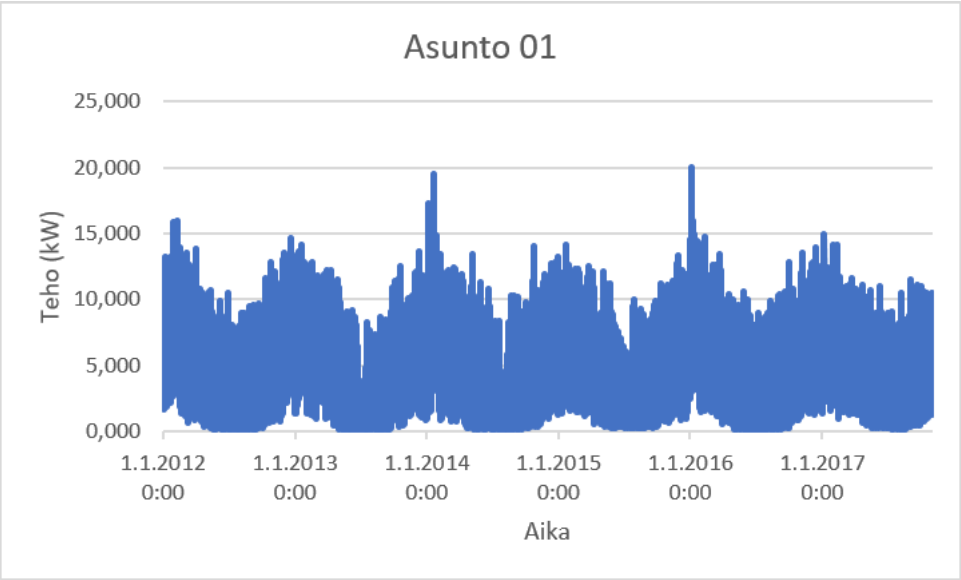
KUVIO 10. Sähkömuuntajan kautta kulkeva tuntikeskiteho viimeisen 5 vuoden ajalta.

Kuviosta (kuvio 10) on nähtävissä, miten sähkön kokonaistehon pohjakuorma ja kulutuspiikit ovat nousseet tasaisesti viime vuosien ajan. Erityisen kova kulutuspiikki on ollut vuonna 2016, jolloin Suomessa tehtiin ennätys sähkönkulutuksessa. Tuolloin kolmannes Suomessa kulutetusta sähköstä tuotiin ulkomailta.

7.1 Asunto 01

Asunto 01 oli vanha 1937 luvulla rakennettu omakotitalo, jossa asui tarkastelujakson aikana kolme henkilöä. Asunnossa oli päälämmitysjärjestelmänä suorasähkölämmitys. Talo oli kaksikerroksinen, jonka ylä- ja alakerta lämpeni pattereilla. Kellarissa ja kuistilla oli käytössä lattialämmitys. Lisälämmitysjärjestelmänä talossa oli kaksi kaakeliuunia, joista toinen on käytössä lähes joka toinen päivä. Asukkailla on käytössä yksi auto, jota lämmitetään talvisin joka arkiaamu myös sisätilanlämmittimellä.

Asunnossa kulutettu sähköteho koostui sähkölämmityksen lisäksi asunnossa käytettävistä sähköisistä laitteista. Suuritehoisin laite asunnossa oli 9 kilowatin kiuas, joka oli hieman viallinen, sillä yksi kiukaan vaiheista ei lämmittänyt. Myös muita suuritehoisia laitteita löytyi käytöstä, kuten kaksi vanhaa pakastinta, uuni sekä alakerrassa oleva pesukone. Näiden lisäksi kesäisin on käytössä ruohonleikkurin akun laturi. Asukas kertoi pääsulakkeen palavan talvella kovan tehonkäytön aikana, jos sauna ja uuni ovat päällä samaan aikaan. Asunnon kuluttama teho viimeisen viiden vuoden ajalta on nähtävissä kuvassa (kuvio 11). Kuviosta nähdään, että asunnon kuluttama sähköteho on koko viiden vuoden ajalta melko tasaista, muutamaa tehopiikkiä lukuun ottamatta. Asukas kertoi, etteivät he säästele sähkönkulutusta kylmimpien säätilojen vallitessa.

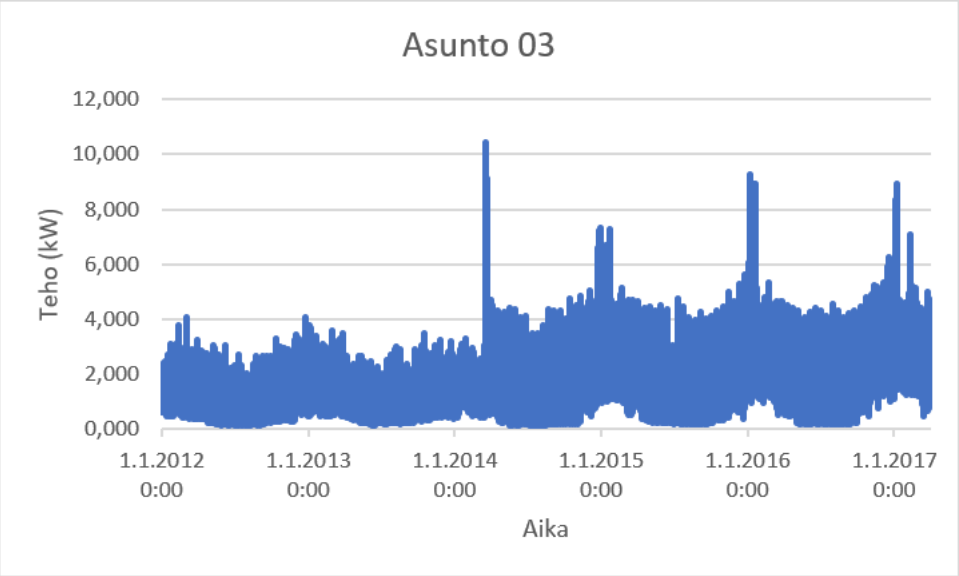


KUVIO 11. Asunto 01 sähkötehon kulutus viimeisen viiden vuoden ajalta.

