

Pekka Pennanen

SELVITYS MONOBLOCK-ILMA-VESILÄMPÖPUMPUN MAHDOLLISUUKSISTA

SELVITYS MONOBLOCK-ILMA-VESILÄMPÖPUMPUN MAHDOLLISUUKSISTA

Pekka Pennanen
Opinnäytetyö
Kevät 2019
Energiatekniikka
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Energiatekniikka

Tekijä: Pekka Pennanen

Opinnäytetyön nimi: Selvitys Monoblock-ilma-vesilämpöpumpun mahdollisuuksista

Name of thesis: Research of Monoblock-air-water heat pump's possibilities

Työn ohjaaja: Timo Kiviahde

Työn valmistuslukukausi ja -vuosi: Kevät 2019

Sivumäärä: sivut + liitteet
(26+ 3)

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää Monoblock-ilma-vesilämpöpumpun toimintaperiaate ja sen hyödyntämisen mahdollisuuksia suurissa kohteissa LämpöYkkönen Oy:lle. Lisäksi selvitettiin, millaisia Monoblock-ilma-vesilämpöpumppuja on eri valmistajilta saatavilla suuriin kohteisiin ja lisäksi vertailtiin asennettujen Split-ilma-vesilämpöpumppujen mitoitus-tietoja todellisiin kulutustietoihin. Samalla saatiin tietoa niiden kannattavuudesta.

Työssä tarkastellaan, miten Monoblock-ilma-vesilämpöpumppu eroaa työn tilaajan käytössä olevista Split-ilma-vesilämpöpumpuista ja mitä etua olisi Monoblock-laitteiden käytöstä. Split-laitteen teholuokat eivät ole niin suuria kuin Monoblock-laitteessa. Yhdellä suurempitehoisella Monoblock-laitteella voitaisiin tulevissa kohteissa korvata Split-laitteet, joita riittävän lämmitystehon saavuttamiseksi asennetaan nykyisin useampia rinnakkain. Monoblock-laitteella pystytään vaikuttamaan myös asennuskustannuksiin, sillä laitteen kylmäaineluvan alaiset työt on tehty jo tehtaalla valmiiksi: asentajan tarvitsee tehdä kohteessa vain LV-kytkennät ja tarvittavat sähkötyöt.

Riittävän suuritehoisia Monoblock-laitteita löytyi tällä hetkellä kahdelta eri valmistajalta: Swegonilta Zeta Rev HP XT ja Mitsubishi Electriciltä CAHV P500. Molemmat laitteet on valmistajan mukaan tarkoitettu käytettäväksi suurissa kohteissa, kuten rivi- ja kerrostaloissa.

Työssä vertailtiin kolmeen eri kohteeseen asennettujen Split-ilma-vesilämpöpumppujen mitoitus-tietoja niiden todellisiin kulutustietoihin. Kohteet olivat kaikki rivi- ja kerrostaloja. Kulutustiedot luettiin kohteissa olevista lämpö- ja sähköenergian kulutusmittareista. Kohteissa laitteiden tuottama säästö lämmitysenergian tuotannossa sekä laitteiden kannattavuus jäi oletettua vähäisemmäksi. Tuloksiin vaikutti se, että laitteiden kytkennät oli aluksi tehty väärin. Laitteiden kytkennät on sittemmin korjattu, joten tulevaisuudessa lämpöpumpuilla tuotetun lämpöenergian arvot paranevat ja vastaavat paremmin mitoituksen mukaisia laskelmia.

Asiasanat: ilma-vesilämpöpumppu, Split-ilma-vesilämpöpumppu, Monoblock-ilma-vesilämpöpumppu, energianlaskenta, kannattavuus

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ.....	3
SISÄLLYSLUETTELO	4
1 JOHDANTO	5
2 LÄMPÖPUMPUT.....	6
3 ILMA-VESILÄMPÖPUMPPU	10
3.1 Split-laite.....	11
3.2 Monoblock-laite	12
4 MONOBLOCK-LAITTEET ERI VALMISTAJILTA.....	14
4.1 Swegon Zeta Rev HP XT	14
4.2 Mitsubishi CAHV P500	16
5 ENERGIALASKENTA.....	17
6 TARKASTELUN KOHTEENA OLEVAT KIIINTEISTÖT	23
7 YHTEENVETO	24
LÄHTEET.....	25
LIITTEET	27
LIITE 1. Swegon ZETA REV HP XT ilma-vesilämpöpumpun tekniset tiedot	
LIITE 2. Mitsubishi Electric CAHV P500 ilma-vesilämpöpumpun tekniset tiedot	

1 JOHDANTO

Työn tilaajana on LämpöYkkönen Oy, joka on perustettu vuonna 2007. LämpöYkkönen Oy on energiatehokkaisiin lämmitys- ja viilennysratkaisuihin keskittyvä yritys, joka toimii koko Suomen alueella. Yrityksessä työskentelee 100 työntekijää.

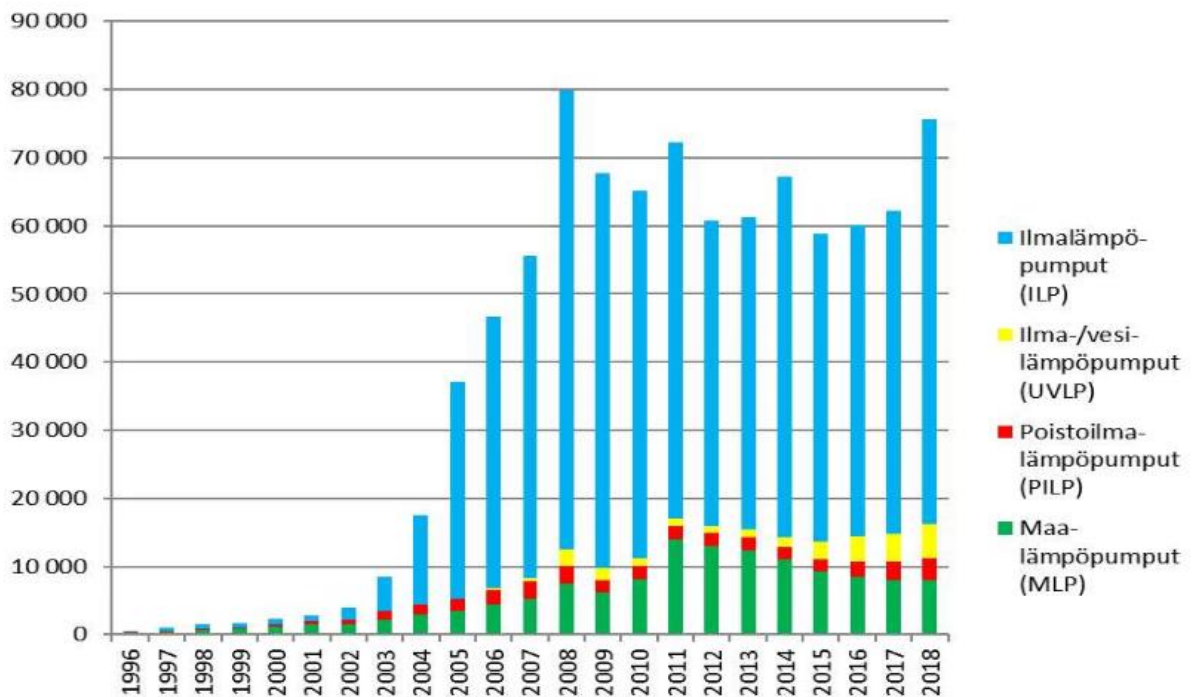
Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää Monoblock-ilma-vesilämpöpumpun toimintaperiaate sekä sen hyödyntämisen mahdollisuuksia työn tilaajan LämpöYkkönen Oy:n yritystoiminnassa. Lisäksi työssä selvitetään Suomen markkinoilla olevat eri valmistajien Monoblock-ilma-vesilämpöpumput. Koska työn tilaajan kohteet ovat suuria rakennuksia, kuten kerros- ja rivitaloja, ovat tarkastelussa vain eri valmistajien teholuokaltaan yli 50 kW:n Monoblock-laitteet.

Työssä vertaillaan Monoblock-laitteiden käyttöä työn tilaajan nykyisin käytössä oleviin Split-laitteisiin. Työssä tarkastellaan kolmen eri rivi- ja kerrostaloon asennetun Split-laitteen mitoitus- ja energiankulutustietoja. Kohteiden mitoitus tiedot saatiin työn tilaajalta ja kohteiden energiankulutustiedot luettiin kohteissa olevista lämpö- ja sähköenergian kulutusmittareista. Niiden avulla työssä selvitetään, miten kohteisiin asennetut Split-ilma-vesilämpöpumppujärjestelmät vastaavat todellisuudessa mitoitus tilannetta.

