

# Kiinteistön energiankäytön optimointi taloautomaation avulla

Jere Autio

OPINNÄYTETYÖ  
Kesäkuu 2019

Konetekniikka  
Automaatiotekniikka

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Konetekniikka  
Automaatiotekniikka

AUTIO, JERE:

Kiinteistön energiankäytön optimointi taloautomaation avulla

Opinnäytetyö 29 sivua  
Toukokuu 2019

---

Tämä opinnäytetyö on tehty Sevire Oy:lle. Sevire Oy on suomalainen suunnittelutoimisto. Sevire Oy:n päätoimialaa on Ivisa-järjestelmien suunnittelu- ja konsultointi. Sevire Oy:llä on korkeatasoista ammattitaitoa taloteknisten järjestelmien suunnittelutöistä sekä uudisrakentamisen että saneerauksen osa-alueilta.

Tässä työssä on etsitty ratkaisuja energiansäästöön eräässä isossa kiinteistökohteessa. Monien kohteessa olevien teknisten järjestelmien ja laitteiden energiankulutusta on tarkkailtu ja etsitty keinoja energian säästämiseksi. Energiansäästöön löydettiin monta erilaista ratkaisuehdotusta. Energiansäästön avulla saadaan säästettyä myös kohteen ylläpitokustannuksia sekä vähennettyä hiilidioksidipäästöjä.

Tässä työssä käsitellään kohdekiinteistön alueella käytössä olevia aluelämmitys- ja -valaistusjärjestelmiä. Teoriaosuudessa käsitellään myös erilaisia lämpöpumppuja. Kiinteistössä olisi mahdollista saavuttaa säästöjä järjestelmiä kehittämällä ja päivittämällä. Tarkoituksena on saada pienennettyä energiankulutusta ja optimoida asuntoloiden energiankäyttö käyttötarpeen mukaiselle tasolle.

Kiinteistökohteessa tällä hetkellä käytössä oleva talotekniikka on melko iäkästä. Taloteknisiä laitteistoja ja järjestelmiä kannattaisi päivittää sekä saneerata, näin toimien saatettaisiin saada huomattavia säästöjä tämänhetkiseen tilanteeseen verrattuna. Lämmitysjärjestelmään liittyen on etsitty vaihtoehtoisia järjestelmiä lämmitysenergian tuottamiseksi sekä laskettu saneerausten jälkeen mahdollisesti saatavien kustannussäästöjen määrää. Aluevalaistusjärjestelmään liittyen on laskettu saatavia kustannussäästöjä, mikäli vanhat valaisimet päivitetäisiin led-valaisimiksi. Työssä on löydetty monia keinoja vähentää kiinteistön energiankulutusta. Energiasäästön avulla saadaan säästettyä myös rahaa.

Eräs haaste työn suorittamisessa ja käytännön mittausvaiheessa oli, että lämmitettävissä tiloissa ei ole minkäänlaista mittausta käytetyn energian suhteen. Mikäli kohdekiinteistössä sijaitsevilla asuntoloilla olisi energiankulutuksen mittausta, niin olisi helppo määrittää tilojen lämmitykseen tarvittava energiamäärä ja määritellä sen avulla riittävän tehoiset lämmityslaitteistot jokaiseen asuntolaan.

---

Asiasanat: energian- ja kustannusten säästö, aluelämmitysjärjestelmä, aluevalaistusjärjestelmä

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Mechanical and Production Technology  
Machine Automation

AUTIO, JERE:  
Optimizing the Energy Use of the Property with House Automation

Bachelor's thesis 29 pages  
May 2019

---

This thesis has been made for Sevire Oy. Sevire Oy is a Finnish engineering agency. The main business area of Sevire Oy is HVAC and electrical engineering and construction. Sevire Oy has high expertise in designing building technology systems for buildings which are under construction or renovation.

In this thesis, different solutions for saving energy in one rather large real estate property were sought. The energy consumption of different technical systems and appliances were studied to find ways to save energy. By saving energy it is also possible to save money which is spent on energy.

In the theoretical part of this thesis, the areal heating and lightning systems used in the property were studied. Also, the theory of some heat pumps has been studied. By developing and updating the heating system used in the property location it would be possible to save in energy costs. The building technology used in the building is quite old. The old controls which use the heating system should be changed for more updated ones as new controls have many advanced features. The main purpose of this change is to reduce energy consumption and optimize the use of energy according to the actual needs.

---

Key words: energy and cost savings, area heating and lightning systems

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	5
2	ALUEEN ENERGIANJAKELUJÄRJESTELMÄ .....	6
2.1	Alueen sähköenergian jakelu .....	6
2.2	Alueen lämmitysenergian tuotanto ja jakelu .....	7
3	KOHITEESSA OLEVA TALOTEKNIikka .....	9
4	VAIHTOEHTOISET JÄRJESTELMÄT .....	11
5	JÄRJESTELMIEN SANEERAUSEHDOTUKSET .....	14
6	LAITTEISTOJEN PÄIVITYSTEN KUSTANNUSTARKASTELU .....	18
6.1	Valaistusjärjestelmien päivitysehdotukset ja kustannuslaskelmat	18
6.2	Lämmitysjärjestelmien kehitysehdotukset ja kustannuslaskelmat	22
6.3	Lämmitysenergiavaihtoehtojen kustannuslaskenta .....	25
7	POHDINTA .....	28
	LÄHTEET .....	29

## 1 JOHDANTO

Kohdekiinteistö sijaitsee Ylöjärven kaupungissa, tontti on Näsijärven rannalla. Kiinteistökokonaisuus koostuu päärakennuksesta, kolmesta vanhasta asuntolasta, kahdesta melko heikkokuntoisesta talosta, viidestä pienestä paritalosta sekä edustustiloista, joihin kuuluu hyvässä kunnossa oleva saunarakennus sekä erilaisten tilaisuuksien pitämiseen käytetty konferenssirakennus. Kaikkien edellä mainittujen rakennusten käyttämä energia sekä käyttövesi tulee päärakennuksen teknisten tilojen kautta. Alueen lämmitysenergianjakelu on toteutettu aluelämmitysjärjestelmällä, jolla toimitetaan lämmitysvettä asuntoloihin sekä sähkönjakelujärjestelmällä, jolla kaikkiin rakennuksiin toimitetaan niiden käyttämä sähköenergia.