7.2 Asunto 03

Asunto 03 oli 1954 luvulla rakennettu omakotitalo, jossa tarkastelujakson aikana on asunut 5 hengen perhe viimeisen 5 vuoden aikana. Asunnossa on tehty lämmitystaparemontti ja vuonna 2014 asennettiin maalämpöpumppu, jonka porakaivo on noin 200 metriä syvä. Lämmitystaparemontin aikana talo lämpeni sähköllä. Entisenä lämmitysjärjestelmänä toimi öljylämmitys. Asunnon lämmön jakotapana toimii vesikiertoinen lattialämmitys ja vesipatterit, joita asunnossa oli viisi kappaletta. Verannalla ja varastossa on käytössä lisäksi sähköpatteri. Asunnossa on kaksi takkaa, joista toinen on käytössä syksyisin ja talvisin. Autoa taloudessa lämmitetään hyvin harvoin ja silloinkin lämmitetään vain moottoria ilman sisätilanlämmitintä.

Maalämpöpumpun lisäksi sähkötehoa vieviä laitteita asunnossa oli tavalliset kodinkoneet, kuten astianpesukone, pyykinpesukone ja uuni. Saunankiuas ei asunnossa vienyt sähkötehoa, sillä se lämpenee puilla. Asukas kertoi, ettei sulakkeet ole palaneet edes kovimpien sähkötehojen aikana. Asunnon tehonkulutus viimeiseltä viideltä vuodelta on nähtävissä kuviossa (kuvio 12), josta huomataan selvästi, milloin lämmitystaparemontti on tehty. Kohteen sähkönkulutusdatasta näkee selvästi, miten lämpöpumppu on lisännyt tehopiikkejä entiseen öljylämmitykseen verrattuna. Asukas oli säätänyt kesällä 2014 kylpyhuoneen lattialämmitystä korkeammalle, mikä näkyy tasaisen pohjakuorman nousuna sähkötehonkulutusdatassa.



KUVIO 12. Asunto 03 kuluttama tuntikeskiteho viimeisen viiden vuoden ajalta.

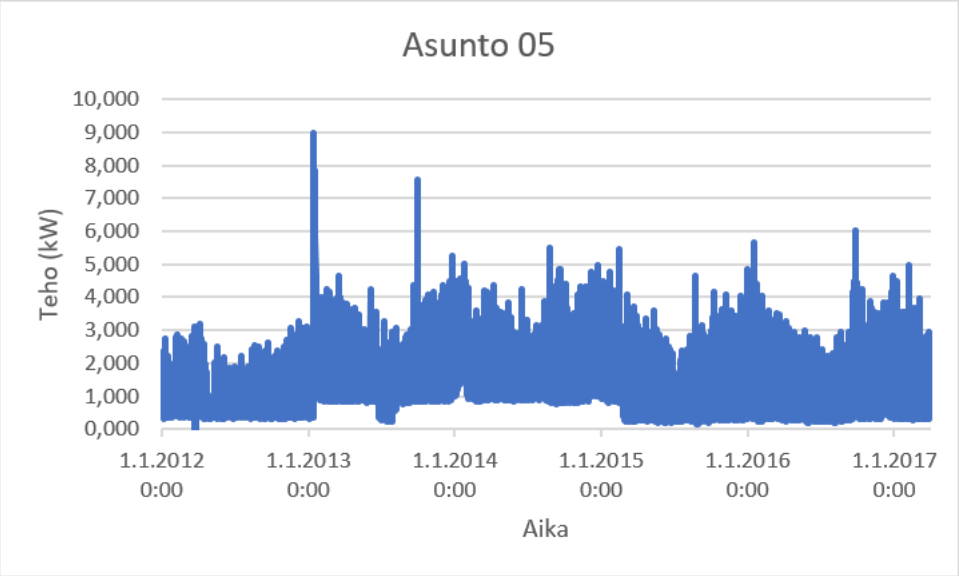
Kohteessa olevan maalämpöpumpun merkki oli IVT Greenline, jonka teho oli 9kW. Asukkaalla ei ollut itsellään tietoa millaisella ohjelmalla pumppu on käynnissä ja millaisia ohjauksia pumppuun on edes olemassa. Asukas oli saanut pienen informaation lämpöpumpun toiminnasta pumpun asennuksen yhteydessä, mutta siitä saadut tiedot olivat unohtuneet.

IVT Greenline lämpöpumppuihin on saatavilla monia eri ohjausvaihtoehtoja. Niistä löytyy niin erilaisia aikaohjelmia pumpun käynnistymiseen kuin myös erilaisia tehoportaita sähkövastuksille. Sähkövastusten kuluttamaa sähköenergian määrää on mahdollista säätää itselle sopivaksi silloin, kun pumppu on päällä tai sammutettuna. Maalämpöpumpusta löytyy myös mahdollisuus pumpun ulkoiseen ohjaukseen. (IVT 2013, 35.)

7.3 Asunto 05

Asunto 05 oli 1996 rakennettu omakotitalo, jossa asuu pääsääntöisesti 2 henkilöä. Yhden talven aikana talossa asui kuitenkin lisäksi myös toinen perhe, johon kuului 4 henkilöä. Talon päälämmitysjärjestelmä on ollut maalämpö vuodesta 2013 ja sitä ennen lämmitysmuotona oli öljylämmitys. Lämmönjakotapana asunnossa on vesikiertoinen lattialämmitys ja yläkerrassa radiaattorit. Apulämmitysjärjestelmänä on toiminut takka, jota lämmitetään vain muutaman kerran vuodessa. Autoa asukkaat lämmittävät noin tunnin verran kerrallaan ja noin viitenäkymmenenä päivänä vuodessa.