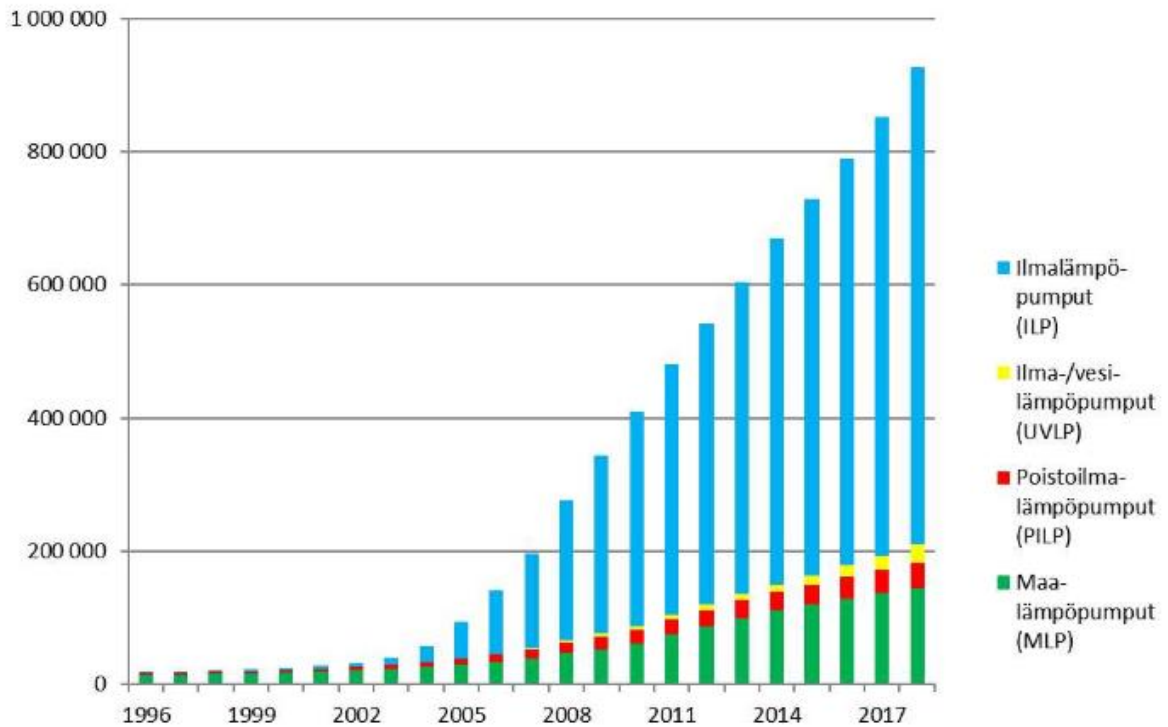
2 LÄMPÖPUMPUT

Auringosta maahan, kallioon, veteen ja ilmaan varastoitunutta lämpöenergiaa voidaan lämpöpump-
pujen avulla hyödyntää rakennusten lämmitykseen sekä käyttöveden lämmitykseen. Lämpö-
pumppu toimii samalla periaatteella kuin kylmälaitteet, eli siirtäen lämpöä kylmemmästä lämpimäm-
pään. Lämpöpumppu kerää varastoituneen lämpöenergian maaperästä, vedestä tai ilmasta ja siir-
tää sen kylmäaineen välityksellä rakennuksen käyttöön. Lämpöpumppua voidaan myös käyttää
rakennuksen viilentämiseen. Markkinoilla olevia lämpöpumpputyyppejä ovat maalämpöpumppu,
ilma-vesilämpöpumppu, ilmalämpöpumppu ja poistoilmalämpöpumppu.

Lämpöpumppuihin investoimisen suosio on kasvanut viimeisen 10 vuoden aikana. Viime vuonna
lämpöpumppuja asennettiin Suomessa n. 75 000 kappaletta (kuva 1) ja vuosien saatossa niitä on
myyty jo noin 920 000 kappaletta (kuva 2). Lämpöpumppujen suosio perustuu investoinnin kannat-
tavuuteen ja ekologisuuteen. Sen avulla lämmityksen hinta saadaan laskettua 3 - 6 senttiin/ kWh,
kun vastaavasti sähköllä tai öljyllä se on 12 - 18 senttiä/kWh. (1.)

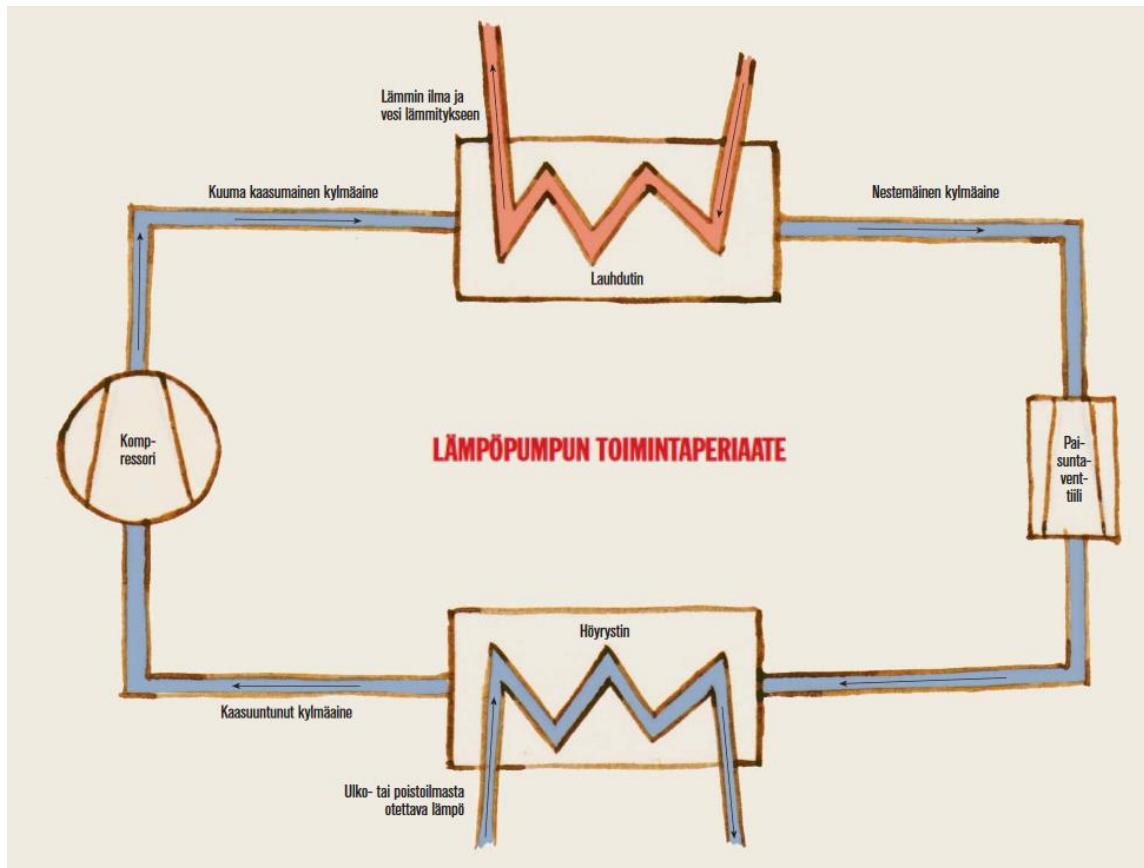


KUVA 1 Myytyjen lämpöpumppujen vuosittainen kappalemäärä (2, s. 2)



KUVA 2 Lämpöpumppujen määrän kehitys Suomessa vuosina 1996-2018 (2, s. 1)

Lämpöpumppu koostuu höyrystimestä, lauhduttimesta, kompressorista ja paisuntaventtiilistä sekä niitä yhdistävistä putkista (kuva 3). Laitteen toiminta perustuu siihen, että höyrystimen ja lauhduttimen välillä kiertää putkissa kylmäaine, joka höyrystimessä alhaisessa paineessa kerää lämpöenergiaa ympäristöstään, minkä seurauksena se höyrystyy. Sen jälkeen kylmäaine puristetaan kompressorilla korkeaan paineeseen, jolloin sen lämpötila nousee jopa 100 °C:n lämpötilaan. Höyrystynyt ja paineistettu kylmäaine siirtyy lauhduttimelle, jossa se luovuttaa keräämänsä lämpöenergian rakennuksen lämmittämiseen. Tällöin kylmäaineen lämpötila laskee ja se lauhtuu takaisin nestemäiseksi. Nestemäinen, lämpönsä luovuttanut kylmäaine palaa paisuntaventtiin kautta uudelleen höyrystimelle, jolloin sen paine ja lämpötila laskee alle -20 °C:seen. Höyrystimessä alhaisessa paineessa oleva kylmäaine alkaa jälleen keräämään lämpöenergiaa, jolloin sama kierto alkaa uudelleen. (3. s. 28 - 29.)



KUVA 3 Lämpöpumpun toimintaperiaate (4.)