Kohteessa kuluu tällä hetkellä huomattava määrä energiaa lämmitykseen. Lämmitys tapahtuu tällä hetkellä pääasiallisesti lämmityskattiloilla, joilla lämmitysvesi lämmitetään polttamalla kevyttä polttoöljyä. Pieni osa rakennuksista lämmitetään sähkölämmityksellä. Tällä hetkellä tehon kulutuksen jakautumista siirtomatkan häviöiden ja asuntoloiden suhteen on tutkittu monissa eri lämpötiloissa. Kohteessa tehtyjen tutkimusten pohjalta on ehdotettu toimenpiteitä, jotka kannattaisi tehdä. Suosituksissa on myös muita toimenpiteitä, joilla olisi mahdollista saavuttaa säästöjä kohteessa.

## 2 ALUEEN ENERGIANJAKELUJÄRJESTELMÄ

Alueella on kaksi energianjakelujärjestelmää. Lämpöenergia lähes kaikkien tilojen lämmitykseen tuotetaan päärakennuksessa sijaitsevassa kattilahuoneessa. Kattilahuoneessa on kaksi lämmityskattilaa, joihin on asennettu öljypolttimet. Toinen energianjakelujärjestelmä on sähkönjakelujärjestelmä. Sähköenergia ostetaan ulkopuoliselta verkkoyhtiöltä.

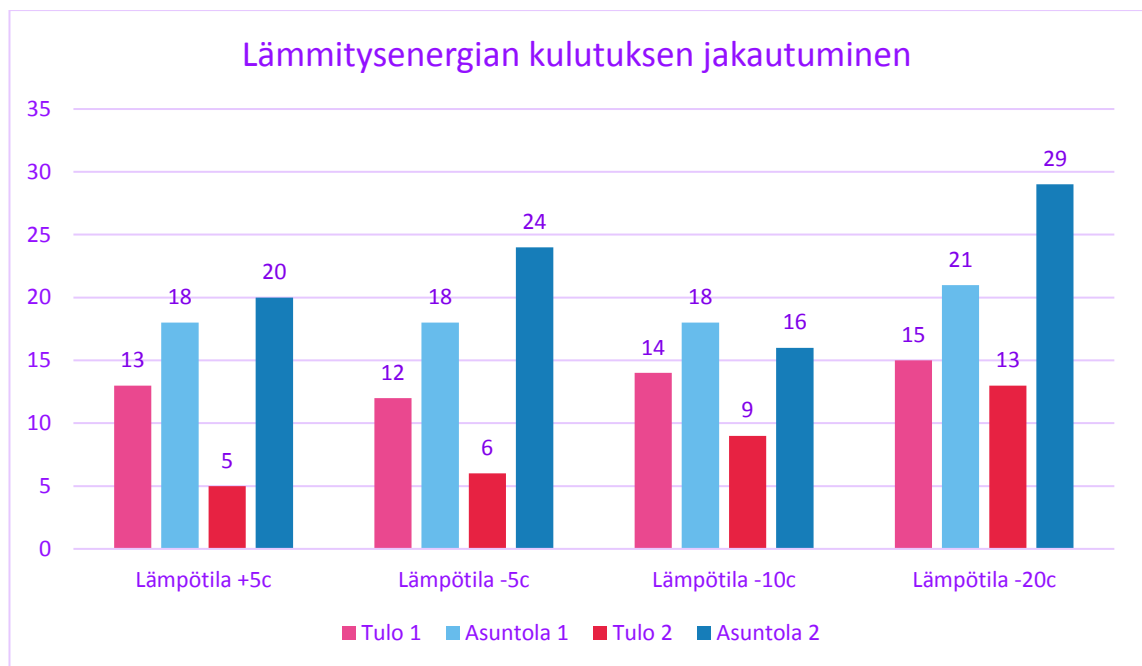
### 2.1 Alueen sähköenergian jakelu

Alueen sähkönsyöttö on toteutettu sähköverkkoyhtiö toimesta avolinjalla ja muuntamalla, joka on tolppa-asenteinen. Muuntamon keskijännitesyöttö on toteutettu avolinjalla. Muuntajan pienjännitesyötöt on toteutettu maakaapeloinneilla asiakkaille. Muuntamo on päättävän linjan päässä ja se syöttää myös alueella olevia omakotitaloja. Sähkönjakelun kannalta häiriöttömämpi ja toimintavarmempi verkostorakenne olisi kokonaan maakaapeloimalla toteutettu sähkönjakeluverkosto ja puistomuuntamo.

Kiinteistöön tulee muuntamolta kaksi maakaapelia. Nämä maakaapelit ovat tyyppiltään MCMK-maakaapeleita eli muovivaipallisia kuparimaakaapeleita, joissa maadoitusjohdin kulkee konsentrisesti heti muovivaipan sisäpuolella. Päärakennuksessa on samaan pääkeskustilaan asennettu kaksi kennokeskusta. Vanhempi on alkuperäinen ja uudempi on asennettu, kun sähkön tarve kiinteistön alueella on lisääntynyt muiden rakennusten rakentamisen ja päärakennuksen laajennusten ansiosta. Päärakennuksessa sijaitsevassa sähkötilassa pääsulakkeina ovat 200A kahvasulakkeet. Pääsulakkeet on asennettu vanhaan, niin sanottuun uuninluukkuvarokekytkimeen. Päärakennuksen sähkötilasta muihin rakennuksiin lähtevät syötöt on suojattu tulppasulakkeilla ja kaapeloitu maakaapeleilla.

## 2.2 Alueen lämmitysenergian tuotanto ja jakelu

Tällä hetkellä lähes kaikki alueella kulutettava lämmitysenergia tuotetaan öljylämmityskattiloilla, joissa poltetaan kevyttä polttoöljyä. Kevyen polttoöljyn polttamisesta tulee melko paljon hiilidioksidipäästöjä ja se on fossiilinen polttoaine. Lämmitysenergiaa voisi tuottaa myös uusiutuvilla energianlähteillä, jolloin aluelämmitysjärjestelmästä saataisiin ympäristö- ja ilmastoystävällisempi. Yhtenä vaihtoehtona voisi harkita biodieseliä, mutta kokonaisuus huomioiden se ei kuitenkaan olisi kovin hyvä ratkaisu koska vanhat kattilahuoneesta asuntoloille menevät putkikanaalit ovat melko huonosti eristettyjä ja huomattava osa lämpöenergiasta katoaa siirtomatalla heikentäen aluelämmitysjärjestelmän hyötysuhdetta.



