



Sampsa Suomela

# Vesi-ilmalämpö öljylämmityksen rinnalla teollisuushallissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

28.5.2021

## Tiivistelmä

Tekijä: Sampsa Suomela  
Otsikko: Vesi-ilmalämpö öljylämmityksen rinnalla teollisuushallissa  
Sivumäärä: 35 sivua  
Aika: 28.5.2021

Tutkinto: Insinööri (AMK)  
Tutkinto-ohjelma: Talotekniikka  
Suuntautumisvaihtoehto: LVI-suunnittelu  
Ohjaajat: Tuotehallintapäällikkö Markus Olander  
Yliopettaja Aki Valkeapää

---

Teollisuushallin omistajat pyrkivät löytämään säästöjä kiinteistön lämmityskuluihin. Kiinteistössä käytetyn kevyen polttoöljyn kulutustiedot olivat tiedossa melkein kymmenen edellisen vuoden ajalta. Uuden omistajan myötä rakennuksen käyttö sekä energiankulutus ovat muuttuneet, mutta säästöpotentiaalia päätettiin tutkia ja lämmitysjärjestelmä valita energialaskelmia ja takaisinmaksuaikojen eroja havainnoiden. Kulutustietojen perusteella vaihtoehtoisia laitteistoja lähdettiin vertailemaan omistajan pyynnöstä NIBEn lämpöpumpumalleista, joilla oli toimittajan parhaat vuosihyötysuhteet.

Vertailussa keskityttiin täysitehoiseen maalämpöjärjestelmään, suuritehoiseen ilma-vesilämpöpumppuun sähkökattilan kanssa ja osatehoiseen ilma-vesilämpöpumppuun, jättäen olemassa oleva öljylämmityslaitteisto paikalleen. Kaikkien kolmen laitteiston energiantuotto laskettiin vastaamaan teollisuushallin tehontarvetta. Asennuksen ja olosuhteiden vaatimukset otettiin huomioon investointien arvoja ja takaisinmaksuaikoja vertaillessa.

Järjestelmän valinnan jälkeen asennus ja käyttöönotto päätettiin teettää paikallisella asennusliikkeellä. Laitteiston kulutusta ja toimintaa seurattiin kahden vuoden ajan. Toteutuneet kulutustiedot analysoitiin ja tietoja verrattiin alkuperäisiin energialaskelmiin, jolloin todellista toteutumaa päästiin vertaamaan ennakoituun laskelmaan. Tutkimustyön tavoitteena oli selvittää energialaskelman paikkansapitävyys ja laitteiston monistettavuus vastaavan tyyppisiin kohteisiin. Prosessin katsottiin onnistuneen toiveiden mukaisesti ja säästöpotentiaali näytti toteutuneen jopa odotuksia paremmin. Kiinteistön omistajat ovat tyytyväisiä laitteistovalintaan ja todellista säästöä syntyy. NIBEn luoman NIBE-DIM-laskentaohjelman laskelmia voidaan pitää paikkansa pitävinä.

Avainsanat: ilma-vesilämpöpumppu  
hybridijärjestelmä  
säästöpotentiaali

## Abstract

Author: Sampsa Suomela  
Title: Air to water heat pump alongside oil heating in an industrial hall  
Number of Pages: 35 pages  
Date: 30 March 2021

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Building Services Engineering  
Specialisation option: HVAC, Design  
Instructors: Markus Olander, Product Management Manager  
Aki Valkeapää, Principal Lecturer

---

The aim of final year project was to establish the differences in the actual and calculated heating costs of an industrial hall. Energy and payback period calculations were done for various solutions to find ways to archive savings for the property owners.

Three different heating systems with heat pumps with the highest efficiency were originally compared on basis of calculations, taking the external conditions and installation challenges into account in the comparison.

After the installation of the selected alternative, the system was monitored for two years. The collected data was compared to the original energy calculations. The process was successful and the results of the NIBE-Dim calculation program were shown to be correct. According to the first calculations, the financial savings that were aimed at will be archived.

Keywords: air to water heat pump  
hybrid system  
saving potentials

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Rakennuksen käyttö ja kulutus	1
2.1	Rakennus	1
2.2	Rakennuksen nykyinen käyttö	2
2.3	Energian kulutus	2
3	Energialaskelmat	3
3.1	Mitoituksen perusteet	3
3.2	Vaihtoehtoiset järjestelmät	3
3.2.1	Maalämpö	5
3.2.2	Ilma / vesi + sähkökattila	6
3.2.3	Ilma / vesi + öljykattila	8
4	Tarkastuslista	10
5	Järjestelmien vertailu	12
5.1	Täysitehoinen maalämpö öljylämmityksen korvaajaksi	13
5.2	Täysitehoinen ilma / vesi -lämpö öljylämmityksen korvaajaksi	15
5.3	Osatehoinen ilma / vesi -lämpö öljylämmityksen rinnalle	17
6	Järjestelmän valinta	20
7	Asennus	22
8	Käyttöönotto	27
9	Laitteiston seuranta	29
10	Ongelmat ja huolto	32
11	Kulutus ja tuotto	34
12	Päätelmät	35
	Lähteet	36

## 1 Johdanto

Kiinteistöille tehdään tyypillisesti kuntokartoitus omistussuhteen vaihtuessa tai omistajan pyynnöstä ulkopuolista konsulttia käyttäen. Vähintäänkin kuntokartoitus tehdään mahdollisen ostajan toimesta. Kartoituksessa tehdään havaintoja rakennuksen kunnosta, teknisistä järjestelmistä ja kiinteistön ajanhetkisistä kuluksista. Tämän tutkimustyön kohteena olevan teollisuus- / toimistorakennuksen lämmityskuluihin pyrittiin hakemaan optimoitua ratkaisua säästöjen saavuttamiseksi kiinteistön uuden omistajan toimesta. Rakennuksen lämmitysjärjestelmän säätö ja vuoden mittainen kuluseuranta antoi laskentaan kulutustiedot uuden käyttäjän tarpeenmukaiselle toiminnalle.

Toimivan öljylämmitysjärjestelmän rinnalle tai korvaajaksi haettiin vaihtoehtoa NIBE:n lämpöpumpuista. Energialaskelmilla haettiin optimaalista vaihtoehtoa toimittajan parhailla hyötysuhteilla toimivista laitteistoista. Kiinteistön ominaisuudet ja asemakaava otettiin huomioon laitteistovalintaa tehdessä. Laitteiston asennus ja käyttöönotto teetettiin paikallisella asennusliikkeellä ja laitteisto otettiin kulutusseurantaan. Kahden vuoden seurantajakson aikana tehtiin havaintoja laitteiston toiminnasta ja huollosta sekä saatiin kulutustiedot lämmitysenergian tuotannosta. Laitteiston kulutuksen perusteella voitiin toteuttaa laskelmat investoinnin kannattavuudesta ja takaisinmaksuajasta. Tutkimustyön tavoitteena oli selvittää valitun järjestelmän toimivuus kohteessa ja antaa tietoa investoinnin kannattavuudesta, vastaavan tyyppisten kiinteistöjen lämmitysjärjestelmämuutosta harkitseville tahoille.

## 2 Rakennuksen käyttö ja kulutus

### 2.1 Rakennus

Tutkimustyön kohteena on vuonna 1985 rakennettu kiinteistö, joka on toiminut Riihimäen kaupungin alueella, valtion katsastusasemana. Hallin pinta-ala on 253 m<sup>2</sup> ja tilavuus 1 390 m<sup>3</sup>. Toimisto-osan pinta-ala on 132 m<sup>2</sup> ja tilavuus

343 m<sup>3</sup>. Koko rakennuksen tilavuus on 2 925 m<sup>3</sup>. Rakenteeltaan kiinteistö noudattelee hyvin tyypillistä aikakauden rakennustapaa. Puurunkoinen, villaeristetty runko on peltivuorattu, sisäpuolelta levytetty kyproc-levyllä, yläpohja villaeristetty, katteena peltikatto. Kaikki ikkunat ja ovet ovat alkuperäisiä. Kiinteistön lämmityksestä on vastannut rakentamisesta saakka öljylämmitysjärjestelmä. Toimisto-osan lämmönjako on toteutettu radiaattorein. Hallin lämmityksestä vastaa neljä kiertoilmapuhallinta ja kaksi radiaattoria. Ilmanvaihto on painovoimainen. Rakennus on toiminut katsastusasemana 2000-luvun alkuun saakka, minkä jälkeen tilaa on käyttänyt HYRIA-koulutus. Kuljettajakoulutuksen aikana hallin taiteovia on availtu virka-aikaan useasti ja kylmiä ajoneuvoja on talvikaudella otettu päivittäin halliin sulamaan sekä lämpiämään. Huippuimureiden ja pakokaasuimureiden aiemmasta käytöstä ei ole tarkkaa tietoa.

## 2.2 Rakennuksen nykyinen käyttö

Nykyinen omistaja on hankkinut kiinteistön omistukseensa vuonna 2017. Rakennuksen käyttö on muuttunut päivittäisestä liiketoiminnasta varastorakennukseksi, joten ovien avausmäärät ovat romahtaneet tilojen aiempaan käyttöön verrattuna. Omistussuhteen vaihtumisen jälkeen rakennuksen lämmönluovutusjärjestelmän kuntoa selvitettiin uuden toimesta. Kaikki toimisto-osan patteriverkoston termostaatit päätettiin vaihtaa uusiin ja säätää huonelämpötilaan 20 astetta. Hallin sisälämpötila päätettiin laskea aiemmasta 22 asteen säädöstä 15 asteeseen. Hallin sisälämpötilat ovat pysyneet säädön jälkeisen tutkimuksen ajan vakioina. Huippuimurit ja pakokaasuimurit eivät ole säännöllisessä käytössä.

## 2.3 Energian kulutus

Kiinteistön aiemmalta käyttäjältä saatujen kulutustietojen perusteella lämmitysöljyn kulutus vuosina 2012–2016 on ollut keskimäärin 14,5 m<sup>3</sup>. Sähkön kulutus-

sesta ei ole tietoa. Vuonna 2017 nykyisen omistajan tekemän lämmönluovutusjärjestelmän toimintakunnon parannuksen ja tarpeenmukaisen säädön seurauksena lämmitysöljyn kulutus asettui 7,3 m<sup>3</sup>:n vuositasolle. Käyttöveden tuotanto on edelleen toteutettu 300 l:n sähkövaraajalla.

### 3 Energialaskelmat

#### 3.1 Mitoituksen perusteet

Öljynkulutuksesta saatiin lämmitysjärjestelmän säädön jälkeisenä talvena luotettava mittaustulos 7,3 m<sup>3</sup>. Kulutus määrittyi tilojen käytönmukaisen toiminnan seurauksena eikä käyttäjä nähnyt tarvetta tilojen toiminnan muuttamiselle lähitulevaisuudessa. Kulutuslukemaa päätettiin käyttää energialaskennan mitoitusarvona vaihtoehtoisten lämmitysjärjestelmien vertailua ja valintaa tehdessä. Öljylämmityslaitteiston sähkönkulutusta ei ole erikseen seurattu.