Lämpöpumpun hyötysuhteesta kertoo lämpökerroin eli COP (Coefficient Of Performance), joka mitataan ja esitetään standardin EN 11451 mukaisesti. COP-luku kertoo, kuinka paljon lämpöä saadaan tuotettua kulutettuun energiamäärään verrattuna. Esimerkiksi kun lämpöpumpun COP-luku on 3, se tuottaa yhdellä sähköverkosta otetulla kilowatilla 3 kilowattia lämpöä rakennukseen. Lämpökertoimen lukuarvo määräytyy lämmön keruu- ja luovutuslämpötilan mukaan. Teoreettinen lämpökertoimen lukuarvo voidaan laskea kaavan 1 avulla. Teoreettisen lämpökertoimen lukuarvoa lasettaessa lämpötilat syötetään kaavaan aina kelvin-yksikössä. (3, s. 30 - 31)

$$COP_T = \frac{T_2}{T_2 - T_1}$$

KAAVA 1

, missä

T_1 keruulämpötila, K

T_2 luovutuslämpötila, K

Lisäksi käytetään myös vuosilämpökerrointa eli SCOP (Seasonal Coefficient Of Performance), joka kertoo lämpökertoimen lukuarvon koko lämmityskauden ajalta. Eri lämpöpumpuille tyypillisiä vuosilämpökertoimen lukuarvoja ovat seuraavat: maalämmöllä 3 - 3,5, ilma-vesilämpöpumpulla 2 - 2,4 ja ilmalämpöpumpulla 2 - 2,5. (3, s. 32)

3 ILMA-VESILÄMPÖPUMPPU

Ilma-vesilämpöpumppu, IVLP, josta käytetään myös nimeä ulkoilma-vesilämpöpumppu, on uusin lämpöpumpputekniikkaa hyödyntävä lämmitysratkaisu. Ilma-vesilämpöpumppu koostuu yleensä ulko- ja sisäyksiköstä. Lämmöntuotanto perustuu siihen, että ilma-vesilämpöpumppu ottaa lämmitysenergiansa ulkoilmasta ja siirtää sen kylmäaineen välityksellä rakennuksen lämmitysjärjestelmään. Ilma-vesilämpöpumpulla voidaan tuottaa yleensä noin 50 – 60-asteista lämmitys- ja käyttövedettä ja ylimenevä osa on lämmitettävä esimerkiksi sähkövastuksella tai rinnakkaisella lämmitysjärjestelmällä. Markkinoilla on lisäksi nykyisin laitteita, joilla saadaan veden lämpötila nostettua jopa yli 70 °C:seen. Ilma-vesilämpöpumpulla on mahdollista hoitaa jopa koko talon lämmitystarve.

Ilma-vesilämpöpumpun mitoituksessa lähtökohtana ovat rakennuksen vuotuinen energiankulutus ja huippuhontarve lämmityksessä sekä lämpimän käyttöveden tuottamisessa. Kun ulkolämpötila laskee, ilma-vesilämpöpumpulla saatava lämmitysenergian määrä ja laitteen hyötysuhde heikenevät. Ulkolämpötilan ollessa –20 °C ilma-vesilämpöpumpulla saadaan 50 prosenttia vähemmän tehoa kuin +7 °C:n lämpötilassa, jossa laitteiden tehot ilmoitetaan standardin EN 14511 mukaan. Nykyisin markkinoilla on tarjolla myös laitteita, joilla saadaan tuotettua lämmitysenergiaa alemmissakin lämpötiloissa. Kylmimpinä talvikuukausina lämmitysenergian tarpeen ollessa suurimmillaan ja ilma-vesilämpöpumpun energian tuoton ollessa vastaavasti pienimillään tarvitaan varalämmitysjärjestelmä. Varalämmitysjärjestelmä tai varaajan sähkövastus mitoitetaan rakennuksen huippuhontarpeen mukaan. Ilma-vesilämpöpumpun mitoitus kannattaa tehdä huolella. Liian pieneksi mitoitettulla laitteella varalämmitysjärjestelmän tai sähkövastuksen osuus kasvaa huomattavasti. Liian suureksi mitoitettu laite on käynnissä lyhyitä jaksoja erityisesti kesällä, mikä heikentää lämpökerrointa sekä lyhentää kompressorin käyttöikää. (5.)

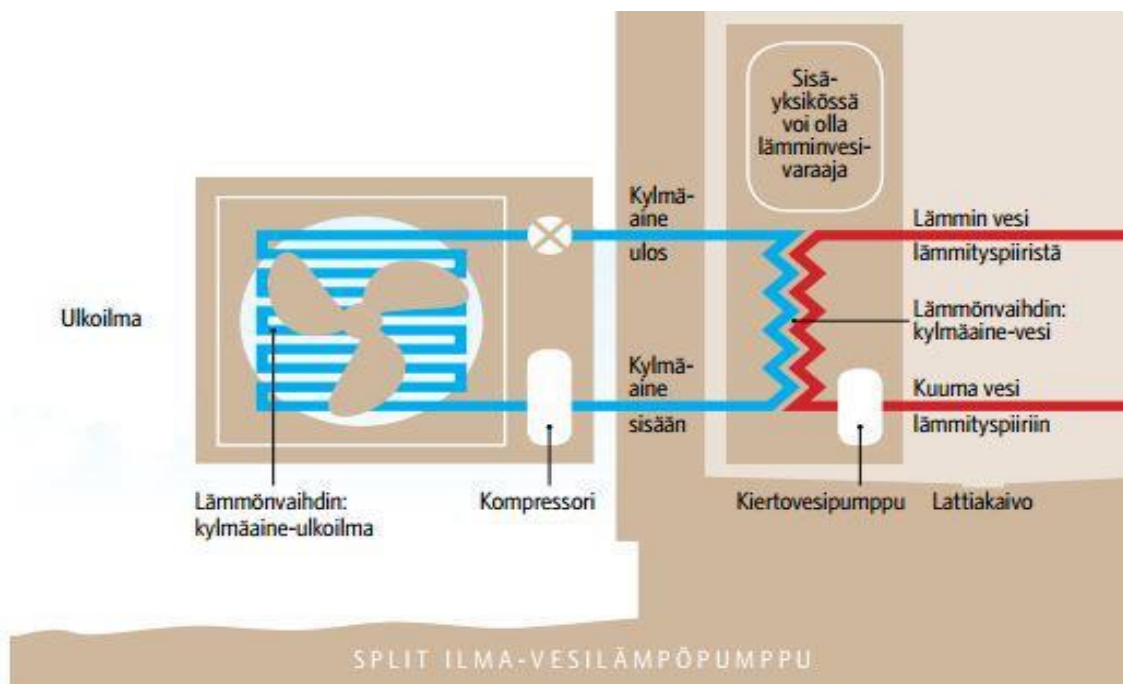
Ilma-vesilämpöpumppu soveltuu hyvin esimerkiksi sellaisiin kohteisiin, joissa ei pystytä tekemään maalämmön vaatimaa porakaivoa tai keruuputkistoa. Se soveltuu hyvin sekä uusiin että vanhoihin rakennuksiin. Ilma-vesilämpöpumppu mitoitetaan joko täystehojärjestelmänä tai osatehojärjestelmänä. Täystehojärjestelmällä katetaan koko rakennuksen lämmitystarve ja niitä asennetaan yleensä pienempiin rakennuksiin, esimerkiksi omakotitaloihin. Osatehojärjestelmällä katetaan vain osa n. 50-80 % rakennuksen lämmitysenergiasta ja se asennetaan yleensä suurempiin rakennuksiin, kuten esimerkiksi kerrostaloihin, muun olemassa olevan lämmitysjärjestelmän rinnalle.

Ilma-vesilämpöpumppu soveltuu parhaiten matalalämpöiseen lämmitysjärjestelmään, sillä lämmitysjärjestelmän korkea menoveden lämpötila laskee lämpöpumpun tehoa ja hyötysuhdetta. Investointina ilma-vesilämpöpumppu on maalämpöpumppuun verrattuna halvempi lämmitysjärjestelmä, mutta ilmaenergiaa sillä saadaan tuotettua vähemmän. (6.)

Käytössä olevat ilma-vesilämpöpumput ovat kytkennältään tyypillisesti Split- tai Monoblock-tyyppisiä laitteita. Suomessa käytetään pääasiassa Split-tyyppistä kytkentää, mutta Monoblock-tyyppinen kytkentä on yleistymässä.