KUVAAJA 1. Lämmitysenergian kulutuksen jakautuminen.

Kahden asuntolan lämmönkulutusta on seurattu eri lämpötiloissa. Yllä olevassa kuvaajassa (KUVAAJA 1) on lämmitysveden lämpötiloja seuraamalla selvitetty sitä, kuinka tehonkulutus jakautuu asuntoloiden tehonkulutuksen ja putkikanaalien tehonkulutuksen suhteen. Punertavilla tulo-palkeilla kuvataan putkikanaalien tehonkulutuksen määrää. Sinertävillä palkeilla kuvataan asuntoloiden tehonkulutuksen määrää. Kuvaajasta on helppo tulkita, että varsinkin toisen asuntolan lämmityksessä energiaa katoaa vanhaan putkikanaaliin suuri määrä.

Kuvaajasta selviää, että epäedullisin tilanne on asuntola yhden lämmitys. Ulkolämpötilan ollessa noin  $-10^{\circ}\text{C}$  aluelämmitysjärjestelmässä kiertävän lämmitysveden lämpötila alenee siirtomatalla  $14^{\circ}\text{C}$  ja asuntolan lämminvesivaraajan läpi kiertäessään lämmitysveden lämpötila alenee  $18^{\circ}\text{C}$ . Lämmitysveden lämpötilan muutosten avulla voidaan määrittää järjestelmän hyötysuhde asuntolan lämmityksen suhteen.

$$\eta = \frac{\text{Saatu energia tai työ}}{\text{Viety energia tai työ}} \quad (1)$$

$$\eta = \frac{18^{\circ}\text{C}}{18^{\circ}\text{C} + 14^{\circ}\text{C}}$$

$$\eta = 0.5625 = 56.25\%$$

Laskennan avulla selviää, että asuntolan lämmityksen hyötysuhde on vain 56.25%. Laskennan avulla selviää myös se, että yli 43% tuotetusta energiasta kuluu siirtomatalla putkikanaalin lämmittämiseen. Putkikanaalit ovat vanhoja ja eristeiltään huonoja, jolloin niiden lämmitykseen kuluu paljon tehoa aluelämmitysjärjestelmästä. Hyötysuhteen avulla voidaan laskea hinta asuntolan lämmitykselle kilowattituntia kohden.

$$\frac{11 \frac{\text{snt}}{\text{kWh}}}{0.5625} = 19.56 \frac{\text{snt}}{\text{kWh}}$$

Polttoöljyn energiasisältö on noin 10kWh per litra, ja hinta noin 1.10€ per litra. Laskettu hinta aluelämmitysjärjestelmällä tuotetulle asuntolaan toimitetulle kilowattitunnille epäedullisimmassa tilanteessa on noin 19.6 senttiä. Epäedullisin tilanne kohteessa suoritetuissa tutkimusmittauksissa on esitetty taulukossa (TAULUKKO 4), jossa on laskettu tehonkulutuksen jakautuminen asuntolan ja putkikanaalin kesken.



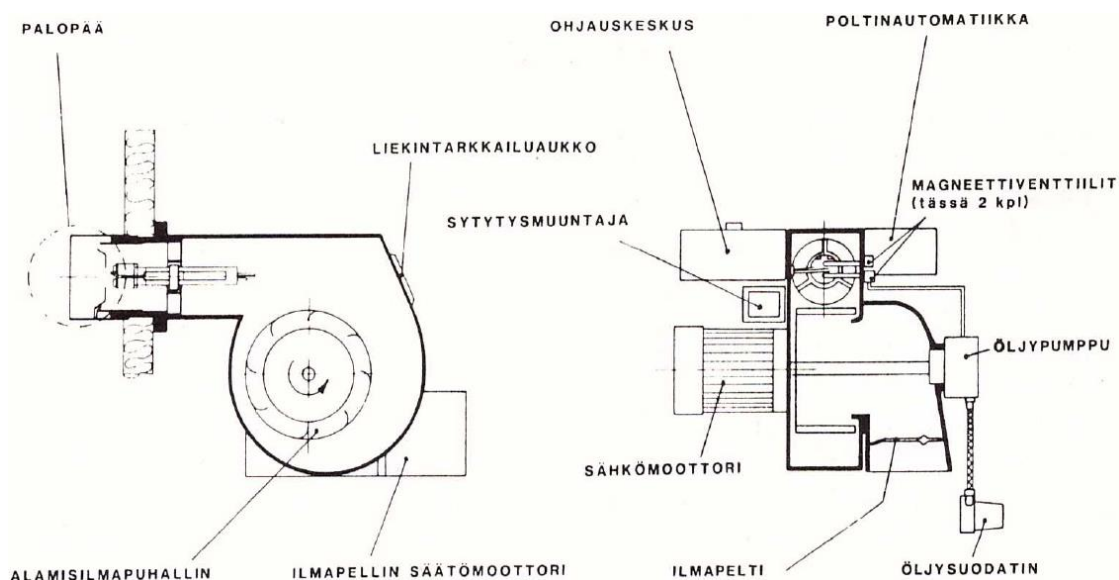
### 3 KOHTEESSA OLEVA TALOTEKNIikka

Kohteessa olemassa oleva talotekniikka on toimivaa mutta melko iäkstä, joten pienet päivitykset saattaisivat olla tarpeen. Asuntoloissa olevat säätölaitteet ovat melko vanhoja. Mikäli lämmönsäätimet päivitetäisiin, niin niiden käyttäminen ja säätäminen muuttuisi helpommaksi jonka lisäksi saataisiin käyttöön monia uusia ominaisuuksia.