#### 3.2 Vaihtoehtoiset järjestelmät

Tilaaaja oli päättänyt päivittää kiinteistön lämmitysjärjestelmää Niben laitteistoilla. Ennen kuin vaihtoehtoisia laitteistoja päästään vertailemaan, täytyi tilaajan ja laitteiston toimittajan päästä yhteisymmärrykseen mahdollisista toteutustavoista. Öljylämmitysjärjestelmä kohteessa on alkuperäinen, öljysäiliön kunto on juuri tarkastettu ja järjestelmä voidaan todeta täysin toimivaksi. Öljysäiliössä oli asennuspäätöstä tehdessä 3 m<sup>3</sup> kevyttä polttoöljyä. Järjestelmän huonoa kuntoa tai laitteistorikkoa ei voida tässä tapauksessa pitää minkäänlaisena motivaattorina vaihtaa järjestelmää, vaan tarve muutokselle lähtee puhtaasti tilaajan halusta säästää lämmityskustannuksissa tulevaisuudessa.

Tilaaaja oli tahollaan tutkinut toimittajan laitteistojen ominaisuuksia ja halusi vertailuun mukaan ainoastaan toimittajan parhailla hyötysuhteilla toimivia lämpöpumppuja. Vertailuun päätettiin ottaa mukaan energialaskennassa valikoituneet

kolme laitteistovaihtoehtoa. Täysitehoinen invertteri-maalämpöpumppu Nibe F1355-28kW [1], invertteri-ilmavesilämpöpumppu Nibe F2120-20kW [2] täydennettynä ELK-15kW [3] sähkökattilalla ja invertteri-ilma/vesi-lämpöpumppu Nibe F2120-16kW [4] täydennettynä nykyisellä öljylämmitysjärjestelmällä. Kolmen vertailuun edenneen laitteiston energialaskelmat tehtiin laitevalmistajan kehittämällä Nibe DIM FI mitoitusohjelmalla [5]. Kaikissa vertailuun valituissa laitteissa ohjausjärjestelmä on mahdollista liittää Nibe Uplink-sovelluksen [6] kautta yhteen tai useampaan älypuhelimeen. Kaikissa vaihtoehtoissa lämpöpumppu tulisi olemaan ensisijainen lämmönlähde, ja koko laitteiston ohjausta haluttiin hallita jatkossa Niben sovelluksella, joka mahdollistaisi laitteiston seuraamisen ja säädön jatkossa etänä älypuhelimien välityksellä.

Kohteen sijainti määrittäi mitoitusohjelmistolle ulkoilman mitoituslämpötilan ja vuoden keskilämpötilan. Mitoituksessa käytetty ulkoilman mitoituslämpötila on  $-26\text{ °C}$  ja vuoden keskilämpötila on  $5,3\text{ °C}$ . Mitoituksessa käytetty kiinteistön tilavuudella painotettu keskimääräinen sisälämpötila on  $16,2\text{ °C}$ .

Edellä mainituilla kulutuksilla ja lämpötila-arvoilla energialaskentaohjelma sai kiinteistön lämmitysenergian tarpeeksi  $62\,050\text{ kWh/vuosi}$ . Lämmitystehontarve ohjelman mukaan on maksimissaan  $27,9\text{ kW}$ .



### 3.2.1 Maalämpö

Invertteri-ohjattujen maalämpöpumppujen valikoimasta, 28 kW:n laite [1] valikoitui energialaskelman mukaan lähimmäksi kohteen lämmitystehontarvetta (kuva 1). Laitteen energiakuvaajasta voi havaita laitteen kattavan kiinteistön koko energiatarpeen (kuva 2).

#### ENERGIALASKELMA

##### KOHTEEN TIEDOT

Tilojen lämmityksen tarve	62050 kWh/vuosi
- josta käyttöveden osuus	0 kWh/vuosi
Nykyinen lämmityksen pumppu	371 kWh/vuosi
Lämmitystehontarve	27,9 kW

##### ENNEN LÄMPÖPUMPUN ASENNUSTA

Ostoenergia -Öljy (85%)	73000 kWh/vuosi
-Sähkö	371 kWh/vuosi

##### LÄMPÖPUMPUN ASENNUKSEN JÄLKEEN

Ostoenergia -Sähkö	15450 kWh/vuosi
-Sähkö Lisälämpö	0 kWh/vuosi

##### SÄÄSTÖT

Energiansäästö	46971 kWh/vuosi
Reduced energy to purchase	57550 kWh/vuosi
CO2 säästöt	20296 kg/vuosi

##### SÄÄTIEDOT

Vuoden keskilämpötila	5,3 °C
Mitoitettava ulkolämpötila, MUT	-26,0 °C

##### RAKENNUKSEN OLOSUHTEET

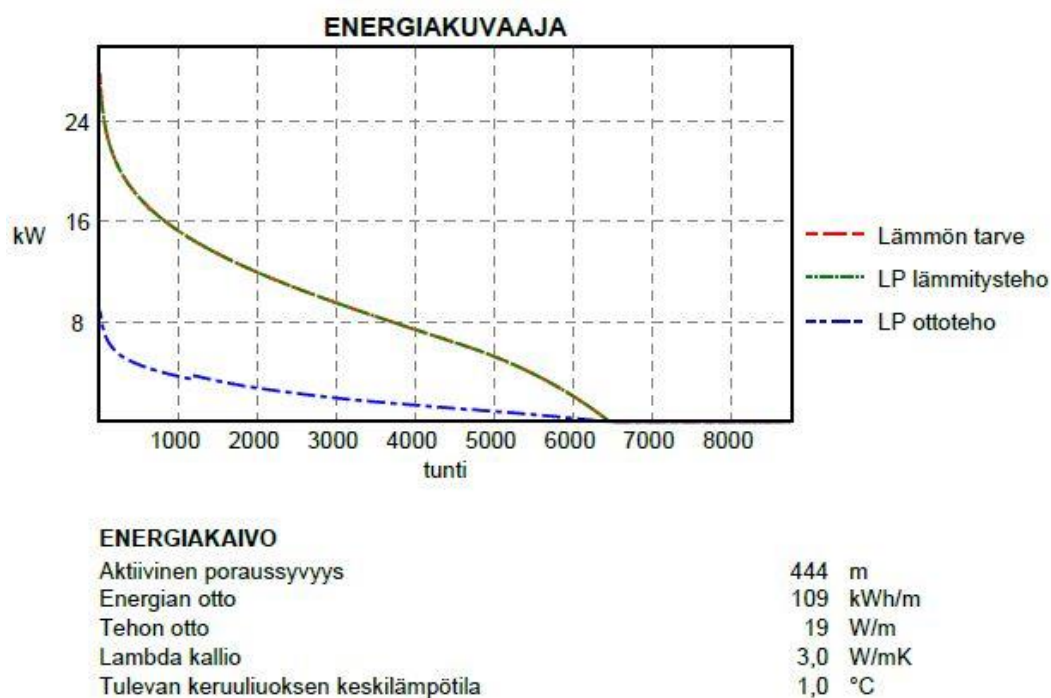
Sisälämpötila	16,2 °C
Tilojen lämmitys pysähtyy	15,0 °C
Lämmitys meno MUT:ssa	55 °C
Lämmitys paluu MUT:ssa	45 °C

##### ENERGIALASKENNAN TULOKSET

###### -NIBE F1355-28 taajuusohjattu

LP:n tuottama energia	62025 kWh/vuosi
LP:n kuluttama energia	14574 kWh/vuosi
Lisäenergia, hyötysuhdekorjattu (<50kWh)	0 kWh/vuosi
Lämmityksen kiertopumppu	877 kWh/vuosi
Energianpeitto	100 %
Vuosilämpökerroin, LP	4,3
Vuosilämpökerroin, järjestelmä	4,0
Kiinteä tai vaihteleva lauhdutus	Vaihteleva
Lämpöpumpun teho MUT:ssa	26,7 kW
Ottoteho MUT:SSA	8,9 kW
Laskennallinen lisäteho	1,2 kW
Tehopeitto	96 %

Kuva 1. Energialaskelma Nibe f1355-28 kW -maalämpöpumppu.



Kuva 2. Energiakuvaaja, maalämpöpumppu Nibe f1355-28 kW.

### 3.2.2 Ilma / vesi + sähkökattila

Ilma / vesi lämpöpumpuista 20kW: laite [2] oli teholtaan toimittajan suurin laite, jonka lämmitysteho koko pakkaskaudella ei kuitenkaan ole yksinään riittävä, joten lämmitysjärjestelmää on täydennettävä ELK-15 sähkökattilalla [3], jotta kiinteistön vaatima kokonaisteho saavutetaan. Energialaskelmasta näkee laitteen tuottaman lämmitysenergian ja ostoenergian tarpeen (kuva 3). Energiakuvaajasta voi havaita ilma-vesilämpöpumpun tuottaman lämmitysenergian määrän (kuva 4).

## ENERGIALASKELMA

### KOHTEEN TIEDOT

Tilojen lämmityksen tarve	62050	kWh/vuosi
- josta käyttöveden osuus	0	kWh/vuosi
Nykyinen lämmityksen pumppu	371	kWh/vuosi
Lämmitystehontarve	27,9	kW

### ENNEN LÄMPÖPUMPUN ASENNUSTA

Ostoenergia -Öljy (85%)	73000	kWh/vuosi
-Sähkö	371	kWh/vuosi

### LÄMPÖPUMPUN ASENNUKSEN JÄLKEEN

Ostoenergia -Sähkö	15518	kWh/vuosi
-Sähkö Lisälämpö	7660	kWh/vuosi

### SÄÄSTÖT

<b>Energiansäästö</b>	<b>39243</b>	<b>kWh/vuosi</b>
Reduced energy to purchase	49822	kWh/vuosi
CO2 säästöt	19525	kg/vuosi

### SÄÄTIEDOT

Vuoden keskilämpötila	5,3	°C
Mitoittava ulkolämpötila, MUT	-26,0	°C

### RAKENNUKSEN OLOSUHTEET

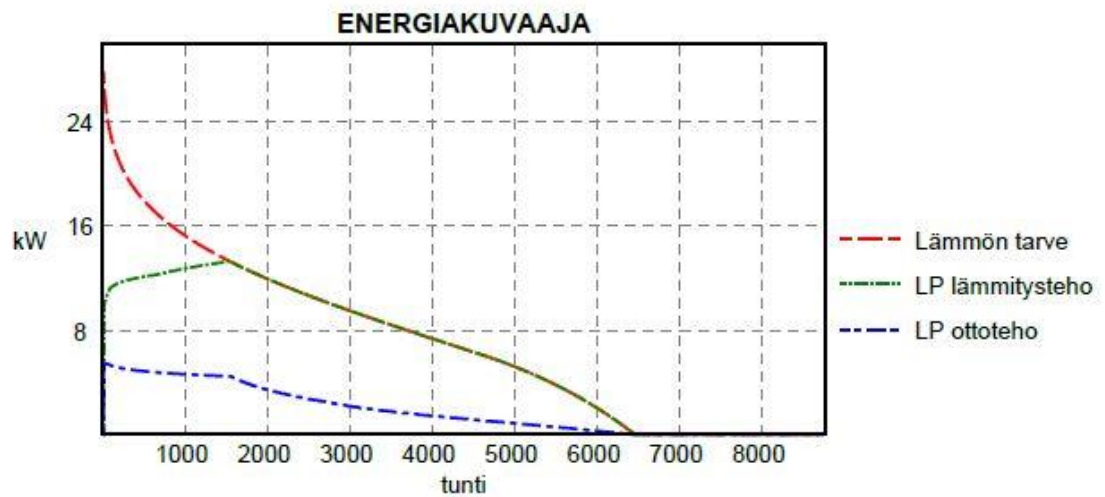
Sisälämpötila	16,2	°C
Tilojen lämmitys pysähtyy	15,0	°C
Lämmitys meno MUT:ssa	55	°C
Lämmitys paluu MUT:ssa	45	°C

### ENERGIALASKENNAN TULOKSET

#### -NIBE F2120-20 3\*400 V

LP:n tuottama energia	54390	kWh/vuosi
LP:n kuluttama energia	15490	kWh/vuosi
Lisäenergia, hyötysuhdekorjattu	7660	kWh/vuosi
Lämmityksen kiertopumppu	28	kWh/vuosi
Energianpeitto	88	%
Vuosilämpökerroin, LP	3,5	
Vuosilämpökerroin, järjestelmä	2,7	
Kiinteä tai vaihteleva lauhdutus	Vaihteleva	
Lämpöpumpun teho MUT:ssa	0,0	kW
Ottoteho MUT:SSA	0,0	kW
Laskennallinen lisäteho	27,9	kW
Tehopeitto	0	%

Kuva 3. Energialaskelma, ilma-vesilämpöpumppu Nibe F2120-20 kW + sähkökattila ELK15.