Asukkaan mukaan maalämpöpumpun lisäksi suuria sähkötehoa vieviä laitteita ovat poistoilmapuhallin, vesikiertopumppu ja kylmälaitteet. Saunassa on sekä puukiuas, että sähkökiuas, mutta asukkaan kertoman mukaan sähkökiuasta ei käytetä. Sulakkeet eivät ole talvella palaneet. Asukas kertoo saaneensa ainoastaan oksahakkurilla työskennellessä sulakkeen palamaan. Asunnon tehonkulutus viimeiseltä viideltä vuodelta on nähtävissä kuviossa (kuvio 13), josta näkee sähkötehonkulutuksen lisääntyneen maalämpöpumppuun siirtyessä. Kohteen sähkötehon pohjakuormassa on havaittavissa huomattava muutos vuonna 2015. Asukas kertoi, että oli itse ohittanut maalämpöpumpun 0,5 kW lisävastuksen, kun se oli ollut päällä vuorokauden ympäri päivittäin. Lisävastuksen kulutuksen näkee selvästi kohteen sähkökulutusdatan pohjakuormassa.



KUVIO 13. Asunto 05 kuluttama tuntikeskiteho viimeisen viiden vuoden ajalta

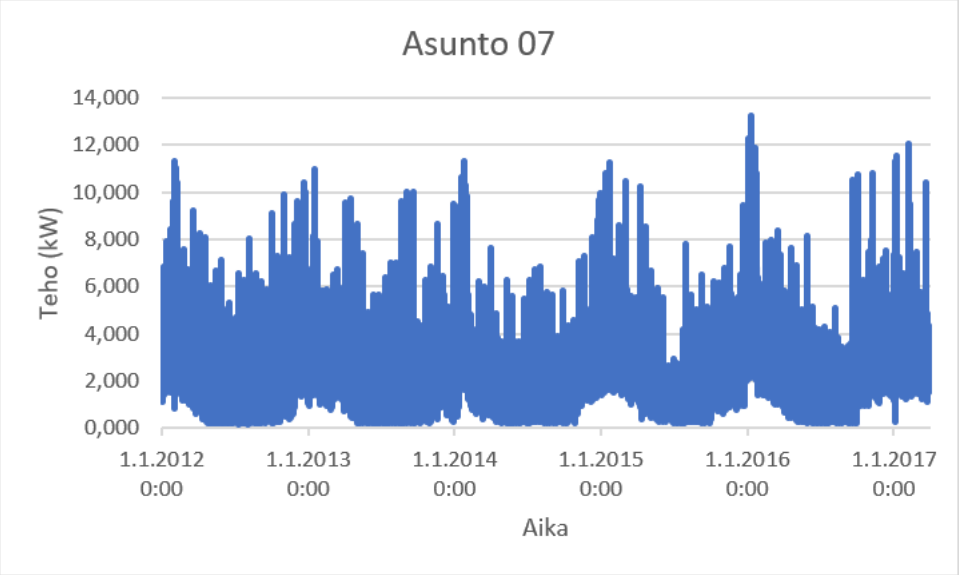
Maalämpöpumpun merkki oli NIBE F1245, jonka teho oli 8kW. Asukas oli itse manuaalisesti kokeillut ohjata lämpöpumppua sähkön pörssihinnan mukaisesti, muttei ollut huomannut saavansa sillä aikaan merkittäviä säästöjä. Asukas oli hyvin kiinnostunut omasta sähkönkulutuksestaan sekä kaipasi lisää tietoa oman maalämpöpumpun ohjauksista ja toiminnasta.

NIBE F1245 maalämpöpumppuun on saatavilla tariffin mukaista ohjausta. Tariffin mukaisessa ohjauksessa pumppu tietää etukäteen seuraavan päivän sähkönhinnan ja säätää kulutustaan alhaisimman hinnan mukaan. Lisäksi NIBE F1245 pumppuun on saatavilla erilaisia ulkoisia ohjausmahdollisuuksia ja etähallintaa sekä valvontakytkin, joka ohjaa pumpun toimintaa talon kokonaissähkökulutuksen mukaan. Valvontakytkimellä säädellään, ettei sähkönkulutus kasva liian suureksi ja polta pääsulakkeita. Mitään näistä ohjaustavoista ei kuitenkaan ollut kohteeseen asennettuna. (Nibe, N.d, a, 22)

7.4 Asunto 07

Asunto 07 oli vuonna 1958 rakennettu omakotitalo, jossa on asunut kuusi henkinen perhe viimeisen viiden vuoden aikana. Lämmitysjärjestelmänä on toiminut maalämpöpumppu koko viimeisen viiden vuoden ajan. Lämmönjakotapana on patterit, joiden lisäksi kylpyhuoneessa on vesikiertoinen lattialämmitys. Asukkaat lämmittävät autoja noin tunnin ajan sisätilanlämmittimen kanssa, silloin kun lämpötila laskee nollaan asteeseen tai sen alle.

Kiukaan lämmitykseen ei kohteessa kulu sähkötehoa, sillä asunnossa on puukiuas. Muita sähkötehoa vieviä laitteita asunnossa ovat tavalliset kodinkoneet, kuten pyykinpesukone, astianpesukone ja pakastin. Sulakkeet palavat asunnossa kylmällä säällä, kun lämpöpumpun lisävastukset ovat päällä samaan aikaan muiden kodinkoneiden kanssa. Asunnon tehonkulutus viimeisen viiden vuoden ajalta on nähtävissä kuviossa (kuvio 14). Kuviosta huomataan, että kohteessa esiintyy useita ja isoja tehopiikkejä. Asukkaan kertoman mukaan asunnossa asui muutama teini-ikäinen nuori, jotka käyttävät paljon lämmintä vettä käydessään suihkussa. Se selittäisi, miksi kohteessa on niin paljon tehopiikkejä. Tehopiikit johtuvat siitä, kun maalämpöpumppu joutuu usein lämmittämään käyttövettä.