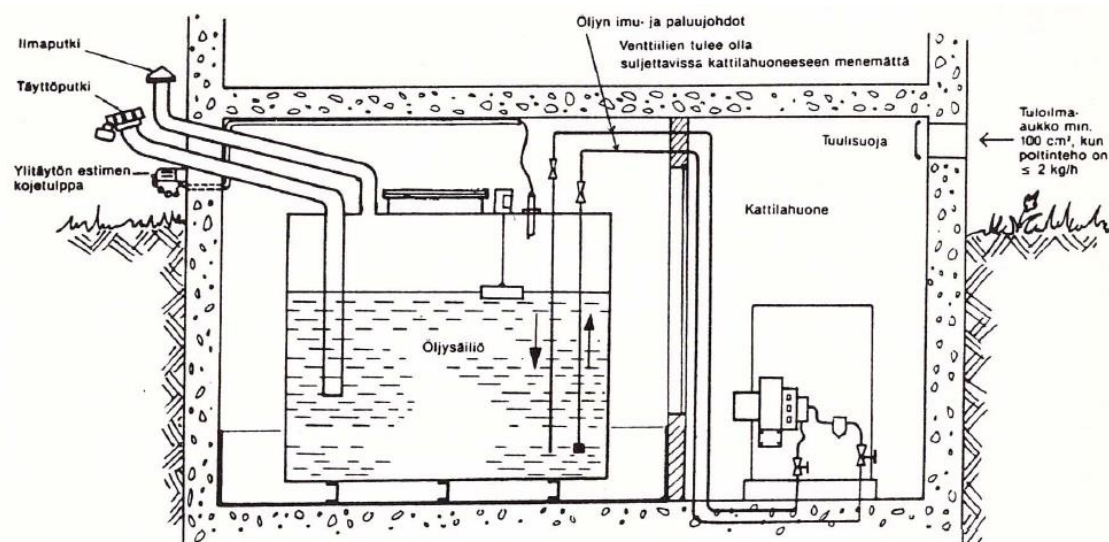
Kohteessa olevista ilmanvaihto- ja ilmastointilaitteista vain osa on käytössä. Yhdestä purkukuntoisesta talosta siellä ollut ilmanvaihtojärjestelmä on purettu pois. Toisessa purkukuntoisessa talossa oleva ilmanvaihtojärjestelmä ei ole käytössä, koska se vain lisää turhaa energiankulutusta. Päärakennuksessa on monta ilmanvaihtokonetta ja yksi ilmanvaihtokonehuone, jossa on juhlasalisiiven ilmanvaihto- ja ilmastointikoneet. Yhdessä asuntolassa, jossa ei ole mitään toimintaa on melko hyvä ilmanvaihtokone, joka on asennettu erilliseen ilmanvaihdon konehuoneeseen mutta tämä kone ei ole juuri nyt käytössä. Yhden asuntolan ilmanvaihto perustuu koneelliseen huippuimuriin. Yhdessä asuntolassa on ilmanvaihto- sekä ilmastointikoneet. Sekä ilmanvaihto että ilmastointi ovat tässä asuntolassa käytössä asuntolassa asuvien vuokralaisten tarpeen mukaisesti.

Kohteessa oleva sähköinen talotekniikka on myös melko iäkstä. Ilmanvaihtokoneissa on käytössä kaksinopeuksiset oikosulkumoottorit, joilla käytetään puhaltimia. Kaikki kohteessa olevat lämpöjohtopumput ovat tällä hetkellä kolmekspumppuja, joissa on kolmivaiheiset oikosulkumoottorit. Lämpöjohtopumppuja on aluelämmitys- ja ilmastointijärjestelmissä.

Lähes kaikki alueella lämmitykseen käytettävä energia tuotetaan kattilahuoneessa keskuslämmityskattiloilla. Kohteessa on kaksi öljypoltinta. Öljypolttimen periaatekuvasta selviää öljypolttimen rakenne sekä komponentit (KUVA 1). Kattilahuoneen rakennekuvasta selviää kattila- ja säiliöhuoneen rakenne komponentteineen (KUVA 2). Kohteessa olevat kattila- ja säiliöhuoneet ovat rakenteeltaan saman tyyppisiä.



Kuva 1. Öljypoltin komponentteineen. (Kuva Virsunen, Huhtinen, Jalonen, Rauhalala & Virta, 1999, 307.)



Kuva 2. Öljysäiliöhuoneen ja kattilahuoneen rakennepiirros. (Kuva Virsunen, Huhtinen, Jalonen, Rauhalala & Virta, 1999, 313.)

”Poltin toimii ohjelmareleistön ohjaamana käynnistyen, kun kattilaveden lämpötila on laskenut alle asetusarvonsa. Öljypumppu imee öljyä säiliöstä suodattimen läpi ja painaa sen 7...15 baarin paineella esilämmittimen ja suuttimen läpi sumuna tulipesään. Tarvittava palamisilma puhalletaan puhaltimella palopäähän, jossa ilma ja öljysumu sekoittuvat. Puhallinta ja öljypumppua käyttää sama sähkömoottori. Käynnistysvaiheessa korkeajännitteinen valokaari sytytyskärkien välillä sytyttää öljysumun palamaan. Käynnissä ollessaan polttimessa palava liekki lämmittää sumutettavan öljyn ja palamisilman sytytyslämpötilaan eikä jatkuvaa sähkösytytystä tarvita”. (Huhtinen, Jalonen, Rauhalala & Virta 1999, 46-47.)