Kuva 4. Energiakuvaaja ilma-vesilämpöpumppu Nibe F2120-20 kW + sähkökat-tila ELK15.

### 3.2.3 Ilma / vesi + öljykattila

Niben 16 kW:n [3] ilma-vesilämpöpumppu otettiin vertailuun mukaan selkeästi osatehoisena vaihtoehtona, toimivan öljylämmitysjärjestelmän rinnalle. Osatehoisella lämpöpumpulla tavoiteltiin suurta osaa kokonaisenergian vuosituotannosta, vanhan täysitehoisen öljylämmityksen toimiessa kiinteistön lisäenergianlähteenä lämmityskauden kylmimpinä päivinä. Energialaskelmasta näkee laitteen tuottaman lämmitysenergian ja ostoenergian tarpeen (kuva 5). Energiakuvaajasta voi havaita ilma-vesilämpöpumpun tuottaman lämmitysenergian määrän (kuva 6).

## ENERGIALASKELMA

### KOHTEEN TIEDOT

Tilojen lämmityksen tarve	62050 kWh/vuosi
- josta käyttöveden osuus	0 kWh/vuosi
Nykyinen lämmityksen pumppu	371 kWh/vuosi
Lämmitystehontarve	27,9 kW

### ENNEN LÄMPÖPUMPUN ASENNUSTA

Ostoenergia -Öljy (85%)	73000 kWh/vuosi
-Sähkö	371 kWh/vuosi

### LÄMPÖPUMPUN ASENNUKSEN JÄLKEEN

Ostoenergia -Sähkö	13882 kWh/vuosi
-Öljy (85%)	12380 kWh/vuosi

### SÄÄSTÖT

Energiansäästö	<b>36159 kWh/vuosi</b>
Reduced energy to purchase	46738 kWh/vuosi
CO2 säästöt	16697 kg/vuosi

### SÄÄTIEDOT

Vuoden keskilämpötila	5,3 °C
Mitoittava ulkolämpötila, MUT	-26,0 °C

### RAKENNUKSEN OLOSUHTEET

Sisälämpötila	16,2 °C
Tilojen lämmitys pysähtyy	15,0 °C
Lämmitys meno MUT:ssa	55 °C
Lämmitys paluu MUT:ssa	45 °C

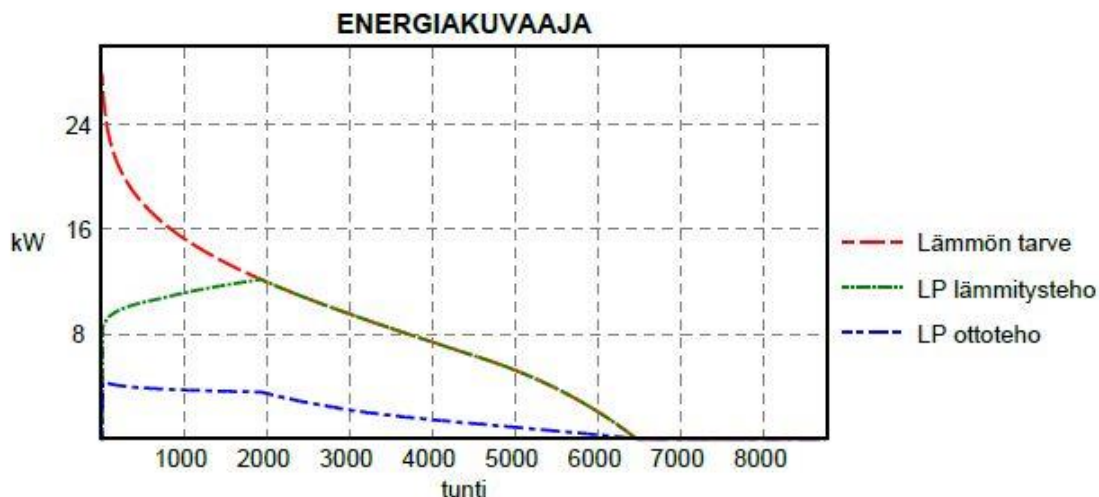
### ENERGIALASKENNAN TULOKSET

#### -NIBE F2120-16 3\*400 V

LP:n tuottama energia	51527 kWh/vuosi
LP:n kuluttama energia	13854 kWh/vuosi
Lisäenergia	10523 kWh/vuosi
Lisäenergia, hyötysuhdekorjattu	12380 kWh/vuosi
Lämmityksen kiertopumppu	28 kWh/vuosi
Energianpeitto	83 %
Vuosilämpökerroin, LP	3,7
Vuosilämpökerroin, järjestelmä	2,4
Kiinteä tai vaihteleva lauhdutus	Vaihteleva
Lämpöpumpun teho MUT:ssa	0,0 kW
Ottoteho MUT:ssa	0,0 kW
Laskennallinen lisäteho	27,9 kW
Tehopeitto	0 %

Kuva 5. Energialaskelma, ilma-vesilämpöpumppu Nibe F2120-16 kW + vanha öljykattila.





Kuva 6. Energiakuvaaja ilma-vesilämpöpumppu Nibe F2120-16 kW + vanha öljykattila.

#### 4 Tarkastuslista

Ennen lämpöpumpun hankintaa on järkevää perehtyä aiheeseen hiukan laajemminkin. Markkinoilla on valtava määrä erimerkkisiä laitteita; jokaisella merkillä on useita eri malleja. Asennuskentällä toimii valtava määrä toimittajia, joiden joukosta käyttäjän pitäisi löytää omaan tarpeeseen soveltuva laitteisto ja ammattitaitoinen asennusliike. Erityyppisten laitteistojen vuosihyötysuhteet, soveltuvuudet kohteisiin ja ympäristöhyödyt vaihtelevat. Vaihtoehtojen joukosta laitteiston tilaajan pitäisi löytää ratkaisu, joka on taloudellisesti mahdollista toteuttaa, saavuttaen vieläpä investoinnilleen mahdollisimman hyvän katteen.

Internetissä on monta hankintaopasta investointia harkitseville tahoille. Kaupalliset toimijat voivat antaa oppaissa itseään suosivia ohjeita tai suosituksia, joten vain puolueettoman toimijan opas antaa riippumattomia vastauksia. Tutkimustyön kohteen tyyppisissä rakennuksissa, pientalojen omistajille suunnatut oppaat eivät täysin sovellu, koska ne käsittelevät hieman pienempiä järjestelmiä, joten taloyhtiö- ja kiinteistöosakeyhtiö-kokoluokan kohteisiin keskittyneet oppaat

soveltuvat paremmin valintojen tueksi. Motiva on koonnut vuonna 2018 lämpöpumppujen hankintaoppaan kunnille ja taloyhtiöille [7], jossa on esitetty keskeisimmät vertailuun ja valintaan vaikuttavat asiat.

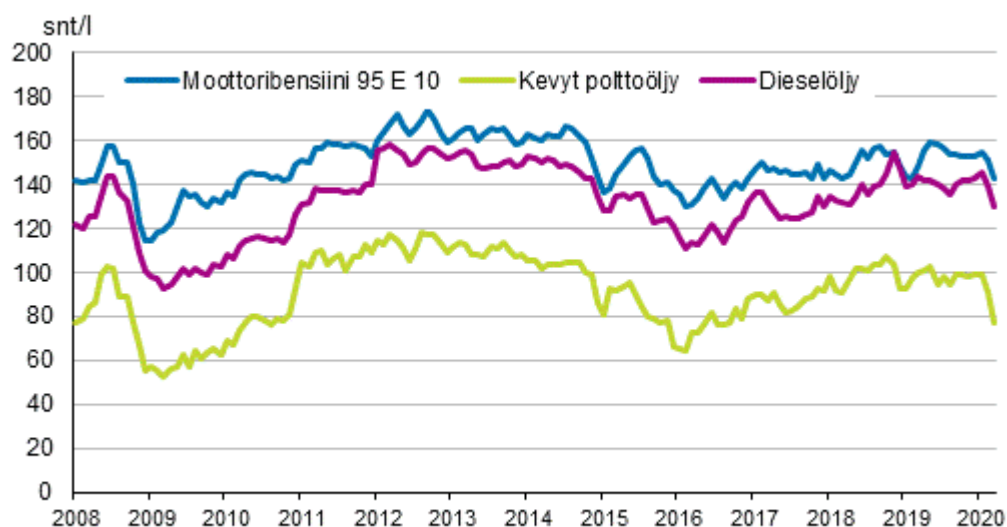
Tarkastuslistan keskeisimmät asiat hankkeeseen ryhtyvälle ovat

- Hankesuunnittelu
- Lähtötiedot energiankäytöstä
- Kiinteistön maantieteellinen sijainti
- Pohjavesialueet
- Pintamaan paksuus
- Lämmönkeruun lämmönlähde
- Asemakaava / kaavamääräykset
- Sähköverkko
- Lämmönjakojärjestelmän tyyppi ja kunto
- Käyttöveden tarve
- Kiinteistön rakenteiden aiheuttamat rajoitteet
- Asennustapa ja laitteistojen sijoittaminen
- Viilennystarve
- Sopimukset
- Järjestelmän mitoittaminen
- Järjestelmän suunnittelu
- Tarjouspyynnöt
- Kustannustehokkuus
- Rahoitus
- Valvonta
- Asennus
- Käyttöönotto
- Käyttö ja seuranta
- Takuu.

## 5 Järjestelmien vertailu

Energialaskelmien lisäksi kiinteistön lämmitysjärjestelmän valintaan vaikuttavat useat tarkastuslistalla esitetyt ulkoiset asiat, joita ei voi havaita energialaskelmista. Uuden järjestelmän valinta ei ole aina mahdollista toteuttaa kiinteistöön parhaiten soveltuvalla järjestelmällä, jos yksi tai useampi tarkastuslistalle kootuista asioista sen estää.