KUVIO 14. Asunto 07 kuluttama tuntikeskiteho viimeisen viiden vuoden ajalta.

Lämmityslaitteen merkki oli Thermia Diplomat, jonka teho oli 8kW. Lämpöpumppuun oli jouduttu tekemään muutamia huoltoja, sillä siitä oli hajonnut kaksi kertaa ohjainkortti, venttiili oli jumittanut ja se oli pitänyt vaihtaa sekä putkistojen vuotoa oli korjattu. Lämpöpumpun toimittaja oli tehnyt huollot lämpöpumppuun. Asukas oli hyvin kiinnostunut lämpöpumpun kuluttamasta sähköenergiasta ja hän olikin asentanut pumpulle ja sähkövastuksille omat kilowattituntimittarit. Tehonohjauksia asukas ei ollut asettanut maalämpöpumppuun, joten pumpussa oli käytössä tehdasasetetut ohjaukset, jotka asentaja oli asettanut.

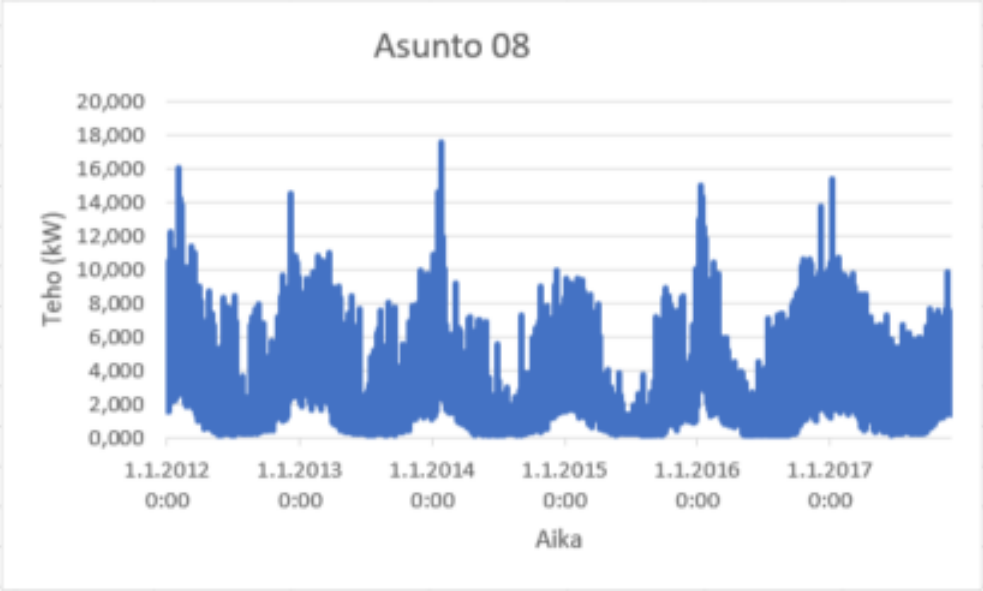
Thermia Diplomat maalämpö pumppua on mahdollista ohjata pörssisähkön mukaisesti, mutta se vaatii ulkoisen ohjauksen. Ulkoisten ohjausten lisäksi pumppua voidaan ohjata

aikaohjelmilla ja etänä, mutta tämä vaatii erillisen lisämoduulin maalämpöpumppuun. Sähkövastuksia ohjataan kolmessa eri portaassa 3kw, 6kw ja 9kw. Lisävarusteena Thermia lämpöpumppuun on saatavilla virtatunnisteet. Virtatunnisteet eivät yleensä ole tarpeen, sillä kyseiset maalämpöpumput pyritään asentamaan niin, että sulakkeet riittävät, vaikka maalämpöpumpussa suurinkin lisävastus olisi käytössä.

7.5 Asunto 08

Asunto 08 oli 1954 rakennettu rintamamiestalo, jossa asui nykyään kaksi henkilöä. Asunnossa on päälämmitysjärjestelmänä toiminut maalämpö vuodesta 2009 lähtien. Lisäksi talossa on apulämmitysjärjestelminä ilmalämpöpumppu ja liikuteltavia lisälämmittimiä. Lämmönjakotapana on vesikiertoinen patterilämmitys ja saunassa sähkölämmitteinen lattialämmitys.

Lämmityksen lisäksi suurempia sähköä vieviä laitteita talossa oli pesukone, kuivausrumpu, liesi ja sähkökiuas. Asunnon tehonkulutus viimeisen viiden vuoden ajalta on nähtävissä kuviossa (kuvio 15).



KUVIO 15. Asunto 08 kuluttama tuntikeskiteho viimeisen viiden vuoden ajalta.

Kohteessa olevan maalämpöpumpun merkki on IVT Greenline HT+C7, jonka teho oli 9,2 kW. Maalämpöpumppu oli osatehoisesti mitoitettu, joten siinä oli pumpun lisäksi sähkövastukset, joiden avulla tuotettiin tarvittu lisälämpö. Sähkövastuksia ohjattiin kolmessa eri portaassa, jotka ovat 3kw, 6kw ja 9kw.

IVT Greenline maalämpöpumppua on mahdollista ohjata niin ulkoisella ohjauksella, aikaohjelmalla kuin etäohjauksellakin mobiililaitteen avulla. Lisäksi uusimpiin IVT maalämpöpumppuihin asennetaan vakiovarusteina virtavahdit, jottei sähkövastusten vaatima teho kasva liian suureksi pääsulakkeille. Sähkövastuksia IVT lämpöpumpuissa ohjataan portaittain. (IVT 2013, 35.)