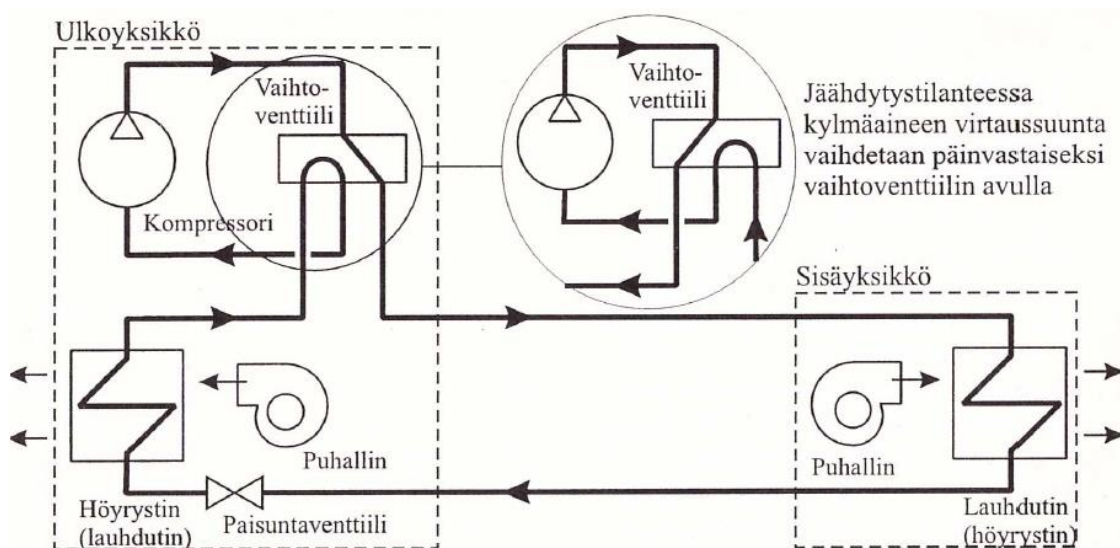
## 4 VAIHTOEHTOISET JÄRJESTELMÄT

Uusissa lämmönsäätimissä olevia ominaisuuksia hyödyntämällä saataisiin energiaa säästettyä helpommin koska esimerkiksi lämmönvaihtimien lämpötilojen säätö olisi helppoa. Uuden lämmönsäätimen avulla lämmönvaraajan lämpötilaa saisi säädettyä tarkasti. Lisäksi lämmönsäätimessä olevaa lämpötilan pudotustoimintoa voisi hyödyntää silloin kun tiloissa ei ole käyttöä.

Nykypäivänä on olemassa monia erilaisia lämpöpumpputyyppejä. Lämpöpumppuja ovat muun muassa vesi-ilmalämpöpumput, ilmalämpöpumput, poistoilmalämpöpumput ja maalämpöpumput. Lämpöpumppujen avulla lämpö siirretään väliaineesta toiseen. Esimerkiksi maalämpöpumpulla siirretään energiaa lämmönkeräyspiiristä lämmityspiiriin, lämmityspiiri koostuu joko lattialämmityspotki-  
piiristä, lämmityspatteripiiristä tai näiden yhdistelmästä.

Nimensä mukaisesti ilmalämpöpumput tuottavat lämpönsä ympäröivästä ilmasta, maalämpöpumppu tuottaa lämpönsä maasta. Lämpöpumpuissa käytetään kylmäainetta. Lämmitysprosessien eri vaiheissa kylmäaine muuttuu kaasusta nestemäiseksi ja nestemäisestä kaasumaiseksi. Kylmäaineen faasimuutos eli olotilamuutos joko sitoo tai vapauttaa energiaa. Kun höyry tiivistyy nesteeksi, se vapauttaa lämpöenergiaa. Kun höyry muuttuu nesteeksi, se sitoo lämpöenergiaa.

Lämmityskäytössä ilmalämpöpumpun kylmäaine menee ulkoyksiköltä sisäyksikölle höyrymäisenä, jolloin sisäyksikön avulla kylmäaine muutetaan nestemäiseksi. Sisäyksiköltä kylmäaine menee ulkoyksikölle nestemäisenä, ulkoyksikön avulla kylmäaine muutetaan jälleen höyrymäiseksi. Kylmäaine kiertää koko ajan suljetussa piirissä yksiköiden välillä. Kuvassa kolme on esitetty ilmalämpöpumpun periaatepiirros, jossa näkyvät pumpun eri komponentit sekä kylmäaineen virtaus ilmalämpöpumpussa.

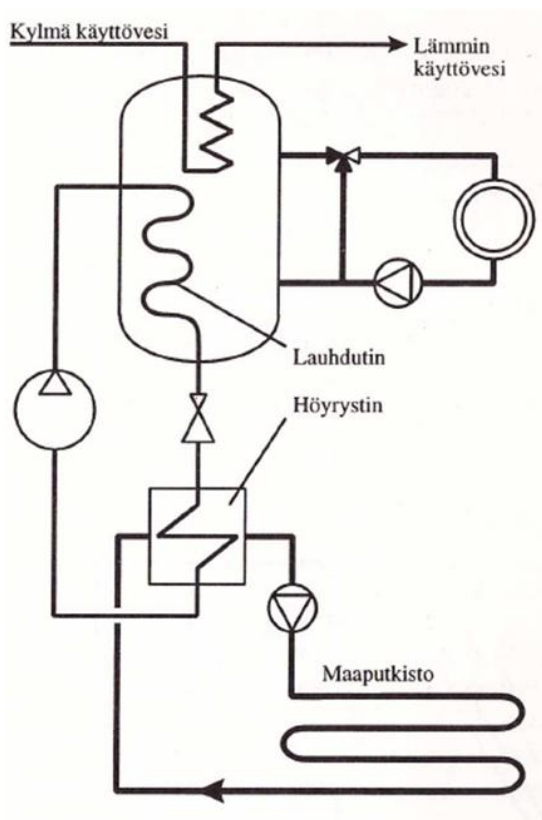


Kuva 3. Ilmalämpöpumpun periaatepiirros. (Kuva Virsunen, Huhtinen, Jalonen, Rauhala & Virta, 1999, 389.)

Joissain ilmalämpöpumpuissa on myös jäähdytystoiminto, jäähdytyskäytössä toimintaperiaate on päinvastainen kuin lämmityskäytössä koska energiaa siirretään sisätilasta ulkoilmaan. Ilmalämpöpumpussa olevan vaihtoventtiilin avulla muutetaan kylmäaineen virtaussuunta tarvittaessa (KUVA 3). Myös maalämpöjärjestelmään on mahdollista liittää jäähdytys. Maalämpöjärjestelmään liitetty jäähdytys ottaa lämpöenergiansa lämmönkeräyspiirissä kiertävästä nesteestä.

Maalämpöpumpu tuottaa lämpöenergiaa maaperässä olevasta lämmöstä. Maalämpöpumpun yhteydessä on joko maahan kaivettu lämmönkeräysputkistopiiri tai porakaivo, johon on asennettu lämmönkeräysputkistopiiri. Porakaivo on yleensä helpompi toteuttaa. Porakaivo on jonkin verran kalliimpi mutta ainoa vaihtoehto, jos tontin pinta-ala ei riitä maahan kaivettavalle lämmönkeräysputkistopiirille.