Vertailussa on otettu huomioon kaikkien energialaskelmien tulokset, verrattuna aikaisemman vuoden öljynkulutukseen. Takaisinmaksuaikojen laskennassa käytetty sähköenergian kokonaishinta on ollut kiinteistön toteutuneen laskutuksen mukaan, viime kahdenvuoden aikana keskimäärin 0,1622 €/kWh. Öljyn hintana laskennassa on käytetty keskimääräistä kevyen polttoöljyn hintaa viimeisten kymmenen vuoden ajalta [8]. Keskimääräinen litrahinta on ollut 0,9425 €/litra (kuva 7).



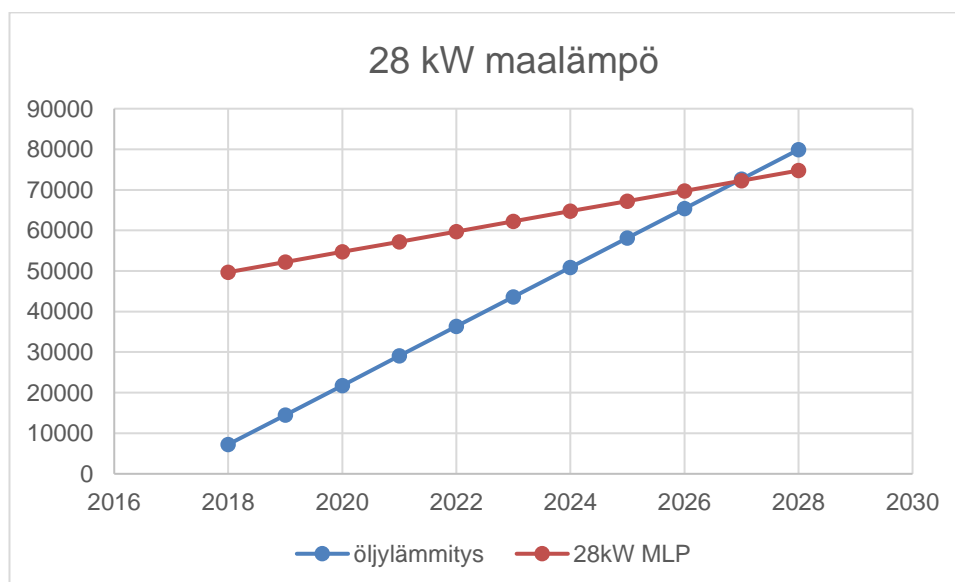
Kuva 7. Tärkeimpien öljytuotteiden kuluttajahinnat, Tilastokeskus 2020 [8].

Kiinteistön omistajalla ei ollut ulkopuolista rahoitustarvetta laitteiston hankintaan, joten korkotarkastelu päätettiin jättää laskelmissa huomioimatta.



## 5.1 Täysitehoinen maalämpö öljylämmityksen korvaajaksi

Kiinteistö sijaitsee teollisuusalueella, joka sijaitsee suuren suoalueen reunamilla. Pintamaan paksuus on GTK:n [9] mukaan alueella arviolta 35 metriä, joten kiinteistön tehontarpeeseen vaadittavaan kahteen energiakaivoon tarvitsee kustantaa arviolta 70 metriä pintamaata tukevaa teräsputkea. Pintamaahan asennettava putkisto ei sovellu lämmönjakohuoneen viereiseen alueeseen aluetta halkovan talon sähkösyötön sijainnin vuoksi. Edellä mainitun syyn vuoksi energiakaivot putkituksineen päätettiin liittää todennäköisten kustannusten vuoksi suoraan tarjoukseen. Asennuskustannuksia järjestelmävalinnassa nostaa vanhan öljylämmitysjärjestelmän purkaminen säiliöineen sekä edellä mainittujen hävitys. Maalämpöjärjestelmän takaisinmaksuajan laskennassa (kuva 8) on käytetty Nibe DIN FI -energialaskentaohjelman [5] arvoja. Laitteiston käyttämä vuotuinen sähköenergian tarve on laskentaohjelman mukaan 15 450 kWh/a. Lisälämpöä laskennan mukaan ei tarvita. Maalämpöjärjestelmän asennuksen arvo tarjouksessa oli 42 434 € alv 24 %.



Kuva 8. Nibe F1355 28 kW -maalämpöpumpun takaisinmaksuaika.

Maalämpötarjouksen sisältö oli seuraavanlainen:

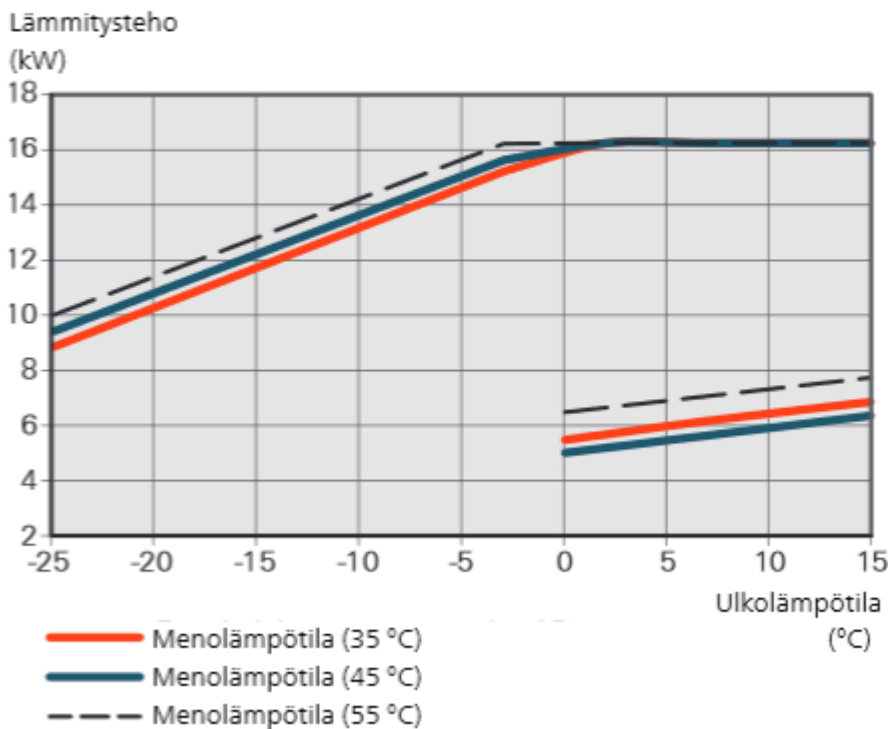
- Vanhan öljylämmityslaitteiston purkutyöt
- Vanhan laitteiston hävitys
  
- Maalämpöjärjestelmän asennus tarvikkeineen
- Invertteri-maalämpöpumppu Nibe F1355-28 asennettuna tarvikkeineen
- Keruulinjojen asennus talossa tarvikkeineen
- Energiakaivot 2 x 230 m
- 40 mm keruupiirin kollektorit
- Keruuputkien sisääntuonti
- 1" keruupiirin täyttöryhmä / 1" lianerotinsulku
- Keruupiirin paisuntasäiliö asennettuna tarvikkeineen
- Keruupiirin kondenssieristykset tarvikkeineen
- Talon lämmitysjärjestelmän kytkentä tarvikkeineen
- Lämmitysjärjestelmän 50 l:n paisuntasäiliö asennettuna tarvikkeineen
- Järjestelmän täyttö ja käyttöönotto
- Järjestelmän käytön opastus käyttäjälle.

## 5.2 Täysitehoinen ilma/vesi-lämpöpumppujärjestelmä öljylämmityksen korvaajaksi

Energialaskelman mukaan F2120-20 [2] ulkoyksikkö pystyy tuottamaan 88 % rakennuksen vuotuisesta energiantarpeesta. Laitteiston energiakuvaajasta pystytään havaitsemaan, ettei järjestelmää voida toteuttaa ilman lisälämpöä. Tämän järjestelmän laskenta haluttiin toteuttaa tavalla, jossa öljylämmityslaitteistosta luovuttaisiin. Järjestelmän energiapeiton kattamiseksi laitteistoon päätettiin lisätä 15 kW:n sähkökattila, joka antaisi kiinteistön vaatiman lisälämmön vuoden kylmimpinä aikoina, kun ulkoyksikön tuotto laskee (kuva 9).

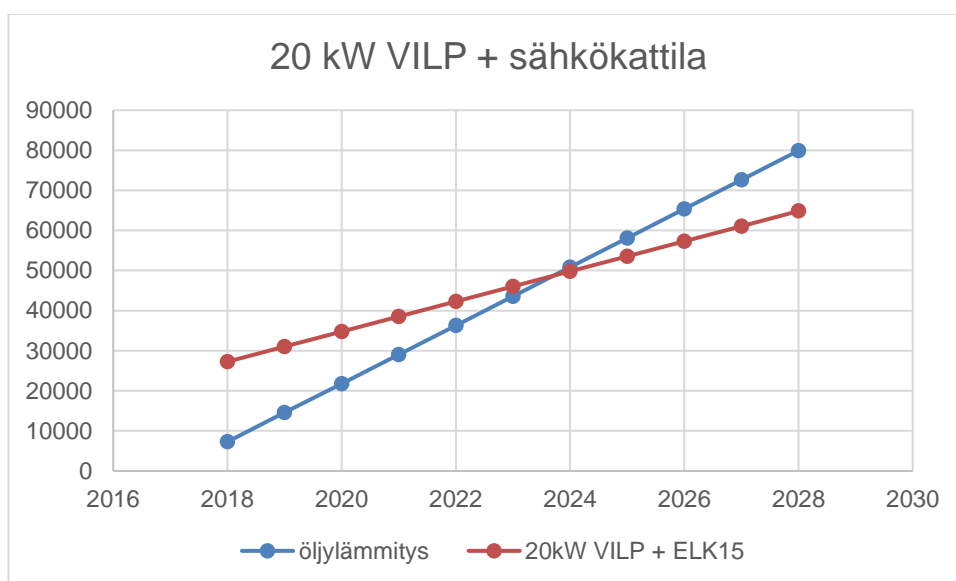
### F2120-20

#### F2120-20 suurin ja pienin lämmitysteho



Kuva 9. 20 kW:n ulkoyksikön lämmitysteho suhteessa ulkolämpötilaan, kuvaaja.

Asennuskustannuksia järjestelmävalinnassa nostaa vanhan öljylämmitysjärjestelmän purkaminen säiliöineen sekä edellä mainittujen hävitys. Ilmavesilämpöpumppujärjestelmän takaisinmaksuaajan laskennassa (kuva 10) on käytetty NibeDim-energiälaskentaohjelman arvoja. Laitteiston käyttämä vuotuinen sähköenergian tarve on laskentaohjelman mukaan 15 518 kWh/a. Lisälämpöä tarvitsee laskelman mukaan hankkia 7 660 kW. Vesi-/Ilma; lämmitysjärjestelmän asennuksen arvo tarjouksessa oli 19 988,00 € alv 24 %.



Kuva 10. Nibe F2012 20 kW -vesi-ilmalämpöpumppu + ELK 15-sähkökattila, takaisinmaksuaika.