3.1 Split-laite

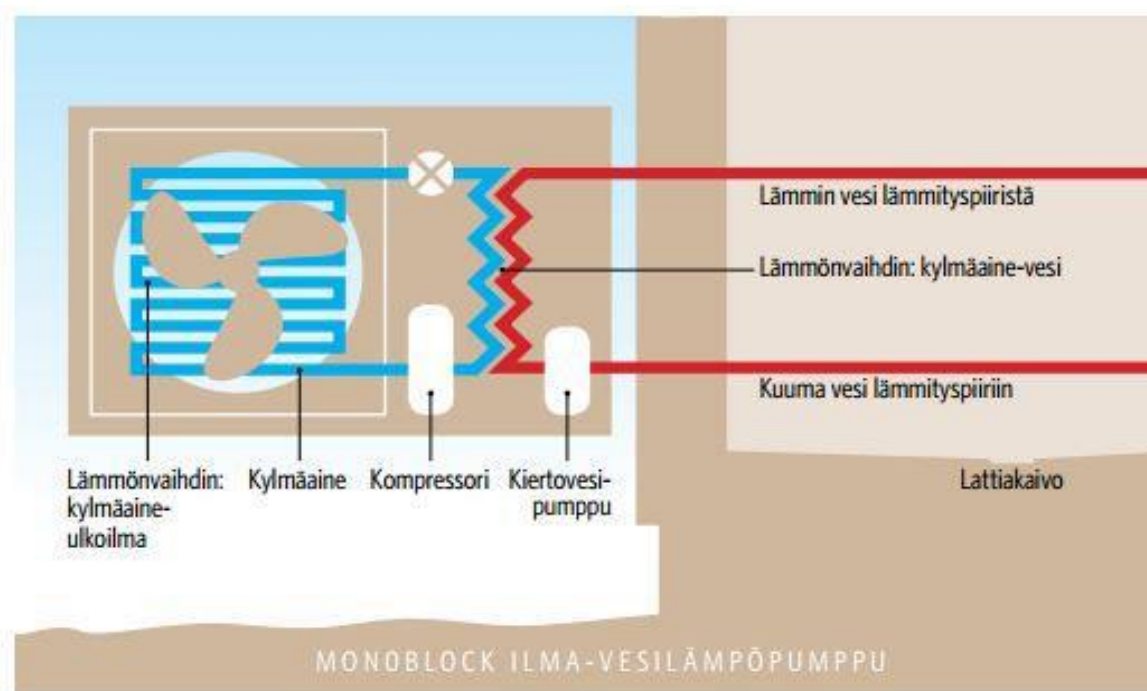
Split-ilma-vesilämpöpumpun kylmäkoneisto jaetaan kahteen osaan: ulko- ja sisäyksikköön. Yksiköiden välillä kiertää kylmäaine (kuva 4). Ulkoyksikkö sisältää höyrystimen, höyrystinpuhaltimen ja kompressorin. Höyrystinpuhaltimen avulla kierrätetään ulkoilmaa höyrystimen lävitse ja saadaan siten tehostettua energian siirtymistä ilmasta kylmäaineeseen. Sisäyksikkö sisältää lauhduttimen, jonka avulla kylmäaineessa oleva lämpöenergia lauhdutetaan vesivaraajaan. (7, s. 4) Split-laitteet ovat tyypillisesti teholuokaltaan 6–20 kW. Pienissä kohteissa kuten omakotitaloissa yhden laitteen teholuokka riittää kattamaan rakennuksen lämmitystarpeen. Suurissa kohteissa kuten kerrostoissa niitä voidaan asentaa useampia rinnakkain riittävän lämmitystehon saavuttamiseksi.



KUVA 4 Split-ilma-vesilämpöpumpun periaatekuva (7, s. 4)

3.2 Monoblock-laite

Monoblock-ilma-vesilämpöpumpussa kaikki laitteen tekniikka sijaitsee pelkästään ulkoyksikössä, eli tekniikkaa ei ole jaettu kahteen yksikköön kuten Split-laitteessa. Rakennuksen sisällä voi olla varaaja tai useita varaajia. Ulkoyksikön ja varaajien välissä kiertää putkissa pelkästään vesi (kuva 5).



KUVA 5 Monoblock-ilma-vesilämpöpumpun periaatekuva (7, s. 4)

Koska vesi kiertää putkia pitkin ulkoyksikölle asti, Suomen vaihtelevissa sääolosuhteissa täytyy huolehtia putkiston huolellisesta eristämisestä ja pinnoituksesta, jotta vesi ei pääse jäätymään putkistossa. Veden jäätyminen voidaan myös estää käyttämällä putkistossa vesi-glykoliseosta, sillä glykoli estää veden jäätymistä. (7, s. 4) Laitteen valmistaja ilmoittaa usein tarvittavan vesi-glykoli -seoksen vahvuuden laitteen asennus- ja käyttöohjeissa. Glykolin painoprosentti määritetään minimilämpötilan mukaan. (Taulukko 1)

TAULUKKO 1 Erään valmistajan ilmoittamia vesi-glykoli-seoksen vahvuuksia (8, s. 28)

Nesteen menolämpötila tai ympäristön minimilämpötila (°C)	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40
Jäätymispiste (°C)	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45
Jäätymisenestoaine	Paino-%								
Etyleeniglykoli	6	22	30	36	41	46	50	53	56
Propyleeniglykoli	15	25	33	39	44	48	51	54	57

Verrattuna Split-ilma-vesilämpöpumppuun Monoblock-ilma-vesilämpöpumput ovat teholuokaltaan paljon suurempia. Monoblock-laitteen teho voi olla jopa yli 200 kW, kun taas Split-laitteet ovat tyyppillisesti teholuokaltaan 6–20 kW. Riittävän lämpötehon saavuttamiseksi Split-laitteita on asennettava useampi rinnakkain, kun taas yhdellä Monoblock-laitteella voidaan tuottaa sama lämpöteho. Monoblock-laitteella asennuskustannuksia saadaan pienennettyä, koska laitteita tarvitsee asentaa vähemmän eikä laitteen asennuksessa ei tarvitse tehdä kylmäaineluvan alaisia töitä, koska kaikki kylmäaineeseen liittyvät työt ja kytkennät on tehty valmiiksi tehtaalla. Lisäksi käyttökohteessa laitteeseen tarvitsee kytkeä vain vesiputkisto lämmitysjärjestelmälle ja tehdä tarvittavat sähkökytkennät.

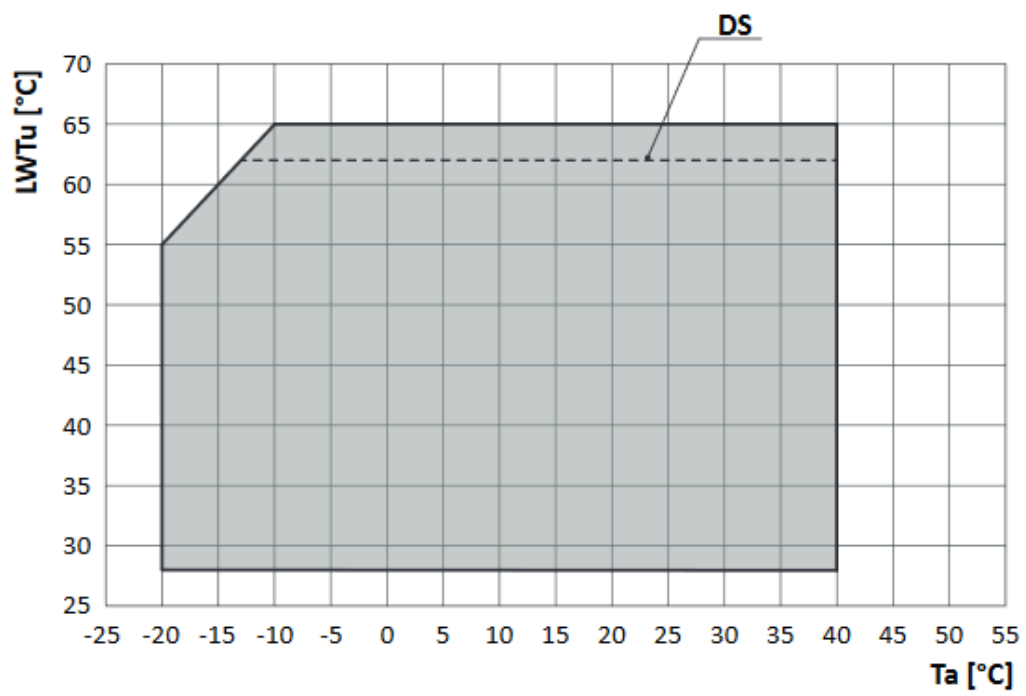
4 MONOBLOCK-LAITTEET ERI VALMISTAJILTA

Tarkasteluun valittiin eri valmistajien teholuokaltaan yli 50 kW:n suuruisia Monoblock-ilma-vesilämpöpumppuja, joita löytyy tällä hetkellä markkinoilta Suomesta. Tavoitteena on löytää vaihtoehtoisia Monoblock-ilma-vesilämpöpumppuja, joilla voitaisiin korvata LämpöYkkönen Oy:n suurissa kohteissa käytössä olevia Split-ilma-vesilämpöpumppuja.