Maalämpöjärjestelmää varten tehtävälle porakaivolle tarvitsee yleensä hakea rakennuslupa. Maahan kaivettava lämmönkeräysputkistopiiri toteutetaan kaivamalla tontille riittävän pitkä ja syvä oja johon lämmönkeräysputkistopiirin putki asennetaan. Maahan kaivettavan lämmönkeräysputkistopiirin pituus riippuu halutusta tehosta sekä maalajista.



Kuva 4. Maalämpöpumpun periaatepiirros. (Kuva Virsunen, Huhtinen, Jalonen, Rauhala & Virta, 1999, 385.)

Maalämpöpumpun periaatepiirroksista selviää sen toimintaperiaate (KUVA 4). Lämmönkeräysputkistopiirissä, joka on periaatekuvassa nimetty maaputkistoksi kiertää kylmäaine. Lämmönkeräysputkistopiirissä kylmäaineena käytetään yleensä liuosta, jossa on etanolia suojaamassa järjestelmää jäätymiseltä sekä ruosteenestoaineita suojaamassa järjestelmää korroosiota vastaan. Liuoksen väkevyys riippuu sen halutusta pakkasenkestosta. Yleisesti käytetty liuoksen väkevyys on noin 28 painoprosenttia, jolloin se kestää pakkasta  $-17^{\circ}\text{C}$  jääty-mättä.

”Naturet-maalämpönesteet ovat turvallisia etanolipitoisia lämmönsiirtoliuoksia - myös ympäristön kannalta. Etanolia ei ole luokiteltu haitalliseksi tai myrkylliseksi eikä myöskään ympäristölle vaaralliseksi. Sama pätee myös Naturet-maalämpönesteiden denaturointiaineiden ja korroosioinhibiitin suhteen – se on puhdasta kotimaista osaamista, jota kehitämme jatkuvasti eteenpäin! Naturet-tuotteet on valmistettu denaturoidusta etanolista viranomais määräysten mukaisilla aineilla ja ainepitoisuuksilla.” (Altia Industrial, 2019)

## 5 JÄRJESTELMIEN SANEERAUSEHDOTUKSET

Vanhat lämpöjohtopumput kannattaisi päivittää pumppuihin, joissa on sisäänrakennettu tehonsäätöyksikkö. Lämmönsäätimet kannattaisi asentaa tilojen lämmitykseen liittyviin järjestelmiin. Lämmönsäätimillä asuntoloiden sisälämpötilat pysyisivät aina halutussa lämpötilassa eivätkä vaihtelisi enää ulkolämpötilan vaihtelun mukaan. Sisätilojen lämmitykseen pystyttäisiin säätämään juuri kyseiseen tilaan optimoitu lämpökäyrä, jolloin sisälämpötila pysyisi vakaana ulkolämpötilasta tai kelistä riippumatta. Järjestelmään pystyy liittämään myös lämpötilaantureita, joiden avulla lämmönsäädin saa säädettyä sisälämpötilan tarkasti.

Tällä hetkellä käytössä olevia järjestelmiä kannattaisi päivittää. Mikäli käytössä oleva talotekniikka päivitetäisiin tällä hetkellä saatavissa olevilla komponenteilla, niin voitaisiin saavuttaa suuria säästöjä. Aluelämmitysjärjestelmän yhteydessä olevat pumput ja lämmönsäätimet kannattaisi päivittää samoin kuin aluevalaistusjärjestelmässä olevat valaisimet.

Kiinteistöautomaation optimoinnin avulla kohteessa voitaisiin saada suuria säästöjä energiakuluihin. Ensimmäinen askel taloautomaation optimoinnissa olisi päivittää lämmitysjärjestelmän säätölaitteet nykyaikaisiin. Hyvä vaihtoehto olisi esimerkiksi Ouman:in valmistama EH800-tyyppinen säätölaite. Edellä mainittuun säätölaiteeseen löytyy lisävarusteita, joita hyödyntämällä järjestelmää saataisiin säädettyä helposti ja tarkasti.

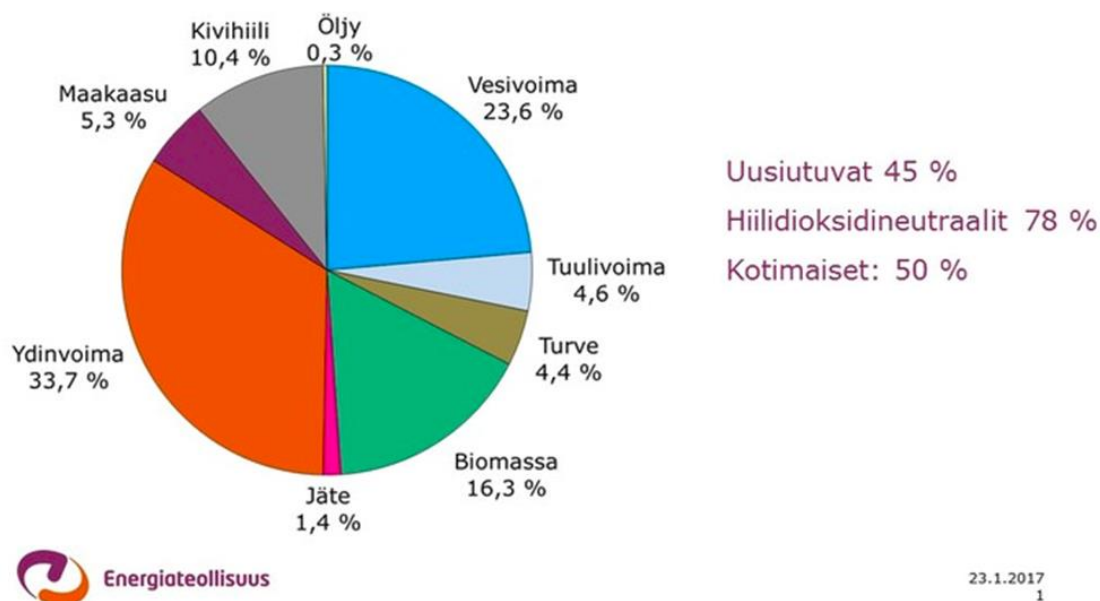
Aluelämmitysjärjestelmällä tuotettua lämmitysvettä ei tarvittaisi kesällä välttämättä ollenkaan, mikäli kahdessa uudemmassa asuntolassa oleviin lämmönvaihtimiin asennettaisiin termostaattiohjatut sähkövastukset. Lämmönvaihtimien sähkövastuksen ohjauksen voisi tehdä lämmitysjärjestelmän säätölaitteella. Tähän mennessä aluelämmitysjärjestelmällä tuotettua energiaa on tarvittu asuntoiloissa kesällä vain kuumen käyttöveden tuottamiseen.