VILP 20kW + ELK15-tarjouksen sisältö oli seuraava:

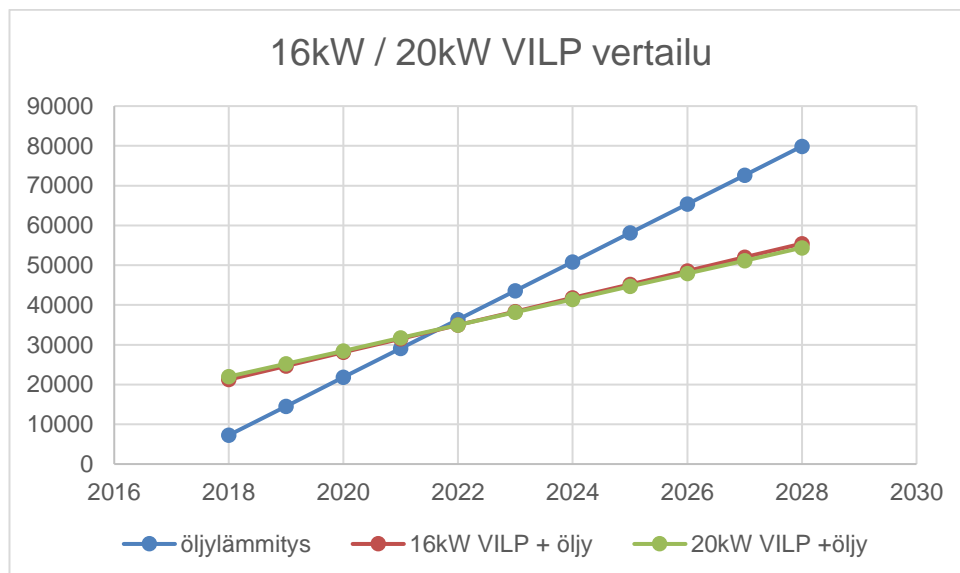
- Vanhan öljylämmityslaitteiston purkutyöt
- Vanhan laitteiston hävitys
- Vesi-/ilmalämpöpumppujärjestelmän asennus tarvikkeineen
- Nibe F2120-20 Vesi-/ilmalämpöpumppu

- ELK15-sähkökattila
- SMO 40 Ohjainyksikkö
- Venttiilimoottori Esbe ARA661
- Shunttiventtiili Esbe VRG
- KVR 10 Eristetty kondenssivesiputki sulatuskaapelilla
- UKV-300 Puskurivaraaja
- Maateline + betonilaatta
- Lämmönkeruupiirin 1 1/4" lianerotinsulku
- Lämmönkeruupiirin lämpöeristykset tarvikkeineen
- Kiinteistön lämmitysjärjestelmän kytkentä tarvikkeineen
- Lämmitysjärjestelmän 50 l:n paisuntasäiliö asennettuna tarvikkeineen
- Sähkötyöt tarvikkeineen
- Järjestelmän täyttö ja käyttöönotto
- Järjestelmän käytön opastus käyttäjälle

### 5.3 Osatehoinen ilma-/vesi-lämpöpumppujärjestelmä öljylämmityksen rinnalle

Täysin toimintakuntoisen öljylämmitysjärjestelmän rinnalle mitoitettiin osatehoinen ilma-/vesilämpöpumppulaitteisto. Järjestelmän etuina on yksinkertainen asennustyö, vanhan järjestelmän riittävyys jatkossa lisälämmön lähteenä vanhan järjestelmän purkutöistä ei aiheudu purkukustannuksia ja että säiliössä olevat 3 m<sup>3</sup>:n öljyvarat voidaan hyödyntää tulevana vuosina kiinteistön lämmitykseen. Niben F2120-mallisarjan 16 kW:n ulkoyksikkö pystyy energialaskelman (kuva 5) mukaan tuottamaan 83 % kiinteistön vuotuisesta lämmitysenergiantarpeesta, 20 kW:n (kuva 3) 88 %:n sijaan. Ulkoyksiköiden 12 %:n hintaeron kat-

sottiin kurovan 7 %:n energiatarpeen eron kiinni hiukan takaisinmaksuaikaa hi-  
taammin (kuva 11), joten hiukan kalliimmalla investoinnilla ei nähty saavutetta-  
van lisäarvoa.

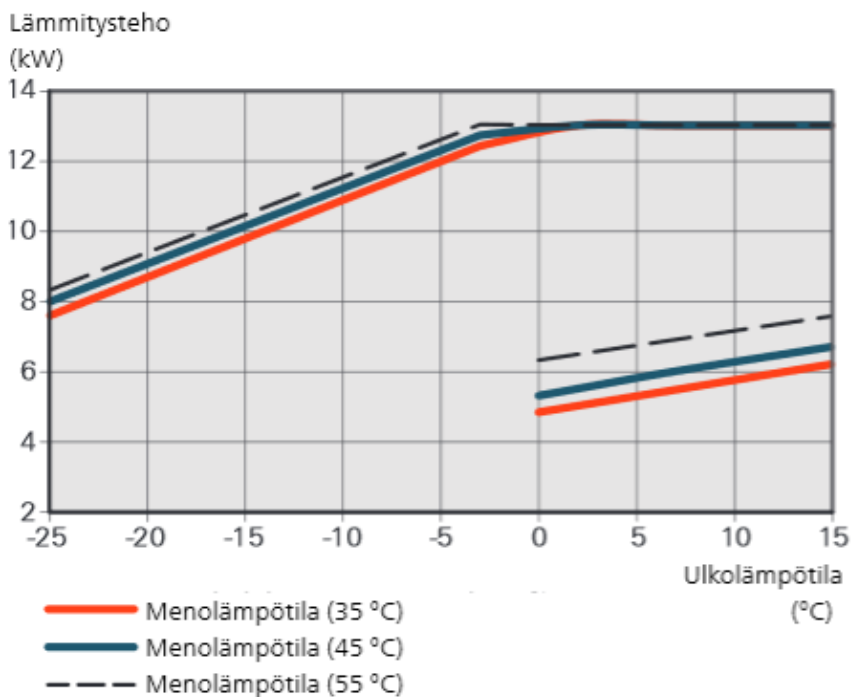


Kuva 11. 16 kW:n ja 20 kW:n vesi-ilmalämpöpumppujen takaisinmaksuajan ver-  
tailu.

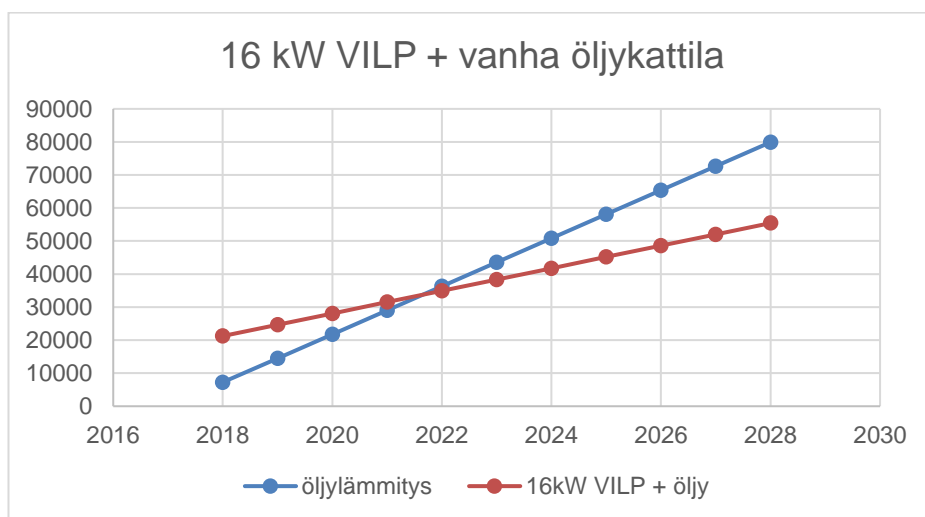
Laitteiston energiakuvaajasta (kuva 6) ja laitteen lämmitystehon kuvaajasta  
(kuva 12) pysty havaitsemaan, että järjestelmää vaatii rinnalleen lisälämpöä.  
Tämän vaihtoehtoisen järjestelmän laskenta haluttiin toteuttaa tavalla, jossa öljylämmityslaitteisto jää entiselle paikalleen ja energialähteeksi lisätään 16 kW:n nimellistehoinen ulkoyksikkö tuottamaan valtaosan vuotuisesta energiatarpeesta. Ilma-/vesilämpöjärjestelmän takaisinmaksuajan (kuva 13) laskennassa on käytetty Nibe Dim-energiälaskentaohjelman arvoja. Laitteiston käyttämä vuotuinen sähköenergian tarve on laskentaohjelman mukaan 13 882 kWh/a. Hyötysuhdekorjattu (85%) lisäenergian tarve öljystä on Nibe Dim-energiälaskentaohjelman mukaan 12 380 kWh/a (Kuva 5). Vesi-/Ilmalämmitysjärjestelmän asennuksen arvo tarjouksella oli 13 979 € sis.alv 24 %.

## F2120-16

### F2120-16 suurin ja pienin lämmitysteho



Kuva 12. 16 kW:n Ulkoyksikön lämmitysteho suhteessa ulkolämpötilaan, kuvaaja.



Kuva 13. Nibe F2012 16 kW vesi-/ilmalämpöpumppu + vanha öljykattila takaisinmaksuaika.

VILP 16 kW + vanha öljykattila-tarjouksen sisältö oli seuraavanlainen:

- Vesi-/ilmalämpöpumppujärjestelmän asennus tarvikkeineen
- Nibe F2120-16-vesi-/ilmalämpöpumppu
- SMO 40-ohjainyksikkö
- KVR 10-eristetty kondenssivesiputki sulatuskaapelilla
- UKV-300-puskurivaraaja
- Maateline + betonilaatta
- Lämmönkeruupiirin 1 1/4" lianerotinsulku
- Lämmönkeruupiirin lämpöeristykset tarvikkeineen
- Kiinteistön lämmitysjärjestelmän kytkentä tarvikkeineen
- Lämmitysjärjestelmän 50 l:n paisuntasäiliö asennettuna tarvikkeineen
- Sähkötyöt tarvikkeineen
- Järjestelmän täyttö ja käyttöönotto
- Järjestelmän käytön opastus käyttäjälle

## 6 Järjestelmän valinta

Maalämpöjärjestelmän vaatimat energiakaivot lisäävät järjestelmän arvoa paksun pintamaan vuoksi huomattavasti. Riihimäen rakennusvalvonnan mukaan [10] kyseisellä alueella on meneillään aluekaavamuutos, joka estää rakennusluvien myöntämisen. Energiakaivojen poraaminen sekä lämmönjakoputkiston kaivaminen pintamaahan vaatii rakennusluvan myöntämisen, joten vallitseva asemakaavamuutos esti maalämpöjärjestelmän rakentamisen. Maalämpöpumpun



takaisinmaksuaika olisi noin yhdeksän vuotta, säästöpotentiaalia olisi kymmenen vuoden tarkastelujaksolla kertynyt 5 146 € alv 24 %.

Ilma-vesilämpöpumpun asentaminen ei vaatinut rakennusluvan hankintaa, joten valinta kohdistui vertailemaan ilma-vesilaitteistoja. Öljystä luopuminen, purkukuiluina ja sähköllä toimivan lisälämmitysjärjestelmän rakentaminen nostaa täysitehoisen ilma-vesilämpöpumppulaitteiston hankintakustannuksia, jolloin 20 kW:n ulkoyksikkö sähkökattilalla asetti takaisinmaksuajan viiden ja puolen vuoden päähän. Laitteiston säästöpotentiaali kymmenen vuoden tarkastelujaksolla olisi 15 058 € alv 24 %.