Kohteessa oleva ilmalämpöpumppu oli merkiltään Recair Daikin Inverter ja malliltaan FTXS20K2V1B. Kyseiseen ilmalämpöpumppuun sisältyy älykäs silmä-toiminto, jossa ilmalämpöpumppu käynnistää virransäästötilan, mikäli pumppu ei havaitse huoneessa ketään 20 minuuttiin. Lisäksi ilmalämpöpumppua on mahdollista ohjata viikko-ohjelmalla ja ajastimella, mutta ohjausta pörssisähkön mukaan tai etähallintaa ei pumppuun ole suunniteltu. (Daikin n.d.) Asukas ei ollut itse asettanut lämpöpumppuun mitään tehonohjauksia vaan ilmalämpöpumpussa oli käytössä tehdasasetetut ohjaukset.

8 POHDINTA

Selvitysten perusteella voidaan sanoa, että maalämpöpumpuista, vesi-ilmalämpöpumpuista ja poistoilmalämpöpumpuista löytyy melko hyvin mahdollisuuksia tehonohjaukselle. Ilmalämpöpumpuille ei tehonohjauksia ole kuitenkaan suunniteltu yhtä paljon kuin muille lämpöpumpuille. Valmistajat ovat menossa oikeaan suuntaan ja suunnittelevat lämpöpumpuilleen erilaisia ohjausmahdollisuuksia. Nyt kun valmistajat liittävätkin erilaisia ohjausvaihtoehtoja pumppuihin, pitäisi käyttäjien myös osata käyttää niitä. Kohdekäyntien perusteella harvassa lämpöpumpussa oli käytössä tehonohjausmenetelmiä. Osalla asukkaista syynä tehonohjausmenetelmien käyttämättömyydelle oli tietämättömyys, kun taas osalla ei vain ollut kiinnostuneisuutta oman lämpöpumpun toiminnan seuraamiseen.

Kenellä on vastuu siitä, että lämpöpumppujen asennuksessa asetetaan mahdollisimman vähän tehoa kuluttavat ohjaukset ja asetukset, vai onko kyseistä vastuuta kenelläkään? Onko kaikki kuluttajan vastuulla, koska hän käyttää pumppua? Tällä hetkellä vaikuttaa siltä, että kaikki hoitavat oman roolinsa, eikä toimivia kokonaisuuksia tehdä kaikkien osapuolien välillä. Suunnittelijoiden pitäisi suunnitella kokonaisuuden kannalta hyvä ratkaisu ja asentajien pitäisi asettaa pumppuun tehoa säästävät asetukset. Valmistajat mainostavat, että heidän pumppujaan on mahdollista ohjata monella eri tavalla, mutta yleensä ohjauksen tekijästä ei ole mainintaa. Vain muutamalla lämpöpumpun valmistajalla oli valmiina myös ohjelmat, joiden avulla pystyttiin pumppujen sähkötehoa ohjaamaan.

Kuluttajalla on myös vastuu oman lämpöpumpun ohjaamisesta, mutta valmistajan tai asentajan pitäisi tarjota tiedot erilaisista ja ”hyvistä” ohjaustavoista, jotta kuluttaja voisi niitä hyödyntää. Tällä hetkellä tieto on hyvin vaikeasti saatavilla, sillä tekniset tiedot ja asennusohjeet pitää osalta valmistajista kysyä erikseen. Olisi hyvä, jos ne olisi esimerkiksi heidän internet sivuillaan vapaasti luettavissa. Myös oppaissa ja ohjeissa on kehitettävää, sillä niistä saatavat tiedot, koskien varsinkin sähkötehon ohjaamista, ovat suppeat.

Tulosten perusteella oli helppo huomata, että taloissa joihin lämpöpumppu oli asennettu, oli tehon kulutushuiput myös kasvaneet. Ei siis ole ihme, jos sähköverkkojen haltijat ovat ongelmissa, mikäli lämpöpumppujen suosio jatkuu samaa tahtia. Tämän hetkinen varus-

telutaso ei riitä kattamaan tulevaisuuden tehotarpeita. Investoinnit tulevat kalliiksi sähköverkkojen haltijoille, joiden pitää korottaa sähkösiirtojen hintoja, että saavat investoinnit suoritettua. Ongelmaa helpottaisi siirtohinnan muuttaminen tehohinnoitteluperusteiseksi ja lämpöpumppujen tehonohjausten käyttöönottaminen. Tämä tulisi vähentämään sähköverkon haltijan investointeja.

Tulevaisuudessa on mielenkiintoista seurata, miten lämpöpumppujen suosion käy, jos Suomi siirtyy tehon mukaan laskutettavaan siirtomaksuun. Tämä lisäisi lämpöpumpun omistavien kustannuksia siirtomaksussa. Kohdekäyntien perusteella harva asukas oli valmis tinkimään lämpöpumpun käytöstä suurimman kulutuksen aikana, jos he eivät hyödy siitä itse mitenkään. Tehoon perustuva siirtomaksu pakottaisi asukkaat seuraamaan enemmän sitä, milloin kulutus on korkeimmillaan ja kuinka paljon heidän asunnon tai lämpöpumpun kulutus on. Tehoon perustuvan siirtomaksun myötä saisi asukkaat ohjaamaan heidän lämpöpumppujaan tehoa säästellen.

LÄHTEET

Belonogova, N. Järventausta, P. Lummi, K. Mutanen, A. Rautiainen, A. Repo, S. Trygg, P. 2015. Kysynnän jousto – Suomeen soveltuvat käytännön ratkaisut ja vaikutukset verkkoyhtiöille (DR pooli): Loppuraportti. Luettu 10.4.2018 https://tutcris.tut.fi/portal/files/4776899/kysynnan_jousto_loppuraportti.pdf

Bosch. 2015. Compress 7000 12LWM. Asennusohje. Luettu 12.2.2018. www.bosch-climate.fi/globalassets/fi-dokumentit/ladattavat-dokumentit/oppaat-ja-esit-teet/maalampo/compress7000lwm_asennusohje.pdf

Daikin. N.d. Daikin room air conditioner. Käyttöohje. Luettu 3.4.2018. http://www.recair.fi/pdf/kayttoohjeet/kayttoohje-ftxs20-25k.pdf