Kohteessa olevissa rakennuksissa lämmitys on toteutettu vesikiertoisilla pattereilla. Osa pattereiden termostaateista ei toimi, koska niiden yhteydessä olevat säätöventtiilit ovat jumissa. Toimimattomien pattereiden termostaattien säätöventtiilit kannattaisi vaihtaa toimiviin, jolloin lämpö jakautuisi tiloihin tasaisesti. Lämmitysjärjestelmiä voitaisiin saneerata kesäkaudella. Mikäli järjestelmiä saneerattaisiin kesäkaudella, niin seisokit eivät haittaisi asuntoloiden lämmitystä toisin kuin talvella. Talvella jo melko lyhyt katkos aluelämmitysjärjestelmän lämmönjakelussa aiheuttaa lämmitettävien tilojen sisälämpötilojen huomattavaa laskua lyhyessä ajassa. Myös lämpimän käyttöveden jakelu keskeytyy asuntoissa, mikäli aluelämmitysjärjestelmän lämmönjakelu keskeytyy.

Aluevalaistuksen piirissä olevat valaisimet tulisi huoltaa. Pääkulkuväylillä olevat pylväsvalaisimet kannattaisi päivittää led-valaisimiksi. Pääkulkuväylillä oleva aluevalaistus voisi olla käytössä koko pimeän vuodenajan. Käyttämättömillä piha-alueilla olevien pylväsvalaisimien ohjaus kannattaisi toteuttaa siten, että ne olisi helppo kytkeä päälle vain tarvittaessa. Aluevalaistusjärjestelmän ohjaus kannattaisi keskittää yhteen paikkaan.

Lämmitysenergian ja lämpimän veden tuotanto olisi kokonaisuus huomioiden järkevää tuottaa sähköenergialla. Kuvaajasta kaksi käy ilmi, että sähköenergian tuotannosta 45% on toteutettu uusiutuvalla energialla ja hiilidioksidineutraalin tuotannon osuus koko tuotannosta on 78%. Koko sähköenergian tuotannosta vain 0.3% tuotetaan nykypäivänä fossiilisella öljyllä. Tämä selviää kuvaajasta (KU-VAAJA 2) jossa sähköntuotannon osuudet energialähteittäin näkyvät selvästi. Mikäli huomioidaan lämmitysenergian hinta, niin varaajien suora sähkölämmitys tulisi edullisemmaksi koska osa nykyistä aluelämmitysjärjestelmää käytettäessä osa energiasta kuluu putkikanaaleiden lämmitykseen asuntoloiden teknisten tilojen ja kattilahuoneen välillä. Sähköenergiaan siirryttäessä laitteistoinvestoinnit pysyisivät pieninä.

## Sähköntuotanto energialähteittäin 2016 (66,1 TWh)



KUVAAJA 2. Sähköntuotanto energialähteittäin. (Kuva energiateollisuus ry.)

Hyvä vaihtoehto voisi olla myös vesi-ilmalämpöpumppu, mikäli sisäyksikkö mahdusi asuntoloissa olemassa oleviin teknisiin tiloihin. Vesi-ilmalämpöpumppu olisi energiatehokkaampi suoraan sähkölämmitykseen verrattuna. Alkuinvestointiaan lämpöpumppu on kalliimpi mutta paremman hyötysuhteensa avulla se tulee ajan saatossa halvemmaksi kuin suora sähkölämmitys energiansäästön vuoksi.

Hyvä vaihtoehto olisi myös maalämpöpumppujärjestelmä. Kattilahuoneessa tapahtuvaa lämmitysveden tuotantoa voisi tehdä myös maalämpöpumpulla. Talvikaikana öljykattilalla voisi tuottaa osan lämmitysenergiasta. Kesäaikaan öljykattilalla ei tarvitsisi välttämättä tuottaa ollenkaan lämmitysvettä, mikäli lämpöpumppujen avulla saataisiin tuotettua tarpeeksi energiaa aluelämmitysjärjestelmään.



Lämminvesivaraajissa oleva vesi pitää lämmittää korkeaan lämpötilaan tietyin väliajoin, jotta kuumaan käyttöveteen ei tule haitallisia bakteereja. Lämminvesivaraajien lämmityksen korkeaan lämpötilaan voisi hoitaa sähköenergialla toimivalla vastuksella. Kesäaikana lämmitysvedellä lämmitetään vain asuntoloissa asukkaiden tarvitsema lämmin käyttövesi. Ainakin kesäaikana asuntoloissa olevat lämminvesivaraajat ja lämmönvaihtimet kannattaisi lämmittää vain sähköenergialla. Käytännössä tämä onnistuisi, kun kesän ajaksi lämmitysveden toimittaminen asuntoloihin keskeytettäisiin ja lämmönvaihtimiin asennettaisiin sähkövastukset lämpöä tuottamaan.

Lämpöpumppujärjestelmään voisi liittää aurinkolämpökerääjät, jolloin tarvittava energia saataisiin kesän aikana ainakin osittain auringon tuottamaa uusiutuvaa energiaa hyödyntämällä. Aurinkolämpökerääjiä voitaisiin asentaa joko kattilahuoneen lämmöntuotannon tai asuntoloiden lämmönvaihtimien rinnalle. Aurinkolämpökerääjillä kerätty energia on uusiutuvaa ja täysin hiilidioksidipäästövapaata.

## **6 LAITTEISTOJEN PÄIVITYSTEN KUSTANNUSTARKASTELU**

Monia eri laitteistoja kannattaisi päivittää, koska uudemmat laitteet ovat energia-  
tehokkaampia. Energiatehokkuuden avulla saataisiin säästöjä säästyneen ener-  
gian ansiosta. Todennäköisesti kaksi nopeimmin hintansa energiansäästön  
kautta tienaavaa järjestelmäsaneerausta olisivat asuntoloiden lämmitysjärjestel-  
mien saneeraukset sekä aluevalaistusjärjestelmän saneeraus.