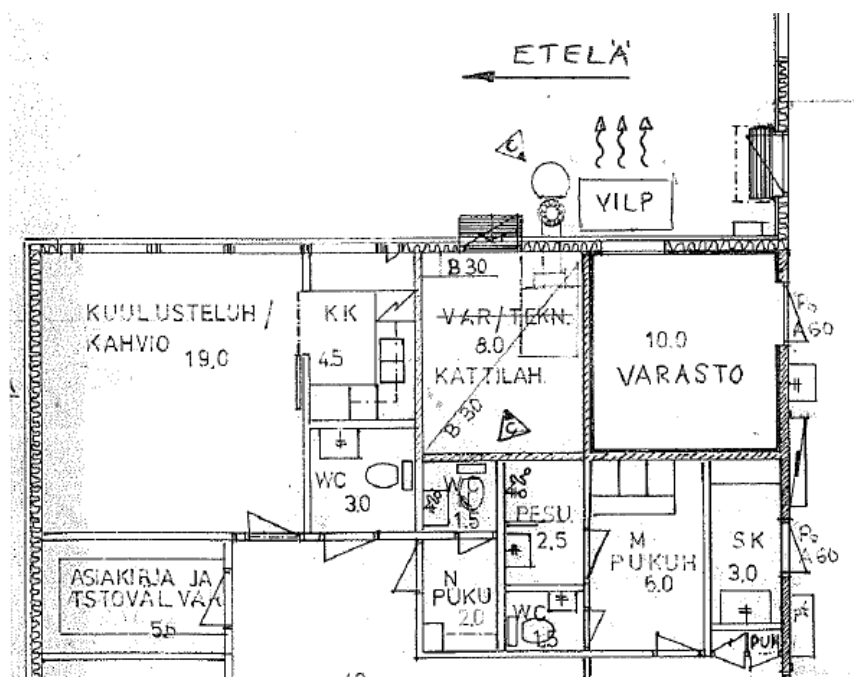
Vanhan, mutta toimivan öljylämmitysjärjestelmän rinnalle asennettava osatehoinen 16 kW:n ulkoyksikkö on asennustöiden osalta vertailun yksinkertaisin. Osatehoisen ilma-vesilämpöpumppulaitteiston takaisinmaksuaika asettui kolmen ja puolen vuoden paikkeille. Laitteiston säästöpotentiaali kymmenen vuoden tarkastelujaksolla olisi 24 477 € alv 24 %.

Osatehoinen ilma-vesilämpöpumppu pystyi energialaskelmien mukaan pienimmän investointitarpeen lisäksi, suurimpaan säästöpotentiaaliin. Kiinteistön omistaja tiedostaa vanhan öljylämmityslaitteiston iän ja ymmärtää laitteiston olevan jo käyttökaarensa loppupäässä. Öljylämmityslaitteisto on kuitenkin mahdollista purkaa tulevaisuudessakin ja osatehoista laitteistoa voidaan SMO40-ohjainyksiön monipuolisten ohjausmahdollisuuksien vuoksi täydentää tarpeenmukaisilla lisälämmityslaitteistoilla.

Kohteeseen päätettiin asentaa vanhan öljylämmitysjärjestelmän rinnalle Nibe F2120-16kW -ilma-vesilämpöpumppu SMO40-ohjauskeskuksella [11].

## 7 Asennus

Ennen uuden laitteiston asennusta kohteessa käytiin tutustumassa ja suunniteltiin laitteiden sijoitukset kiinteistön tiloihin. Ulkoyksikön paikaksi suunniteltiin kattilahuoneen viereistä seinustaa (kuva 14). Asennuspaikka on lännen suuntaan, mikä aiheuttaisi asennusliikkeen mielestä vakavia ongelmia ulkoyksikön lauhtumiselle käyttövedentuotannossa aurinkoisina hellepäivinä. Kiinteistön käyttövedentuotanto on kohteessa kuitenkin toteutettu sähköisellä käyttövedenlämmittimellä, jolloin ongelmia ei tämän suhteen ilmene. Kiinteistölle paistaa aurinko täysin esteettömästi, joten aurinkoisina päivinä tilojen lämmitystarve pienenee ja pelko laitteen ylikuumentumisesta tältäkin osin vähenee. Ulkoyksikkö päätettiin asentaa suunnitelman mukaisesti betonilaatan päälle. Kiinteistön sulakekoko (35 A) todettiin riittävän suureksi, joten sähköliittymän kokoa ei tarvitse tässä kohteessa suurentaa. Sähkökeskuksessa todettiin olevan uudelle laitteistolle sulakepaikkoja vapaana, joten keskukseseen ei tarvitse tehdä muutoksia tai laajennusta.



Kuva 14. Nibe F2120-16kW:n asennuspaikka (VILP).

Kattilahuoneen koko on 8 m<sup>2</sup>, joten huoneessa on öljykattilan lisäksi hyvin tilaa varaajille ja ohjainyksikölle (kuva 15). Kattilahuoneen idän puoleiselle seinälle päätettiin sijoittaa vierekkäin 300 l:n massavaraaja kierukalla ja aiemmin uusittu 300 l:n lämminvesivaraaja.



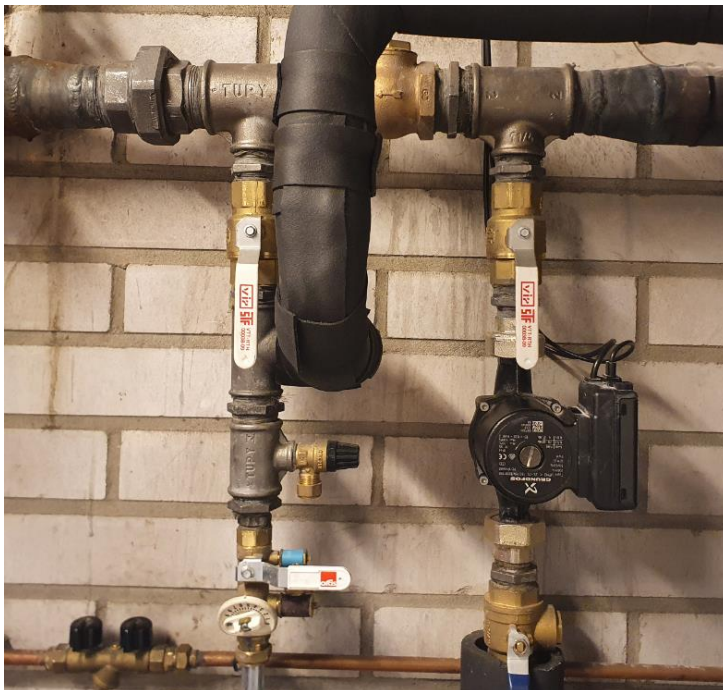
Kuva 15. Puskurivaraaja ja lämminvesivaraaja asennettuna.

Asennusliike toi kiinteistölle 100 mm paksun raudoitetun betonilaatan, jonka he olivat valaneet valmiiksi ennen asennuspäivää. Betonilaatta nostettiin paikalleen asennusliikkeen traktorin etukuormaajalla laatan suuren massan vuoksi. Laatan päälle muurattiin kaksi kevytharkkokerrosta, jotta voitiin olla varmoja, että ulkoyksikkö on tarpeeksi korkealla maasta lumisenakin talvena (kuva 16). Ulkoyksikkö nostettiin paikalleen etukuormaajaa hyödyntäen.



Kuva 16. Nibe F2120-16 asennettuna.

Lämpöpumppulaitteiston liittämiseksi kiinteistön lämmönjakojärjestelmään lämmityskaudella täytyi lämpöjohtoverkkoon tehdä muutostyö mahdollisimman nopeasti, jottei kiinteistö pääse jäähtymään. Menojohdossa ja paluujohdossa oli toimivat sulkuventtiilit, joten verkoston tyhjentämistä ei tarvinnut toteuttaa kuin kattilahuoneen osalta. Lämpöjohtoverkon paluu putkeen lisättiin hitsaamalla ja kierreosilla kaksi t-haaraa, joiden väliin asennettiin yksisuuntaventtiili (kuva 17). T-haaroihin asennettiin sulkuventtiilit ja järjestelmän 50 l:n paisuntasäiliö uusittiin. Muutosten jälkeen järjestelmä päästiin paineistamaan ja ilmaamaan.



Kuva 17. Lämpöjohtoverkkoon tehty muutos laitteiston liittämiseksi vanhaan järjestelmään.

Ulkoyksikön, massavaraajan ja lämpöverkon väliset putkityöt eristyksineen voitiin toteuttaa kaikessa rauhassa, vanhan öljylämmityslaitteiston toimiessa asennustyön aikana kiinteistön lämmöntuotannossa. Ohjainyksikkö SMO40 [11] asennettiin sisään astuttaessa oven oikealle puolelle, missä ohjaimen käyttö olisi aina hyvän sijaintinsa vuoksi vaivatonta. Laitteiston vaatimat kaapeloinnit tehtiin keskukselta kattilahuoneelle, lisäksi laitteistojen väliset johdotukset tehtiin kattilahuoneessa laitteiston asennusohjeen mukaisesti.

Lämmitysjärjestelmän ohjaus kytkettiin toimimaan SMO40-ohjainyksikön kautta. Ulkolämpötila-anturi kytkettiin rakennuksen pohjoispuolelle, jottei suora aurin-  
gonpaiste pääse vaikuttamaan anturin toimintaan. Meno- ja paluujohtoon asen-  
nettiin verkoston lämpötilaa mittaavat anturit. Öljykattilaan asennettiin kattilan  
lämpötilaa mittaava anturi ja kattilan sähköjen ohjaukseen asennettiin erillinen  
rele. Kattilahuoneessa sijaitsevat lämmönkeruupumppu ja öljykattilan lisäläm-  
pöä säättävä shunttiventtiilin venttiilimoottori kytkettiin ohjausyksikölle asen-  
nusohjeen mukaisesti. Sisälämpötila-anturi asennettiin varastona toimivan hallin  
sisäseinään. SMO40 (kuva 18) liitettiin internet-yhteyteen kiinteällä ethernet-  
kaapelilla. Ohjaimen kytkentämahdollisuudet olivat todella monipuoliset, joten  
kaapelointien kytkentään piti käyttää erityistä huomiota laitteiston toiminnan oi-  
kean toiminnan varmistamiseksi. Maahantuojaan tekninen tuki vastasi sähkö-  
asentajan tekemään puhelun ja kaikki kytkennät varmistettiin puhelun aikana.  
Asennusliike suositteli varmistamaan kytkennät ennen käyttöönottoa käyttöö-  
notto-ongelmien minimoimiseksi.



Kuva 18. Ohjauskeskus SMO40.

Kun kaikki putkityöt, eristykset, kaapeloinnit ja kytkennät oli tehty, oli laitteiston asennus käyttöönottoa vaille valmis. Ennen laitteen käyttöönottoa asennusliike halusi varmistaa, että ulkoyksiköön on kytketty sähkö, jotta ulkoyksikön kompressorin lämmitysvastus kytkeytyy päälle ja mahdollistaa käyttöönoton 10 tunnin lämmitysjakson kuluttua. Sähköasentajan työn valmistuttua tehtiin käyttöönotto seuraavana arkipäivänä.