4.1 Swegon Zeta Rev HP XT

Swegonin kehittämä Zeta Rev HP XT -ilma-vesilämpöpumppu on suunniteltu kiinteistöjen lämmitykseen sekä jäähdytykseen. Sillä voidaan tuottaa kiinteistön tarvitsema lämmin käyttövesi ja lämmitysjärjestelmän lämmin menovesi aina 65 °C:seen saakka. Lämpöpumpun alin toimintalämpötila on –20 °C, jolloin sillä saadaan tuotettua vielä 55-asteista vettä (kuva 6). Lämpöpumppuja valmistetaan teholuokaltaan 12 eri mallia, joiden lämmitysteho vaihtelee 42–204 kW. Zeta Rev HP XT -ilma-vesilämpöpumppu eroaa muista vastaavista lämpöpumpuista siinä olevan ylimääräisen vaihtimen ja ekonomaiser-kytkennän vuoksi. Suuren lämmitystehon vuoksi lämpöpumppu soveltuu hyvin suurten kiinteistöjen, kuten rivi- ja kerrostalojen, teollisuuden alan kiinteistöjen ja suurten liike-tilojen lämmitykseen.

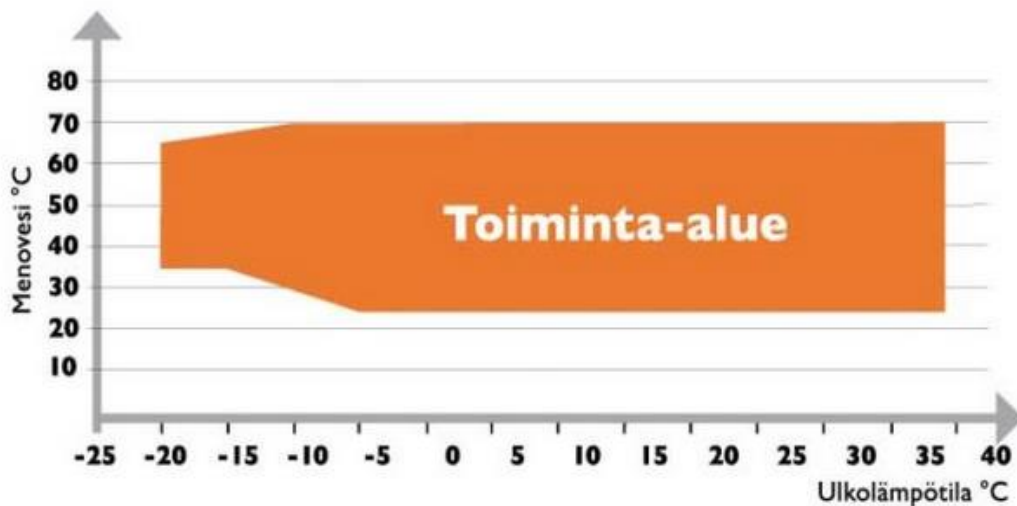
Lämpöpumpun energiankulutuksen pienentämiseksi sen sulatusjaksot pyritään pitämään mahdollisimman lyhyenä. Zeta Rev HP XT ilma-vesilämpöpumpussa on mittauksilla ohjattu sulatus, joten sulatusjaksot ajoittuvat aina sen mukaan, milloin on tarpeellista ja näin vältetään turhilta sulatusjaksoilta. (8.) Lisätietoa laitteesta ja sen ominaisuuksia löytyy liitteestä 1



KUVA 6 Swegon Zeta Rev HP XT-ilma-vesilämpöpumpun toiminta-alue ulkolämpötilan ja menoveden lämpötilan suhteen (8, s. 25)

4.2 Mitsubishi CAHV P500

Mitsubishi Electricin kehittämä CAHV P500 on ilma-vesilämpöpumppu, jolla voidaan tuottaa käyttökohteen tarvitsema lämmin käyttövesi ja lämmitysjärjestelmän lämmin menovesi. Lämpöpumpun lämmitysteho on 10,5 - 63,8 kW ja sillä voidaan tuottaa jopa 70-asteista menovettä ulkolämpötilan ollessa vielä lähellä -20 °C :ta (kuva 7). Lämpöpumppu hyödyntää Inverter-tekniikkaa, jolloin lämpöpumpun lämmöntuotto mukautuu aina rakennuksen energiantarpeen mukaan. Kahdella erillisellä kompressoripiirillä saadaan tuotettua lämpöä keskeytyksettä myös sulatusjaksojen aikana. Lämpöpumpulle soveltuvia kohteita ovat esimerkiksi rivi- ja kerrostalot, liikerakennukset, teollisuusrakennukset ja urheiluhallit, joissa on suuri lämpimän käyttöveden tarve. Lisäksi sitä voidaan käyttää ilmanvaihtokojeiden tuloilman lämmitykseen. (9.) Lisätietoa laitteesta ja sen ominaisuuksia löytyy liitteestä 2.



KUVA 7 Mitsubishi CAHV P500 -ilma-vesilämpöpumpun toiminta-alue ulkolämpötilan ja menoveden lämpötilan suhteen (9.)

5 ENERGIALASKENTA

Lämmityskäytössä olevan lämpöpumpun sähköenergian kulutus, lämpöpumpun tuottama tilojen ja käyttöveden lämmitysenergia sekä käyttöveden lämmitykseen tarvittava lisälämmitysenergia voidaan laskea yksinkertaista laskentamenetelmää hyödyntäen. Yksinkertaisella laskentamenetelmällä voidaan laskea ilmanvaihdon lämmitysenergian tarve, jos lämpöpumppua käytetään myös ilmanvaihdon tuloilman lämmityksessä. Tällöin tilojen lämmitysenergian tarpeeseen lisätään ilmanvaihdon lämmitysenergian tarve ja ilmanvaihto lasketaan osana tilojen lämmitystä (kaava 2).

Lämpöpumppujen lisälämmitysenergian laskentamenetelmässä sekä lämpöpumpun SPF-lukujen esimerkkiarvojen laskennassa on oletettu, että ilma-vesilämpöpumppujen alin toimintalämpötila on $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Samoin oletuksena on, että tiloja ja käyttövettä lämmittävä ilmavesilämpöpumppu lämmittelee vuorotellen käyttövettä tai tiloja siten, että käyttövesi on ensisijainen lämmityksen kohde. Mikäli nämä oletukset eivät päde laskettavassa tapauksessa, on tapaus laskettava tarkemmin muilla menetelmillä. (10, s. 51 – 55.)

Lämpöpumppujärjestelmän laskenta yksinkertaisella menetelmällä aloitetaan selvittämällä rakennuksen ja käyttöveden lämmitysenergiatarve sekä rakennuksen tilojen lämmitysjärjestelmän lämpötehontarve. Laskenta suoritetaan Suomen rakentamismääräyskokoelman rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskentaa koskevan ohjeen mukaan. Rakennuksen lämmitysenergiatarve Q_{tilat} saadaan laskettua kaavalla 2. (10, s. 17 – 27.)

$$Q_{tilat} = Q_{joht} + Q_{vuotoilma} + Q_{iv,tuloilma} + Q_{iv,korvausilma} \quad \text{KAAVA 2}$$

jossa

Q_{tilat}	tilojen lämmitysenergian tarve, kWh
Q_{joht}	johtumislämpöhäviöt rakennusvaipan läpi, kWh
$Q_{vuotoilma}$	vuotoilman lämpenemisen lämpöenergian tarve, kWh
$Q_{iv,tuloilma}$	tilan tuloilman lämpenemisen lämpöenergian tarve, kWh
$Q_{iv,korvausilma}$	korvausilman lämpenemisen lämpöenergian tarve, kWh

Lämpimän käyttöveden lämmitysenergian tarve Q_{lkv} saadaan laskettua kaavalla 3 (10, s. 26).

$$Q_{lkv} = \frac{\rho_v c_{pv} V_{lkv} (T_{lkv} - T_{kv})}{3600} \quad \text{KAAVA 3}$$

jossa

Q_{lkv}	lämpimän käyttöveden lämpöenergian tarve, kWh
ρ_v	veden tiheys, kg/m ³
c_{pv}	veden ominaislämpökapasiteetti, kJ/kgK
V_{lkv}	lämpimän käyttöveden kulutus, m ³
T_{lkv}	lämpimän käyttöveden lämpötila, °C
T_{kv}	kylmän veden lämpötila, °C
3600	kerroin, jolla suoritetaan laatumuunnos kilowattitunneiksi, s/h

Tämän jälkeen lasketaan rakennuksen tilojen lämmitysjärjestelmän lämpötehon tarve Φ_{tila} kaavalla 4 (10, s. 63 - 69).

$$\Phi_{tila} = \Phi_{joht} + \Phi_{vuotoilma} + \Phi_{tuloilma} + \Phi_{korvausilma} \quad \text{KAAVA 4}$$

jossa

Φ_{tila}	tilojen lämmitysjärjestelmän lämpötehon tarve, W
Φ_{joht}	johtumislämpöhäviöt rakennusvaipan läpi, W
$\Phi_{vuotoilma}$	vuotoilman lämpenemisen lämpötehon tarve, W
$\Phi_{tuloilma}$	teho tuloilman lämmittämiseen tilassa, W
$\Phi_{korvausilma}$	teho korvausilman lämmittämiseen tilassa, W

Lämpöpumpulla tuotettava tilojen ja lämpimän käyttöveden lämmitysenergia lasketaan ottamalla lisälämmitykseen tarvittava energiakulutus huomioon kaavoilla 5 ja 6 (10, s. 52).