Dimplex. Tekniikan selitykset: Lämpöpumppu. Luettu 22.3.2018. http://www.dimplex.de/fi/ammattilaisille/tekniikan-selitykset/laempoepumput/naein-laempoepumppu-toimii.html

Energiateollisuus ry. 2018. Energiavuosi 2017- sähkö. Julkaistu 23.1.2018. Luettu 29.3.2018. https://energia.fi/ajankohtaista_ja_materiaalipankki/materiaalipankki/energia-vuosi_2017_-_sahko.html

Energiavirasto. 2018. Sähkön hinta. Luettu 6.4.2018. https://www.energiavirasto.fi/sahkon-hinta

Gebwell. N.d. Asennus-, käyttö- ja huolto-ohje - GEMINI lämpöpumppu. Luettu 4.3.2018. http://docplayer.fi/14367503-Asennus-kaytto-ja-huolto-ohje.html

IVT. 2013 Greenline HE asennusohje. Luettu 13.3.2018 http://st1maalampo.fi/wp-content/uploads/HE_asennusohje_2013-03.pdf

IVT Center Lahti. N.d. IVT Nordic Inverter – ilmalämpöpumppujen ominaisuuksia. Luettu 14.3.2018 http://www.ivtlahti.fi/tekniset-tiedot-ivt-nordic-inverter-ilmalampopumput.htm

Jaakkola, H. 2016. Sähkön siirtohinnoittelu tehoperusteiseksi. Julkaistu 6.10.2016. Luettu 6.3.2018. http://www.energiauutiset.fi/sahkoverkot/sahkon-siirtohinnoittelu-tehoperus-teiseksi.html

Kaukora Oy, 2015. Jäspi Tehowatti Air Asentajan käsikirja. Luettu 18.3.2018 https://jaspi.fi/wp-content/uploads/2016/06/TWAir_Asentajan_kasikirja_2015.pdf

Kemppainen T. Poistoilmalämpöpumppujen ohjaukset. Sähköpostiviesti. teemu@nilan.fi Luettu 12.4.2018

Laatikainen, T. 2016. Suomalaisten sähkölaskut menevät uusiksi – "Mökkiläiset häviävät eniten". Tekniikka ja talous. Julkaistu 3.9.2016. Luettu 6.4.2018.

https://www.tekniikkatalous.fi/talous_uutiset/suomalaisten-sahkolaskut-menevat-uusiksi-mokkilaiset-haviavat-eniten-6579277

Mitsubishi Electric Europe B.V. 2013. MELCloud-palvelunkäyttöopas. Luettu 11.3.2018.
https://www.scanoffice.fi/sites/default/files/liitetiedostot/melcloud-palvelun_kaytto-opas.pdf

Motiva. 2012a. Lämpöä ilmassa – Ilmalämpöpumput. Julkaistu 2012. Luettu 12.3.2018.
https://www.motiva.fi/files/7964/Lampoa_ilmassa_Ilmalampopumput.pdf

Motiva. 2012b. Lämpöä omasta maasta - maalämpöpumput. Luettu 6.4.2018.
https://www.motiva.fi/files/7965/Lampoa_omasta_maasta_Maalampopumput.pdf

Motiva. 2017. Lämpöpumput. Päivitetty 22.10.2017. Luettu 26.3.2018.
https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/lampopumput

Nibe. N.d. Smart Price Adaption - pilvipalveluja lämpöpumppulämmittäjän hyödyksi. Luettu 28.2.2018.
https://www.nibe.fi/lehdisto/ajankohtaista/smart-price-adaption-pilvipalveluja-lampo-pumppulammittajan-hyodyksi/

Nibe Ab. N.d. Kuormitusvahti EBV 200. Asennusohjeet. Luettu 13.2.2018.
http://www.nibeonline.com/pdf/011433-1.pdf

Nibe Ab Sweden. N.d a. Asentajan käsikirja NIBE™ F1245 Maalämpöpumppu. Luettu 6.2.2018.
https://www.nibe.fi/nibedocuments/17532/331492-1.pdf

Nibe Ab Sweden. N.d b. Asentajan käsikirja NIBE™ F1255 Maalämpöpumppu. Luettu 2.2.2018.
https://www.nibe.fi/nibedocuments/19639/331299-3.pdf

Nibe, Ab Sweden N.d. c. Asentajan käsikirja NIBE™ F750 Poistoilmalämpöpumppu. Luettu 2.2.2018
https://www.nibe.fi/nibedocuments/23355/431409-1.pdf

Nibe, Ab Sweden N.d c. Asentajan käsikirja NIBE™ SMO 40 Ohjausyksikkö. Luettu 18.3.2018.
https://www.nibe.fi/nibedocuments/23955/231752-5.pdf

Nissilä, O. & Nyman M. 2012. Ilmalämpöpumpun Mitsubishi MSZ-FH25VE + MUZ-FH25VEHZ toimintakoe matalissa ulkoilman lämpötiloissa ja sulatusjaksot sisältävä lämpökerroin. Testausseloste. Julkaistu 17.9.2012. Luettu 15.1.2018.
https://www.scanoffice.fi/sites/default/files/liitetiedostot/vtt-s-06121-12.pdf

OptiWatti. N.d. Toimintaperiaate. Luettu 13.3.2018.
https://www.optiwatti.fi/saasta-sahkolammityksessa/toimintaperiaate/

Suomen lämpöpumppuyhdistys. N.d.a. Lämpöpumppujen merkitys ja tulevaisuus. Luettu 16.2.2018.

https://www.sulpu.fi/documents/184029/209175/Lampopumppujen-merkitys-ja-tulevaisuus-SULPU.pdf

Suomen lämpöpumppuyhdistys. N.d.b. Maalämpöpumput (MLP). Luettu 10.1.2018.
https://www.sulpu.fi/maalampopumppu

Suomen lämpöpumppuyhdistys. N.d.c. Poistoilmalämpöpumppu (PILP). Luettu 16.1.2018.
https://www.sulpu.fi/poistoilmalampopumppu

Suomen lämpöpumppuyhdistys. N.d.d. Ulkoilma-vesilämpöpumppu (UVLP). Luettu 22.1.2018.
https://www.sulpu.fi/ilma-vesilampopumput

Valtioneuvoston asetus sähköntoimitusten selvityksestä ja mittauksesta 5.2.2009/66.