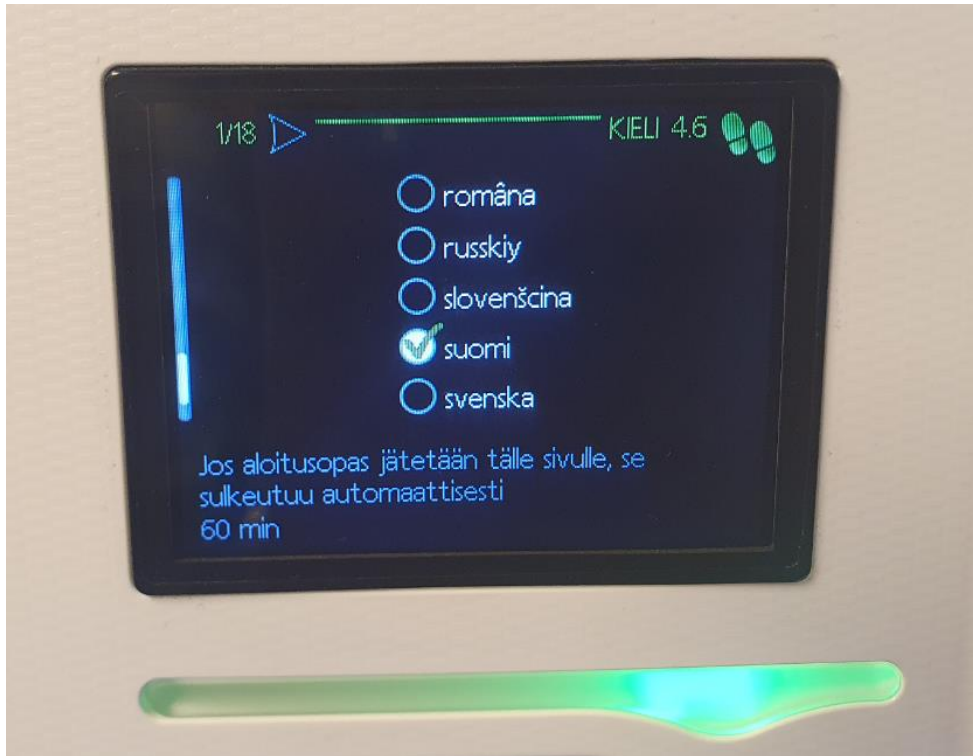
## 8 Käyttöönotto

Laitteiston käyttöönotto on asennusliikkeen mukaan nopea toimenpide, mikäli asennukset on suoritettu oikein eikä laite siirry asennusvirheen vuoksi vikatilaan käyttöönoton aikana tai lopuksi.

Käyttöönoton ensimmäisenä toimenpiteenä asentaja tarkisti muutaman ruuvin ulkoyksiköstä avaamalla, että kompressori on varmasti lämmennyt. Kompressorin lämpötilasta voitiin päätellä, että virrat olivat olleet päällä ja ulkoyksikköön uskallettaisiin käyttöönoton yhteydessä päästää lämmitysjärjestelmästä vettä. Koska ulkoyksikön tilanne näytti hyvältä, aloitettiin laitteiston käyttöönotto SMO40-ohjainyksikön kautta.

Asetettaessa ohjaimeen ensimmäistä kertaa virrat päälle käynnistyy aloitusopas (kuva 19). Aloitusoppaassa neuvotaan vaiheittain tekemään lämpöpumpun perusasetukset. Aloitusopasta ei voi ohittaa, koska sen tehtävänä on varmistaa, ettei käynnistyksessä tehdä virheitä. Aloitusopas voidaan myöhemminkin käynnistää, jos sille nähdään tarvetta. Asentaja asetti aloitusoppaassa laitteelle kohdemaan, kielen ja laitteiston tarvitsemat lämpötila-arvot, mutta jätti aloitusoppaan viimeisen sivun hyväksymättä.





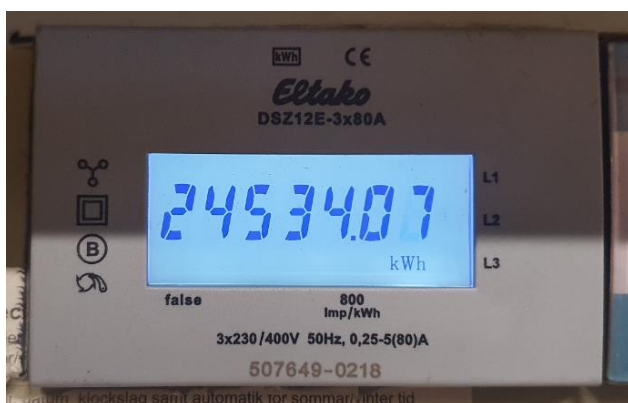
Kuva 19. Ohjainpaneeli, aloitusopas sivu 1/18.

Koska aloitusopas ei antanut virheilmoituksia sähköasennuksista ja ulkoyksikkö oli käyttökunnossa, voitiin ulkoyksikön ja lämpöjohtojen välisiin lämmönkeruuputkistoihin päästää vesi. Lämmönkeruuputkisto ja massavaraaja täytettiin, ilmattiin ja varmistettiin liitosten pitävyys. Yleisin vuotopaikka on asentajan mukaan pumpun kartioliittimet, jotka unohtuvat helposti käsikireyteen. Asennuksessa ei havaittu vuotoja ja aloitusoppaan viimeinenkin vaihe voitiin hyväksyä. Lämmönkeruupumppu käynnistyi, ja ulkoyksikkö rupesi muutaman minuutin kulluttua toimimaan. Käyttöönotto näytti onnistuneen, ja laitteiston toimintaa jäätettiin seuraamaan vielä hetkeksi. Käyttöönoton seurannan aikana kiinteistön omistajalle ladattiin matkapuhelimeen Nibe Uplink-sovellus ja ohjainyksikkö liitettiin etävalvontaan. Laitteiston mukana tuli ohje siihen, miten etävalvontaan pystyy liittymään. Asennusliike liitti laitteiston myös omaan etävalvontaansa, jotta ongelmatilanteessa asentaja näkee laitteiston toiminta-arvoja eikä asentajan välttämättä tarvitse tulla paikan päälle neuvomaan käyttäjää.



## 9 Laitteiston seuranta

Vanhan öljylämmityskattilan rinnalle asennetun ja käyttöönotetun vesi-ilmalämpöpumpputermostuksen sähkösyöttöön asennettiin erillinen sähkömittari (kuva 20), jotta laitteiston käyttämää todellista sähkönkulutusta päästiin seuraamaan. Kiinteistön öljysäiliön öljyn määrä kirjattiin talteen, hybridilämmitykseen siirryttäessä. Lämmityksen kiertovesipumppu ja lisälämmitykseen valjastettu öljypoltin jäivät erillisen sähkön mittauksen ulkopuolelle.



Kuva 20. Ilma-vesilämpöpumpputermostuksen erillinen sähkömittari.

Sähkönkulutus kirjattiin kuukausittain koko seurantajakson ajan ja öljynkulutus kirjattiin lämmityskausittain. Etäseurantaan on mahdollista liittää useampiakin käyttäjiä, joten seurantajakson ajan laitteiston toimintaa pystyi seuraamaan halutessaan reaaliajassa. Nibe Uplink -sovelluksen kautta saadaan nähtäville laitteen keskeisimmät toiminnot ja lämpötilat (kuva 20 ja 21). Sovelluksen kautta käyttäjä pystyy seuraamaan laitteiston toimintaa. Sovellus näyttää laitteen yleiskuvauksen, jossa voi toimintatilakuvakkeista nähdä vallitsevan hetken tilanteen. Esimerkkikuvissa (kuvat 21 ja 22) voi nähdä lämmityksen olevan päällä, kompressorin käynnissä ja lämmönkeruupumpun päällä. Edellä mainittujen lisäksi, toisessa kuvassa (kuva 22) on lisälämmitys kytkettynä päälle, jolloin käyttäjä tietää öljynkulutuksen lisääntyvän. Sovelluksesta näkee meno- ja paluuveden lämpötilat (kuva 23) ja anturitietoja, joista pieni osa on esitetty kuvassa (kuva 24).



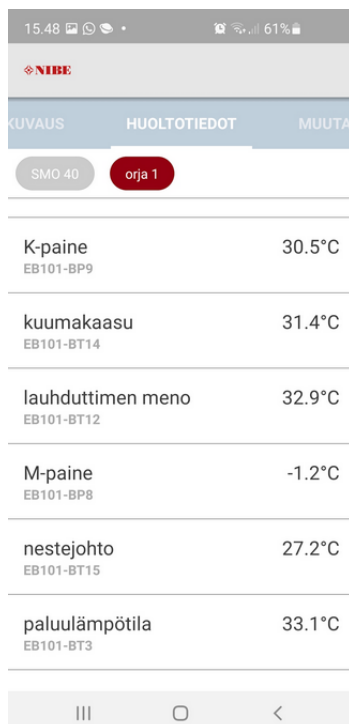
Kuva 21. Uplink sovelluskuva. Lämmitys, LJ-pumppu ja kompressori päällä.



Kuva 22. Uplink sovelluskuva. Lämmitys, LJ-pumppu, kompressori ja lisälämpöpäällä.



Kuva 23. Uplink sovelluskuva. Lämmitysjärjestelmän meno- ja paluueden lämpötilat. Lämmitys ja LJ-pumppu päällä.



Kuva 24. Uplink sovelluskuva. Huoltotiedot, anturitietojen näkymä.

## 10 Ongelmat ja huolto

Lämpöpumppulaitteiston ongelmat johtuvat asennusliikkeen mukaan virheellisesti toteutetusta mitoituksesta, putkiasennuksesta tai ohjauksesta. Kohteessa on edelliset asiat ja laitteiston käyttöönotto toteutettu valmistajan ohjeiden mukaisesti. Kahden ja puolen vuoden seurantajakson aikana laitteisto ei mennyt häiriötilaan kuin kahdesti. Häiriöt johtuivat sähkökatkoksista sähköntoimittajan taholla. Häiriötilat piti manuaalisesti kuitata pois päältä ohjaimesta.