$$Q_{LP, lämmitys, tilat} = Q_{tilat} - Q_{lisälämmitys, tilat} \quad \text{KAAVA 5}$$

jossa

$Q_{LP, lämmitys, tilat}$	lämpöpumpun tuottama tilojen lämmitysenergia, kWh
---------------------------	---

Q_{tilat}	tilojen lämmityksen lämpöenergian tarve, kWh
$Q_{lisälämmitys,tilat}$	tilojen lisälämmityksen lämpöenergian tarve, kWh

$$Q_{LP,lämmitys,lkv} = Q_{lämmitys,lkv} - Q_{lisälämmitys,lkv} \quad \text{KAAVA 6}$$

jossa

$Q_{LP,lämmitys,lkv}$	lämpöpumpun tuottama käyttöveden lämmitysenergia, kWh
$Q_{lämmitys,lkv}$	lämpimän käyttöveden lämpöenergian tarve, kWh
$Q_{lisälämmitys,lkv}$	lämpimän käyttöveden lisälämmityksen energiantarve, kWh

Tilojen ja käyttöveden lämmityksessä tarvittava lisälämmityksen energiantarve voidaan laskea kaavoilla 7 ja 8 (10, s. 52) käyttäen taulukossa 1 esitettyjä lämpöpumpun tuottaman lämpöenergian osuuden arvoja.

$$Q_{lisälämmitys,tilat} = \left(1 - \frac{Q_{LP}}{Q_{lämmitys,tilat,lkv}}\right) Q_{lämmitys,tilat} \quad \text{KAAVA 7}$$

jossa

$Q_{lisälämmitys,tilat}$	tilojen lisälämmityksen energiantarve, kWh
$\frac{Q_{LP}}{Q_{lämmitys,tilat,lkv}}$	lämpöpumpun tuottaman lämpöenergian osuus tilojen ja lämpimän käyttöveden lämpöenergian tarpeesta
$Q_{lämmitys,tilat}$	tilojen lämmityksen lämpöenergian tarve, kWh

$$Q_{lisälämmitys,lkv} = \left(1 - \frac{Q_{LP}}{Q_{lämmitys,tilat,lkv}}\right) Q_{lämmitys,lkv} \quad \text{KAAVA 8}$$

jossa

$Q_{lisälämmitys,lkv}$	lämpimän käyttöveden lisälämmityksen energiantarve, kWh
$\frac{Q_{LP}}{Q_{lämmitys,tilat,lkv}}$	lämpöpumpun tuottaman lämpöenergian osuus tilojen ja lämpimän käyttöveden lämpöenergian tarpeesta
$Q_{lämmitys,lkv}$	lämpimän käyttöveden lämpöenergian tarve, kWh

Ilma-vesilämpöpumpun tuottama lämmitysenergian osuus voidaan arvioida taulukon 2 avulla, jos ilma-vesilämpöpumpun nimellistehon ϕ_{LPn} suhde rakennuksen tilojen lämmityksen ϕ_{tila} mitoitus-tehoo tunnetaan. Lämpöpumpun suhteellinen lämpöteho saadaan jakamalla lämpöpumpun ni-mellisteho ja rakennuksen tilojen lämmitystehontarve, jolloin suhteellinen lämpöteho on ϕ_{LPn}/ϕ_{tila} . Ilma-vesilämpöpumpun nimellisteho ϕ_{LPn} saadaan selville lämpöpumpun tuotetie-doista, jotka on määritetty standardin SFS EN 14511-2:2018 (11) mukaisissa testausolosuhteissa. Taulukon 2 avulla voidaan myös arvioida, miten lämmönjakoverkoston lämpötilataso, tilojen ja käyt-töveden lämmitysenergian keskinäinen osuus sekä Suomen säävyöhykkeet vaikuttavat lisälämmi-tysenergian tarpeeseen.

TAULUKKO 2 Ilma-vesilämpöpumpun suhteellinen lämpöenergia taulukoituna suhteellisen lämpö-tehon suhteen, tilojen lämmitys- ja käyttövesienergioiden suhteen ja tilojen lämmityksen menove-den lämpötilan funktiona eri säävyöhykkeillä. (10, s. 75)

ϕ_{LPn}/ϕ_{tila}	$Q_{\text{lämmitys,tilat}}/Q_{\text{lämmitys,LKV}}$	Säävyöhyke: I-II				Säävyöhyke: III				Säävyöhyke: IV			
		$T_m, \text{ }^\circ\text{C}$				$T_m, \text{ }^\circ\text{C}$				$T_m, \text{ }^\circ\text{C}$			
		30	40	50	60	30	40	50	60	30	40	50	60
0,3	0,5	0,33	0,33	0,33	0,33	0,31	0,31	0,31	0,31	0,28	0,28	0,28	0,28
	1	0,39	0,39	0,39	0,39	0,37	0,37	0,37	0,37	0,33	0,33	0,33	0,33
	2	0,49	0,48	0,47	0,46	0,46	0,45	0,44	0,44	0,40	0,39	0,39	0,38
	4	0,56	0,54	0,52	0,50	0,53	0,51	0,49	0,48	0,46	0,44	0,43	0,41
0,4	0,5	0,44	0,44	0,44	0,44	0,42	0,42	0,42	0,42	0,38	0,38	0,38	0,38
	1	0,52	0,52	0,52	0,52	0,50	0,50	0,49	0,49	0,44	0,44	0,44	0,44
	2	0,63	0,61	0,60	0,58	0,60	0,58	0,57	0,56	0,52	0,51	0,50	0,49
	4	0,68	0,65	0,63	0,61	0,64	0,62	0,60	0,58	0,56	0,54	0,52	0,51
0,5	0,5	0,54	0,54	0,54	0,54	0,52	0,52	0,52	0,52	0,47	0,47	0,47	0,47
	1	0,65	0,64	0,64	0,63	0,62	0,61	0,61	0,60	0,55	0,54	0,54	0,53
	2	0,73	0,71	0,69	0,68	0,70	0,68	0,66	0,64	0,61	0,60	0,58	0,57
	4	0,78	0,75	0,72	0,70	0,74	0,71	0,68	0,66	0,64	0,62	0,60	0,58
0,6	0,5	0,64	0,64	0,64	0,64	0,62	0,62	0,62	0,61	0,55	0,55	0,55	0,55
	1	0,75	0,74	0,72	0,72	0,72	0,70	0,69	0,69	0,64	0,63	0,62	0,61
	2	0,82	0,79	0,77	0,75	0,78	0,76	0,74	0,72	0,69	0,67	0,65	0,64
	4	0,84	0,82	0,80	0,77	0,81	0,78	0,76	0,73	0,71	0,69	0,66	0,64
0,7	0,5	0,73	0,73	0,73	0,73	0,70	0,70	0,70	0,70	0,63	0,63	0,63	0,63
	1	0,83	0,81	0,80	0,78	0,79	0,78	0,76	0,75	0,71	0,69	0,68	0,67
	2	0,87	0,85	0,83	0,82	0,84	0,82	0,80	0,78	0,75	0,73	0,71	0,69
	4	0,89	0,87	0,85	0,83	0,86	0,84	0,81	0,79	0,76	0,74	0,72	0,70
0,8	0,5	0,81	0,80	0,80	0,79	0,80	0,80	0,79	0,78	0,72	0,71	0,71	0,70
	1	0,88	0,87	0,85	0,84	0,86	0,85	0,84	0,82	0,77	0,76	0,74	0,73
	2	0,90	0,89	0,88	0,86	0,88	0,86	0,85	0,84	0,79	0,77	0,76	0,74
	4	0,91	0,90	0,88	0,87	0,88	0,87	0,85	0,84	0,79	0,77	0,76	0,74
0,9	0,5	0,89	0,88	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,77	0,76	0,76	0,75
	1	0,92	0,91	0,90	0,89	0,89	0,88	0,87	0,86	0,81	0,80	0,78	0,77
	2	0,92	0,91	0,90	0,89	0,90	0,89	0,88	0,87	0,81	0,80	0,79	0,77
	4	0,92	0,91	0,90	0,89	0,89	0,88	0,87	0,86	0,81	0,80	0,78	0,77
1,0	0,5	0,92	0,92	0,91	0,90	0,90	0,89	0,88	0,88	0,82	0,81	0,80	0,79
	1	0,93	0,92	0,92	0,91	0,91	0,90	0,90	0,89	0,83	0,82	0,81	0,80
	2	0,93	0,92	0,92	0,91	0,91	0,90	0,89	0,89	0,83	0,82	0,81	0,80
	4	0,93	0,92	0,91	0,90	0,90	0,90	0,89	0,88	0,82	0,81	0,80	0,79