LIITTEET

Liite 1. Maalämpöpumput 1 (2)

Nibe	GROUND SOURCE HEAT PUMP_NIBE F1245-6
Nibe	GROUND SOURCE HEAT PUMP_NIBE F1245-12
Nibe	GROUND SOURCE HEAT PUMP_NIBE F1145-10
Nibe	GROUND SOURCE HEAT PUMP_NIBE F1245-8
Nibe	GROUND SOURCE HEAT PUMP_NIBE F1145-6
Nibe	GROUND SOURCE HEAT PUMP_NIBE F1145-12
Nibe	GROUND SOURCE HEAT PUMP_NIBE F1145-15
Nibe	GROUND SOURCE HEAT PUMP_NIBE F1145-17
Nibe	GROUND SOURCE HEAT PUMP_NIBE F1145-8
Nibe	GROUND SOURCE HEAT PUMP_NIBE F1245-10
Nibe	NIBE HEATPUMP_F1226-6
Nibe	NIBE HEATPUMP_F1226-8
Nibe	NIBE HEATPUMP_F1226-11
Nibe	NIBE F1345-24
Nibe	NIBE F1345-30
Nibe	NIBE F1345-40
Nibe	NIBE F1345-60
Nibe	GROUND HEAT PUMP NIBE F 1226-6 NEW
Nibe	GROUND HEAT PUMP NIBE F 1226-8 NEW
Nibe	GROUND HEAT PUMP NIBE F 1226-12 NEW
Nibe	NIBE F1155-6 EM 1-5-6KW
Nibe	NIBE F1255-6 R 1,5-6KW
Nibe	NIBE F1155-16 EM 4-16KW
Nibe	NIBE F1255-16 R 4-16KW
Nibe	H14205 HEAT PUMPS.GROUND HEAT PUMPS
Nibe	NIBE F1255-12 R EM GROUNDSOURCE HEATPUMP
Nibe	NIBE F1155-12 EM GROUND SOURCE HEATPUMP

Gebwell	GEBWELL GROUND SOURCE HEATPUMP GEM52
Gebwell	GEBWELL GROUND SOURCE HEATPUMP GEM64
Gebwell	GEBWELL GROUND SOURCE HEATPUMP T206
Gebwell	GEBWELL GROUND SOURCE HEATPUMP QI8
Gebwell	GEBWELL GROUND SOURCE HEATPUMP GEM40
Gebwell	GEBWELL GROUND SOURCE HEATPUMP QI10
Gebwell	GEBWELL GROUND SOURCE HEATPUMP QI13
Gebwell	GEBWELL GROUND SOURCE HEATPUMP T208
Gebwell	GEBWELL GROUND SOURCE HEATPUMP T226
Gebwell	GEBWELL GROUND SOURCE HEATPUMP T220
Gebwell	GEBWELL GROUND SOURCE HEATPUMP T232
Gebwell	GEBWELL GROUND SOURCE HEATPUMP QI6

Danfoss	HEAT PUMP DHP-HL 8 LOWER
Danfoss	HEAT PUMP DHP-H 12 INTEG. HOT WATER 180L
Danfoss	HEAT PUMP DHP-HL 6 LOWER
Danfoss	HEAT PUMP DHP-HL 10 LOWER
Danfoss	HEAT PUMP DHP-H 8 INTEG. HOT WATER 180L

Danfoss	HEAT PUMP DHP-H 6 INT.WATER HEATER 180L
Danfoss	HEAT PUMP DHP-HL 16 LOWER
Danfoss	HEAT PUMP DHP-HL 12 LOWER
Danfoss	HEAT PUMP DHP-H 10 INTEG. HOT WATER 180L
Danfoss	HEAT PUMP_DHP-H OPTI PRO 6 INT.HOT WA
Danfoss	DANFOSS HEATPUMP DHP-H OPTI 4
Danfoss	DANFOSS HEATPUMP DHP-H OPTI 6
Danfoss	DANFOSS HEATPUMP DHP-H OPTI 8
Danfoss	DANFOSS HEATPUMP DHP-H OPTI 10
Danfoss	DANFOSS HEATPUMP DHP-H OPTI 12
Danfoss	DANFOSS HEATPUMP DHP-L OPTI 6
Danfoss	DANFOSS HEATPUMP DHP-L OPTI 8
Danfoss	DANFOSS HEATPUMP DHP-L OPTI 10
Danfoss	DANFOSS HEATPUMP DHP-L OPTI 12
Danfoss	DANFOSS HEATPUMP DHP-L OPTI 16
Danfoss	DHP-H VARIUS PRO+GROUND SOURCE 6-17kW

Bosch	GROUND SOURCE HEAT PUMP BOSCH LW/M 6
Bosch	GROUND SOURCE HEAT PUMP BOSCH LW 6
Bosch	GROUND SOURCE HEAT PUMP BOSCH LW/M 7
Bosch	GROUND SOURCE HEAT PUMP BOSCH LW 7
Bosch	GROUND SOURCE HEAT PUMP BOSCH LW/M 9
Bosch	GROUND SOURCE HEAT PUMP BOSCH LW 9
Bosch	GROUND SOURCE HEAT PUMP BOSCH LW/M 11
Bosch	GROUND SOURCE HEAT PUMP BOSCH LW 11
Bosch	GROUND SOURCE HEAT PUMP BOSCH LW 14
Bosch	GROUND SOURCE HEAT PUMP BOSCH LW 17
Bosch	BERGVÄRMEPUM_VARVTALSSTYRD COMP7000 12 L