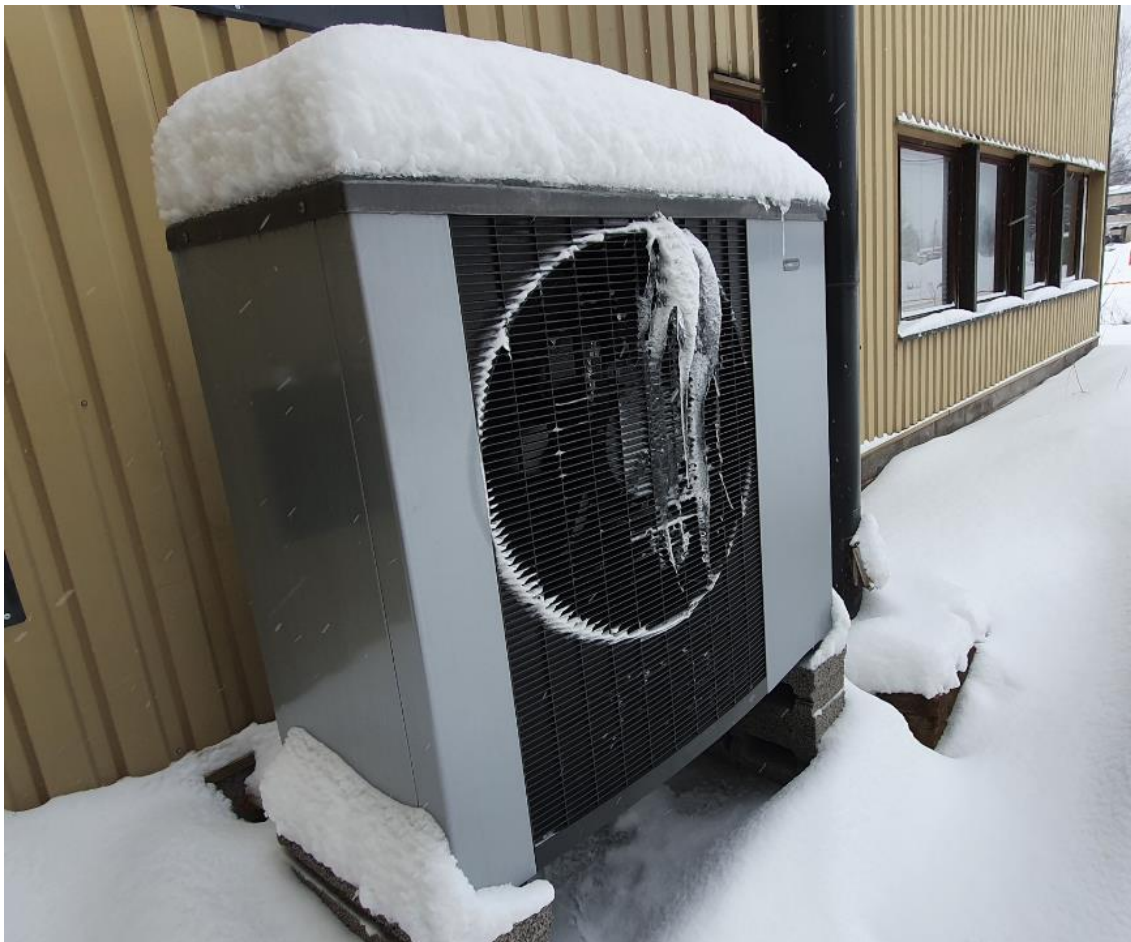
Laitteistossa on huoltoa vaativia kohteita hyvin vähän. Ulkoyksikköön johtavan lämmönkeruuputken roskasihti (kuva 25) pitää puhdistaa vuosittain, tai jos laitteistossa syntyy korkeapainehälytys liian pienen lauhtuksen vuoksi. Roskasihdin vuosittainen puhdistus lämpöjohtoverkossa liikkuvista irtoroskista riitti kohteessa.



Kuva 25. Roskasihdillä varustettu sulkuventtiili, sihti kyljessä olevan tulpan alla.

Ulkoyksikön normaaliin toimintaan kuuluu kennon sulatus määrätyin väliajoin. Kiinteistön pihalla sijaitsevan laitteen päälle muodostui lumisena talvena usean kymmenen sentin paksuinen lumipeite. Laitteen sulattaessa kennoaan havaittiin ulkoyksikön yläosan lämpenevän sulattaen päälle muodostunutta lunta. Laitteen

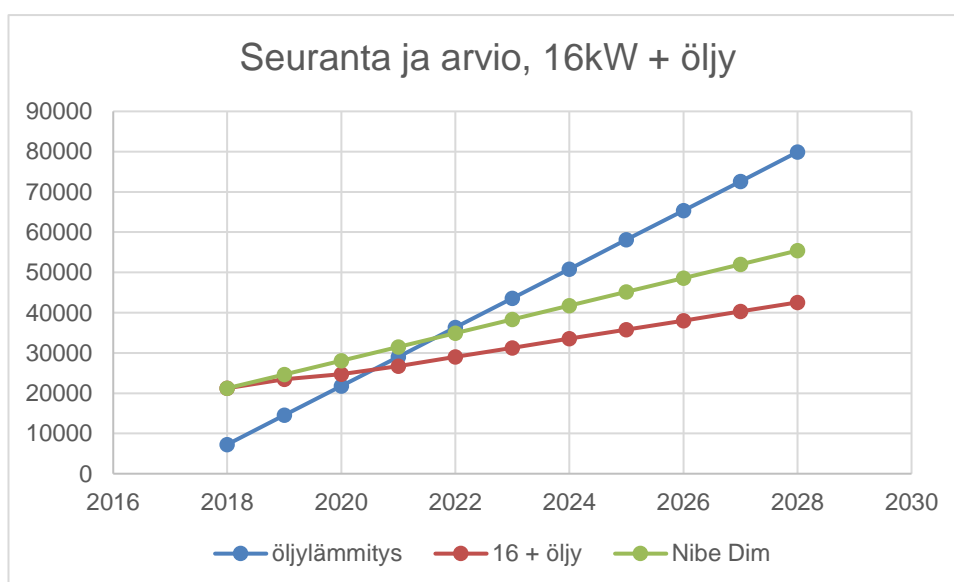
päältä sulava vesi valui ajoittain puhallinaukolle ja jäättyi (kuva 26), muodostaen suhteellisen paksujakin jääpuikkoja puhallusaukon eteen. Puhallusaukolta poistettiin jäätä mekaanisesti muutamia kertoja talvessa.



Kuva 26. Ulkoyksikkö lumisena ja ulospuhallusaukko osittain jäätyneenä.

## 11 Kulutus ja tuotto

Laitteiston seurantajakson aikana sähkön- ja öljynkulutusta seurattiin tarkasti. Toteutuneiden kulutustietojen perusteella päästiin laskemaan laitteiston toteutuneita kuluja ja oletettavia säästöjä tulevaisuudessa. Talvi 2019–2020 oli seuranta-aikakunnalla hiukan keskiarvoa lämpimämpi, mikä näkyy kulutustiedoissa. Laitteiston käyttämä sähkönkulutus oli molempina vuosina hiukan energialaskentaohjelman antamaa arvoa pienempi. Öljynkulutus talvena 2018–2019 oli mitoitusta pienempi ja talvena 2019–2020 öljyä ei kulunut lainkaan. Kuvaajasta (kuva 27) näkee Nibe Dim -energianlaskentaohjelman arvion kulutuksesta ja toteutuneen kulutuksen.



Kuva 27. Toteutunut takaisinmaksuaika 2018–2021 ja arvio tulevasta säästöstä vuoteen 2028 mennessä.

Vanha öljylämmitysjärjestelmän rinnalle asennettavan osatehoisen ilma-vesilämpöpumppulaitteiston takaisinmaksuaika asetui Nibe Dim -energianlaskelmalla kolmen ja puolen vuoden paikkeille. Laitteiston säästöpotentiaali kymmenen vuoden tarkastelujaksolla olisi ollut 24 477 € alv 24 %. Toteutunut kulutus

osoitti kulutuksen olleen tarkastelujaksolla laskelmia pienempää. Laitteiston takaisinmaksu näytti toteutuvan jo kahden ja puolen vuoden aikana. Mikäli kulutus pysyy jatkossakin enintään vuoden 2018–2019 tasolla, laitteiston säästöpotentiaaliksi kertyy noin 37 500 € sis.alv 24 %.

## 12 Päätelmät

Laitteiston mitoituksen voidaan sanoa onnistuneen kohteessa hyvin. Tilojen lämpötiloja voidaan tarvittaessa nostaa hiukan käyttämällä edelleen lämpöpumpun potentiaalia kokonaisenergiantuotantoon, energialaskelman rajoissa. Laitteistoa voidaan täydentää toisella ulkoyksiköllä suhteellisin pienin putkimuutoksien. Laitteiston säästöpotentiaali on investointiin nähden merkittävä. Kiinteistön omistaja on tyytyväinen tekemäänsä laitevalintaan. Laitteiston monistettavuus on hyvin perusteltua samanlaisiin kiinteistöihin. Ulkoyksikön päälle suositellaan rakennettavaksi lumikatos sulamisvesiongelman ehkäisemiseksi jatkossa.

## Lähteet

- 1 F1355-28. Tekniset tiedot. Tuotteet. Maalämpöpumput. Verkkoaineisto. Nibe Energy Systems Oy. <<https://ammattilaiset.nibe.fi/tuotteet/maalampopumput/nibe-f1355/#technical>>. Luettu 10.2.2020.
- 2 F2120-20. Tekniset tiedot. Tuotteet. Ilmavesilämpöpumput. Verkkoaineisto. Nibe Energy Systems Oy. <<https://ammattilaiset.nibe.fi/tuotteet/ilmavesilampopumput/nibe-f2120/#technical>>. Luettu 10.2.2020.
- 3 ELK-151. Tekniset tiedot. Tuotteet. Lisävarusteet. Verkkoaineisto. Nibe Energy Systems Oy. <https://ammattilaiset.nibe.fi/tuotteet/lisatarvikkeet/NIBE-ELK-151>. Luettu 10.2.2020.
- 4 F2120-16. Tekniset tiedot. Tuotteet. Ilmavesilämpöpumput. Verkkoaineisto. Nibe Energy Systems Oy. <<https://ammattilaiset.nibe.fi/tuotteet/ilmavesilampopumput/nibe-f2120/#technical>>. Luettu 10.2.2020.
- 5 NIBE DIM FI [version 1.27.0.13]. Energialaskentaohjelmisto urakoitsijoille. Nibe Energy Systems Oy.
- 6 NIBE UpLink -sovellus. Tuotteet. Verkkoaineisto. Nibe Energy Systems Oy. <<https://ammattilaiset.nibe.fi/tuotteet/NIBE-Uplink1/nibe-uplink/>>.
- 7 Lämpöpumppujen hankintaopas. 2018. Kunnat ja taloyhtiöt. Verkkoaineisto. Motiva Oyj. <[https://www.motiva.fi/ajankohtaista/julkaisut/lammitysjarjestelmat/lampopumppujen\\_hankintaopas\\_kunnat\\_ja\\_taloyhtiot.10752.shtml](https://www.motiva.fi/ajankohtaista/julkaisut/lammitysjarjestelmat/lampopumppujen_hankintaopas_kunnat_ja_taloyhtiot.10752.shtml)>. Luettu 4.2.2021.
- 8 Energian hinnat 2020 3.vuosineljännes. Tilastot. Energia. Verkkoaineisto. Tilastokeskus. <[http://www.stat.fi/til/ehi/2020/03/ehi\\_2020\\_03\\_2020-12-10\\_kuv\\_002\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/ehi/2020/03/ehi_2020_03_2020-12-10_kuv_002_fi.html)>. Luettu 3.1.2021.
- 9 Maankamara. Maanpeitteen paksuus. Verkkoaineisto. Geologian tutkimuskeskus. <<https://gtkdata.gtk.fi/maankamara/>>. Luettu 16.9.2018.
- 10 Niemi, Raimo. Rakennustarkastaja. Riihimäen rakennusvalvonta. Keskustelu 17.8.2018.
- 11 SMO40. Tekniset tiedot. Tuotteet. Lisävarusteet. Verkkoaineisto. Nibe Energy Systems Oy. <https://ammattilaiset.nibe.fi/tuotteet/lisatarvikkeet/nibe-smo-401/>. Luettu 18.1.2021.