Lämpöpumpun sähköenergian kulutus koostuu lämmitysenergian tuoton energiankulutuksesta ja apulaitteiden sähkönkulutuksesta. Lämpöpumpun sähköenergian kulutus lasketaan lämpöpumpun tuottaman tilojen tai käyttöveden lämmitysenergian ja SPF-luvun avulla. SPF-luku tarkoittaa lämpöpumpun kausisuorituskykykerrointa. Taulukossa 3 esitetyt SPF-luvut ovat vuoden keskimääräisiä lämpökertoimia, joita voidaan käyttää vain silloin, kun energiankulutus lasketaan koko vuoden lämmöntarpeesta tai kun tarkempaa tietoa ole käytettävissä. Tarkempi lämpöpumpun SPF-luku voidaan laskea ympäristöministeriön oppaassa esitettyllä yksityiskohtaisella laskentamenetelmällä tai muulla vaihtoehdoisella menetelmällä käyttäen esimerkiksi standardien SFS EN 16147 tai EN 14511-3 mukaisilla testausmenetelmillä mitattuja tai muulla tavoin varmennettuja lämpöpumppujen tuotetietoja. Mikäli taulukossa esitetyt lämmönjakoverkoston lämpötilatasot eivät vastaa laskettavan tapauksen lämmönjakoverkoston lämpötilatasoa, voidaan taulukoissa esitettyjen SPF-lukujen väliarvoa interpoloida. (10, s. 51 - 54)

TAULUKKO 3 Ilma-vesilämpöpumppujen SPF-lukuja (10, s. 54)

Ulkoilmalämpöpumput: menoveden korkein lämpötila, °C	SPF-luku		
	Säävyöhykkeet		
	I-II	III	IV
Ilma-ilma	2,8	2,8	2,7
Ilma-vesi (tilojen lämmitys)			
30	2,8	2,8	2,7
40	2,5	2,5	2,4
50	2,3	2,3	2,2
60	2,2	2,1	2,0
Ilma-vesi (käyttöveden lämmitys)			
60	1,8	1,6	1,3

Lämmityksen sähköenergiankulutusta laskettaessa otetaan huomioon lämpöpumppu vain sen ajanjakson osalta, milloin lämpöpumppua käytetään. Lämmityskäytössä olevan lämpöpumpun sähköenergiankulutus voidaan laskea kaavalla 9. (10, s. 53 – 54.)

$$W_{LP,lämmitys} = \frac{Q_{LP,lämmitys,tilat}}{SPF_{tilat}} + \frac{Q_{LP,lämmitys,lkv}}{SPF_{lkv}} + W_{lisälämmitys} \quad \text{KAAVA 9}$$

jossa

$W_{LP,lämmitys}$	lämpöpumppujärjestelmän sähköenergian kulutus, kWh
$Q_{LP,lämmitys,tilat}$	lämpöpumpun tuottama tilojen lämmitysenergia, kWh
SPF_{tilat}	lämpöpumpun SPF-luku tilojen lämmityksessä
$Q_{LP,lämmitys,lkv}$	lämpöpumpun tuottama käyttöveden lämmitysenergia, kWh
SPF_{lkv}	lämpöpumpun SPF-luku käyttöveden lämmityksessä
$W_{lisälämmitys}$	tilojen ja lämpimän käyttöveden lämmityksessä tarvittavan lisälämmityksen sähköenergian tarve ($Q_{lisälämmitys,tilat} + Q_{lisälämmitys,lkv}$), kWh

6 TARKASTELUN KOHTEENA OLEVAT KIINTEISTÖT

Tarkasteluun valittiin 3 erikokoista kohdetta, joissa lämmitysjärjestelmänä on aiemmin ollut kaukolämpö. Kaikkiin tarkastelussa oleviin kohteisiin on LämpöYkkönen Oy asentanut kaukolämmön rinnalle Viessmann Vitocal 200-S 16,0 kW:n ilma-vesilämpöpumpun ja suuremmissa kohteissa niitä on asennettu rinnakkain useampia riittävän lämmitystehon saavuttamiseksi. Kaikissa tarkastelussa olevissa kohteissa ilma-vesilämpöpumppu on kytkennältään Split-tyyppinen.

Mitoitukset kohteisiin on tehty mitoitusohjelmiston avulla. Kyseiset rakennukset eivät ole uusia joten, mitoitukset tehtiin pääosin kulutustietojen perusteella. Mitoitusohjelman lähtötietoihin syötettiin aikaisemman lämmitysjärjestelmän kulutustiedot, menoveden lämpötila, vuoden keskilämpötila ja mitoittava ulkoilman lämpötila, joka määräytyy rakennuksen sijaintipaikan mukaan. Lämmin käyttövesi tuotetaan kohteissa pelkästään kaukolämmöllä. Näiden tietojen pohjalta suoritettiin mitoitukset.

Tarkastelun tarkoituksena on selvittää, kuinka hyvin mitoitusohjelmalla laadittu lämmitysenergian tuottolaskelma vastaa käytössä olevan ilma-vesilämpöpumpun todellista lämmitysenergian tuottoa. Tarkasteluun valituista kohteista luettiin tuotetun lämpöenergian ja kulutetun sähköenergian mittaritiedot, joiden pohjalta vertailu tehtiin.

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää Monoblock-ilma-vesilämpöpumpun toimintaperiaate ja sen hyödyntämisen mahdollisuuksia suurissa kohteissa LämpöYkkönen Oy:lle. Lisäksi työssä vertailtiin asennettujen Split-ilma-vesilämpöpumppujen mitoitus tietoja todellisiin kulutustietoihin ja samalla saatiin tietoa niiden kannattavuudesta.

Erilaisia Monoblock-ilma-vesilämpöpumppuja löytyi Suomen markkinoilta oletettua vähemmän. Lisäksi oli vaikeaa löytää tarkempaa teoretista tietoa niiden toiminnasta. Halutun teholuokan laitteita löytyi tällä hetkellä kahdelta eri valmistajalta: Swegonilta Zeta Rev HP XT ja Mitsubishi Electriciltä CAHV P500.

Työssä tarkasteltiin ilma-vesilämpöpumppujärjestelmän energialaskentaa yksinkertaisella menetelmällä. Laskenta suoritettiin Suomen rakentamismääräyskokoelman rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskentaa koskevan ohjeen mukaan.

Kohteet, joista kulutustietoja oli saatavilla, olivat kaikki samantyyllisiä. Kaikissa niissä oli lämmitysmuotona kaukolämpö, jonka rinnalle oli asennettu Viessmann Vitocal 200-S 16,0 kW:n ilma-vesilämpöpumppuja. Kohteiden lämmitysenergian tarve kuitenkin poikkesi toisistaan, sillä rakennukset olivat erisuuruisia. Kohteissa olevat ilma-vesilämpöpumput oli kytketty aluksi väärin, joten mitoitus mukaisiin säästö- ja kannattavuuslaskelmiin ei päästy. Vuoden 2019 tammikuussa on tehty korjaukset kytkentöihin, joten lämpöpumpuilla tuotetun lämpöenergian arvot tulevat paranemaan ja vastaamaan paremmin mitoituksen mukaisia laskelmia. Vertailulaskelmat kannattaa tehdä uudelleen, kun kytkentöjen korjaamisesta on kulunut vähintään vuosi. Silloin nähdään, mihin suuntaan tulokset ovat kehittyneet.

Jos vertailuun olisi saatu mukaan monipuolisemmin kohteita, joissa toisena lämmitysmuotona on esimerkiksi öljylämmitys, olisi saatu parempia vertailutietoja. Lisäksi öljylämmitteisissä kohteissa ilma-vesilämpöpumpulla saatava energiansäästö ja investoinnin kannattavuus on parempi.

LÄHTEET

1. Lämpöpumput. 2019. Suomen lämpöpumppuyhdistys. Saatavissa: <https://www.sulpu.fi/lampopumput>. Hakupäivä 22.3.2019
2. Lämpöpumppujen myyntimäärät 1996-2018. Verkkodokumentti. Suomen lämpöpumppuyhdistys. Saatavissa: <https://www.sulpu.fi/documents/184029/208772/Myydyt%20l%C3%A4mp%C3%B6pumput%202018.pdf>. Hakupäivä 25.3.2019.
3. Perälä, Rae, 2013. Lämpöpumput, Suomalainen käsikirja aikamme lämmitysjärjestelmästä. 3. uudistettu painos. Helsinki: Alfamer/Karisto Oy.
4. Lämpöä ilmassa. Motiva. Saatavissa: <https://www.motiva.fi/files/175/Ilmalampopumput.pdf>. Hakupäivä 20.5.2019.
5. Ilma-vesilämpöpumppu, UVLP. 2019. Motiva. Saatavissa: https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/lammitysmuodot/ilma-vesilampopumppu_uvlp. Hakupäivä 30.3.2019.
6. Ilma-vesilämpöpumppu. 2019. Motiva. Saatavissa: https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/lampopumput/lampopumpputeknologiat/ilma-vesilampopumppu. Hakupäivä 30.3.2019.
7. Hanki hallitusti ilma-vesilämpöpumppu. 2011. Motiva. Saatavissa: http://www.motiva.fi/files/4765/Hanki_hallitusti_ilma-vesilampopumppu.pdf. Hakupäivä 3.4.2019.
8. Zeta Rev HP XT Technical catalog. 2018. Swegon. Saatavissa: http://www1.swegon.com/Global/PDFs/Chillers%20and%20heat%20pumps/_fi/Zeta%20Rev%20HP%20XT%20Technical%20catalog.pdf. Hakupäivä:15.5.2019.