Muita:

Kaukora	Jämä Star	Nibe-pump. kanssa sama tekniikka
IVT	Premium Line ja Greenline	Bosch-pump. kanssa sama tekniikka
Thermia	Diplomat	Danfoss-pump. kanssa sama tekniikka
Viessmann	Vitocal G-sarja	
CTC	Ecopart, EcoHeat	
Stiebel Eltron	WBC, WBF -sarja	
Vaillant	Geotherm	
Lämpöässä	Vmi	
Oilon	Cube, Eco, GT, MH, RE	

Liite 2. Ilma-vesilämpöpumput

Valmistaja	
Nibe	AIR WATER HE_NIBE SPLIT AMS10-12+ACVM10-
Nibe	NIBE AIR-WATER SPLIT PACKET 1
Nibe	H14215 HEAT PUMPS.AIR-TO-WATER HEAT PUMP
Nibe	NIBE F2040-8 AIR-WATER OUTDOOR UNIT
Nibe	NIBE VVM 320 AIR-WATER INDOOR UNIT
Nibe	NIBE F2030-9 AIR-WATER OUTDOOR UNIT
Nibe	NIBE VVM 310 AIR-WATER INDOOR UNIT
Nibe	NIBE F2040-12 AIR-WATER OUTDOOR UNIT
Nibe	NIBE F2030-7 AIR-WATER OUTDOOR UNIT

Energy Save	E-S AIR TO WATER AW11-V5+FC OUTDOOR UNIT
Energy Save	E-S AIR TO WATER AWT9/11-V5+FC INDOORUNI
Energy Save	AIR-WATER HEAT PUMP 11 KW OUTDOOR UNIT
Energy Save	AIR-WATER HEAT PUMP 9 KW OUTDOOR UNIT
Energy Save	AIR-WATER HEAT PUMP 11 KW INDOOR UNIT
Energy Save	AIR-WATER HEAT PUMP 9 KW INDOOR UNIT
Energy Save	E-S AIR TO WATER AWH9/11-V5+FC INDOOR UN
Energy Save	E-S AIR TO WATER AW9-V5+FC OUTDOOR UNIT
Energy Save	E-S AIR-WATER AWH20-V5+IOU 20kW OUTDOOR
Energy Save	E-S AIR-WATER AWH20-V5+IIU 20kW INDOOR
Energy Save	AWT11-IFC 9-11 KW INDOOR+TANK
Energy Save	E-E AIR TO WATER AW13-V5+FC OUTDOOR UNIT
Energy Save	AIR-WATER HEAT PUMP 6 KW OUTDOOR UNIT
Energy Save	E-S AIR TO WATER AWT13-V5+FC INDOOR UNIT
Energy Save	AIR/WATER HEAT PUMP AWH 6KW INDOOR UNIT
Energy Save	E-S AIR TO WATER AWH13-V5+FC INDOOR UNIT
Energy Save	AIR-WATER HEAT PUMP 6 KW INDOOR UNIT

Bosch	AW 5KW AIR TO WATER OUTDOOR BOSCH
Bosch	AW 7KW AIR TO WATER OUTDOOR BOSCH
Bosch	AW 9KW AIR TO WATER OUTDOOR BOSCH
Bosch	AW 13KW AIR TO WATER OUTDOOR BOSCH
Bosch	AW 17KW AIR TO WATER OUTDOOR BOSCH

Kaukora	Jäspi Tehowatti Air
Mitsubishi	EcoDan ja PAC
Viessmann	Vitocal A- ja S-sarja
Danfoss	DHP AQ-sarja

Stiebel Eltron	WPL-Sarja
CTC	EcoAir, Ecozenith
Vaillant	Arotherm

Liite 3. Ilmalämpöpumput

Valmistaja	
Panasonic	VZ9-SKE
Panasonic	VZ12-SKE
Panasonic	HZ9-RKE
Panasonic	HZ12-RKE
Panasonic	NZ9-SKE
Panasonic	NZ12-SKE
Panasonic	CZ9-SKE
Panasonic	QZ9-SKE
Midea	Mission 9
Midea	Mission 12
Midea	Mission 18
Midea	Mission 24
Sharp	AY25TR
Sharp	AY35TR
Mitsubishi	FH25VEHZ
Mitsubishi	FH35VEHZ
Mitsubishi	FH50VEHZ
Mitsubishi	EF35VEH
Mitsubishi	SF35VEH
Mitsubishi	SF50VEH
Toshiba	Arctic
Toshiba	Super Daiseikai Nordic
Toshiba	Suzumi
Toshiba	Mirai
Toshiba	Avant
Toshiba	Super Daiseikai Premium
Samsung	Easy
Samsung	Smart Comfort
Muita Suomessa myytäviä: Electrolux, Fujitsu, Qlima, Onnline, Bosch, IVT, Nibe	

Liite 4. Poistoilmalämpöpumput

Valmistaja	
Nibe	HEATPUMP EXHAUST AIR_NIBE F470
Nibe	F750+SAM40 EXHAUSTAIR HEATPUMP
Nibe	F750 EXHAUST AIR HEAT PUMP
Nibe	HEATPUMP EXHAUST AIR_NIBE F370
Nilan	EXHAUST AIR HEAT PUMP_NILAN VP18C EK9 V2
Nilan	EXHAUST AIR HEAT PUMP_NILAN VP18 V2
Nilan	EXHAUST AIR HEAT PUMP_NILAN VP18C V2
Nilan	EXHAUST AIR HEAT PUMP_NILAN VPL15C
Nilan	EXHAUST AIR HEAT PUMP_NILAN VPL15TC
Nilan	EXHAUST AIR HEAT PUMP_VGU250 NILAN
Nilan	EXHAUST AIR HEAT PUMP_VPL28C NILAN
Nilan	EXHAUST AIR HEAT PUMP_VGU250EK9 NILAN