9. Kiinteistölämpöpumppu CAHV-P500 infotiivistelmä. Mitsubishi Electric / Scanoffice Oy. Saatavissa: https://www.scanoffice.fi/wp-content/uploads/sites/11/2018/06/infotiivistelma_cahv_p500_ya-hpb.pdf. Hakupäivä 19.5.2019.
10. Energiatehokkuus. Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. 2018. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö.
11. SFS-EN 14511-2. Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps for space heating and cooling and process chillers, with electrically driven compressors. Part 2: Test conditions. 2018. 5. painos. Metalliteollisuuden Standardisointiyhdistys ry.
12. Lämpömaksuhinnasto, kaukolämmön energiamaksu. 2019. Lahti Energia. Saatavissa: <https://www.lahtienergia.fi/fi/lampo/hinnastot-sopimusehdot/kaukolammon-hinnat>. Hakupäivä 24.5.2019.

ZETA REV HP XT

40÷200 kW



General

High efficiency reversible air/water heat pump, with hermetic vapour injection scroll compressors

Configurations

LN: Low noise unit

DS: unit with desuperheater

Optional hydronic module

Strengths

- ▶ High water temperature: **up to +65°C**
- ▶ Wide limits: operation **down to ambient -20°C with water at +55°C**
- ▶ High efficiency during heating: **COP up to 3.5**
- ▶ Bluethink: advanced control with integrated web server
- ▶ Multilogic: management of multiple unit systems
- ▶ Flowzer: system with variable water flow rate
- ▶ Blueye®: supervision system



TECHNICAL SPECIFICATIONS

ZETA REV HP XT

		3.2	4.2	5.2	6.2	7.2	8.2	9.2
Cooling (A35°C; W7°C)								
Refrigeration capacity	(1) kW	38	47	53	62	72	80	91
Total absorbed power	(1) kW	13	16	18	20	24	27	31
EER	(1)	2,99	2,96	2,93	3,02	2,97	2,96	2,94
EER energy class (Eurovent)	(1)	B	B	B	B	B	B	B
ESEER								
Heating (A7°C/87%; W45°C)								
Heating capacity	(2) kW	42	52	58	71	80	86	105
Total absorbed power	(2) kW	12	15	16	20	23	25	31
COP	(2)	3,50	3,49	3,50	3,49	3,49	3,49	3,42
COP energy class (Eurovent)	(2)	A	A	A	A	A	A	A
Compressors								
Compressors/Circuits	n*/n*	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1
Minimum capacity reduction step	%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
Refrigerant charge	kg	10	17	17	25	25	26	34
Oil charge	kg	4	4	7	7	7	7	7
Fans								
Quantity	n*	2	2	2	3	3	3	2
Total air flow rate	m³/h	17.000	19.000	19.000	28.000	28.000	28.000	42.000
User-side heat exchanger								
Quantity	n*	1	1	1	1	1	1	1
Water content	l	4,0	4,0	5,5	5,5	6,0	9,8	9,8
Water flow rate (A35°C; W7°C)	(1) m³/h	6,5	8,0	9,1	10,7	12,4	13,9	15,7
Head loss (A35°C; W7°C)	(1) kPa	20	29	23	33	34	7	10
Hydraulic modules								
Volume of the expansion vessel	l	5	18	18	18	18	18	18
Volume of the buffer tank	l	165	190	190	450	450	450	390
Standard pumps								
Pump model		P1	P3	P3	P3	P3	P3	P5
Available head 1P	(1) kPa	124	125	126	110	102	120	121
Available head 2P	(1) kPa	109	115	113	103	93	109	105
Oversize pumps								
Pump model		P2	P4	P4	P4	P4	P4	P7
Available head 1PM	(1) kPa	208	206	208	194	186	205	198
Available head 2PM	(1) kPa	194	196	195	187	177	194	182
Noise levels								
Sound power level basic unit	(3) dB(A)	81	81	82	82	83	83	84
Sound pressure level basic unit	(4) dB(A)	50	50	51	50	51	51	52
Sound power level LN version	(3) dB(A)	79	79	80	80	81	81	82
Sound pressure level LN version	(4) dB(A)	48	48	49	48	49	49	50
Dimensions and weights of basic unit								
Length	mm	1.750	2.200	2.200	3.200	3.200	3.200	3.200
Depth	mm	1.000	1.000	1.000	1.100	1.100	1.100	1.100
Height	mm	1.400	1.740	1.740	1.740	1.740	1.740	2.380
Operating weight of basic version	kg							

- (1) Outside air temperature 35°C; evaporator inlet/outlet water temperature 12/7°C. Values compliant with standard EN 14511
 (2) Outside air temperature 7°C DB, 6°C WB; condenser inlet/outlet water temperature 40/45°C. Values compliant with standard EN 14511
 (3) Sound power level obtained from measurements carried out in accordance with standard ISO 3744. Reference conditions: Outside air temperature 35°C; evaporator inlet/outlet water temperature 12/7°C.
 (4) Sound pressure level measured at a distance of 10 metres from the unit in free field, with directivity factor Q=2. Reference conditions: Outside air temperature 35°C; evaporator inlet/outlet water temperature 12/7°C. These values are to be considered indicative and non-binding.

Tekniset tiedot

Malli	CAHV P500YB-HPB	
Lämmitysteho (kW) +7°C/45°C	10.5 – 63.8	
COP	4.2	
Ottoteho (kW)	15,2	
Käynnistysvirta (A)	8	
Maksimi käyntivirta (A)	57,7	
Ilmavirta (m ³ /s)	6.1	
Menoveden korkein lämpötila °C	70	
Vesivirta (nimellis l/s)	3.0	
Painehäviö kPa	35	
Äänitaso (dpA)*	59	
Kylmäaine	R407C	
Kylmäainemäärä (Kg)	5.5 x 2	
Asennustietoja		
Paino (Kg)	526	
Mitat (mm)**		
	Leveys	1978
	Syvyys	760
	Korkeus	1710
Putkiyhteet, vesi	1 1/2" sisäkierre	
Suunnittelupaine (Bar)	10	
Jännite, vaihe/taajuus	400,3/50	
Sulake (A)	3 x 63	
Pakollinen lisävaruste	Lumi/tuuliohjain, virtausvahti	
Mac-AutoStart1-fi	Mac-AutoStart1-fi sulatusvesilämmittimien ohj. yks.	

* Äänitaso mitattu 1 metrin etäisyydestä laitteen edestä ja 1 metrin korkeudesta maanpinnasta ilman lumi/tuulisuojaa. **CE**

** Mitat ilman lumi/tuulisuojaa

Virallinen maahantuoja:

SCANOFFICE
ilman muuta

Tiilenlyöjänkuja 9 A

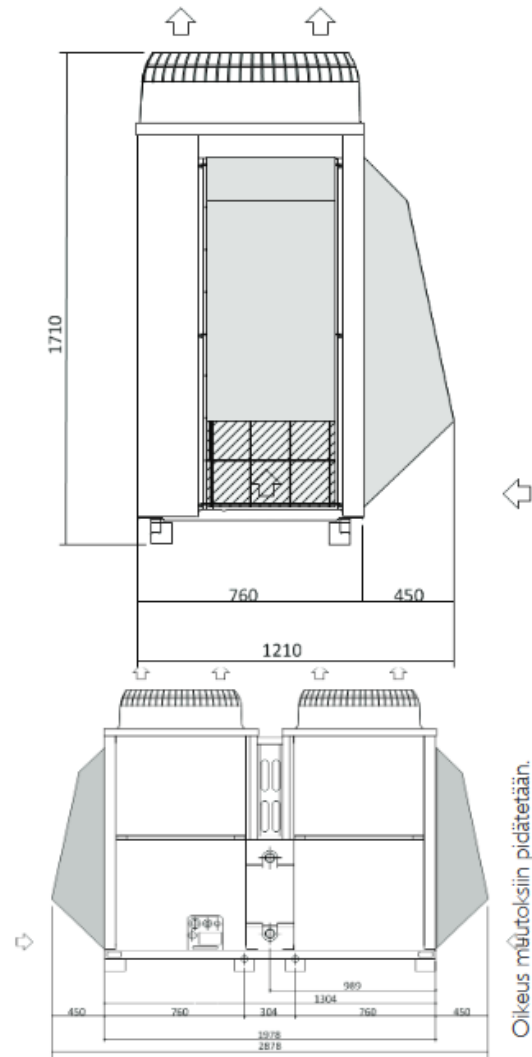
01720 Vantaa

Puh. (09) 290 2240

info@scanoffice.fi

www.scanoffice.fi

Jälleenmyyjä



Oikeus muutoksiin pidätetään.