Aluelämmitysjärjestelmän avulla kattilahuoneesta asuntoloihin toimitettavaa läm-  
pöenergiaa katoaa putkikanaaleihin noin 30-40%. Aluevalaistusjärjestelmä valai-  
see tällä hetkellä myös käyttämättömiä piha-alueita. Aluevalaistusjärjestelmässä  
valaisimina on tällä hetkellä elohopeahöyrylamput, ne kannattaisi päivittää led-  
valaisimiksi.

Tällä hetkellä käytössä olevissa asuntoloissa olevat ilmanvaihtokoneet toimivat  
hyvin eikä niissä olevaa tekniikkaa kannata vielä tässä vaiheessa saneerata. Il-  
manvaihtokoneiden yhteydessä olevia automaatiolaitteistoja on saneerattu muu-  
tama vuosi sitten. Ilmanvaihtokoneiden säätöautomaatioissa olevat ohjainlaitteet  
ovat melko uusia ja toimivat hyvin. Jatkuvasti käytössä olevien ilmanvaihto- ja  
ilmastointikoneiden moottorit todennäköisesti kannattaisi päivittää nykyaikaisiksi  
EC-moottoreiksi aluelämmitys ja -valaistusjärjestelmien saneerauksen jälkeen.

### **6.1 Valaistusjärjestelmien päivitysehdotukset ja kustannuslaskelmat**

Alueella olevissa pylväsvalaisimissa on käytössä elohopeahöyrylamput, jotka  
ovat teholtaan 125 tai 250 wattia valaisimesta riippuen. Valaisimet kannattaisi  
päivittää led-valaisimiksi, joissa olisi liiketunnistimen avulla toimiva tehon säätö.  
Tällaisessa valaisimessa on normaalisti käytössä 20 watin teho, ja kun liiketun-  
nistin huomaa valaisimen alueella liikettä niin teho nousee 50 watin tasolle noin  
puoleksi tunniksi.

Aluevalaistusjärjestelmään kannattaisi yhdistää astronominen kello, jolloin valaistus kytkeytyisi pois päältä aamulla auringon noustessa ja kytkeytyisi päälle illalla auringon laskiessa. Lisäksi aluevalaistusjärjestelmän ohjauskellokytkin kannattaisi ohjelmoida siten, että aluevalaistusjärjestelmä olisi pois toiminnasta yöllä kello 23-05 välisen ajan kun alueella ei ole kulkijoita. Nykyinen aluevalaistusjärjestelmä on päällä ympäri vuorokauden käsikäytöllä rikkinäisten kellokytkimien takia.

Valaisimien käyttöaika tällä hetkellä noin 6kk ympäri vuorokauden, eli noin 4300 tuntia. Aluevalaistusjärjestelmässä on tällä hetkellä käytössä elohopeahöyryvalaisimet, jotka kuluttavat energiaa melko paljon. Valaisimien energiankulutus selviää vuosikustannuslaskelmasta (TAULUKKO 1). Mikäli käytössä olisi led-valaisin varustettuna astronomisella monitoimikellokytkimellä, niin energiaa olisi helppo säästää. Kellokytkimen avulla voitaisiin sammuttaa aluevalaistusjärjestelmä yöajaksi, jolloin sille ei ole tarvetta. Tarpeellinen valaistusaika vuorokaudessa olisi keskimäärin noin 10 tuntia, ajoittuen aamulla klo 5-8:30 välille ja illalla klo 16:30-23 välille. Keskitalvella tarvittava valaistuksen päällä oloaika on pidempi kuin keväällä, edellä mainitut arvot ovat laskennallisia keskimääräisiä arvoja.

Laskennallinen valaistuksen päällä oloaika vuodessa olisi noin 1800 tuntia mikäli se olisi toiminnassa kellokytkimellä ohjattuna. Tällä hetkellä valaistus on käytössä vuoden aikana noin 4300 tuntia, tämä selviää taulukosta (TAULUKKO 1). Alueella tarvittaisiin korkeampaa valaistustehoa noin 2 tuntia vuorokaudessa silloin, kun alueella on kulkijoita. Näin ollen led-valaisimen käyttökustannuksiksi vuodessa tulisi noin seitsemän euroa, tämä selviää taulukosta (TAULUKKO 2).

$$[P] = W = \frac{J}{s} = \frac{Nm}{s} = VA \quad (2)$$

$$P = \frac{W}{t} \quad (3)$$

TAULUKKO 1.

Elohopeahöyryvalaisimen vuosikustannukset				
Vuorokausikulutus				
	Teho 125W		24h x 0.125kW	3.0kWh
	Teho 250W		24h x 0.25kW	6.0kWh
Valaistuksen käyttötunnit vuodessa				
			6kk x 30d x 24h	4320h
Kokonaisvuosikulutus				
	Teho 125W		4320h x 0.125kW	540.0kWh
			540.0kWh x 0.15€/kWh	81.0€
	Teho 250W		4320h x 6.0kW	1080.0kWh
			1080.0kWh x 0.15€/kWh	162.0€

TAULUKKO 2.

Led-valaisimen vuosikustannukset				
Vuorokausikulutus				
	Korkeampi teho	8h x 0.02kW		0.160kWh
	Alempi teho	2h x 0.05kW		0.100kWh
	Kokonaisteho			0.260kWh
Vuodessa tarvetta valaistukselle noin 6kk				
		6kk x 30d		180d
Kokonaisvuosikulutus				
		180d x 0.260kWh/d		46.8kW
		46.8kWh x 0.15€/kWh		7.02€

Led-valaisimen hyötynä on myös sen huoltovapaus. Led-valaisimen laskennallinen käyttöikä on noin 25 tuhatta tuntia. Edellä olevan laskennan avulla on todettu, että vuosittainen käyttöikä on 1800 tuntia. Valaisimien laskennallinen käyttöikä olisi näin ollen yli 13 vuotta. Elohopeahöyrylampun käyttöikä on noin 10 tuhatta tuntia. Elohopeahöyrylamppu on vaihdettava nykyisessä käytössä noin kahden vuoden välein, josta aiheutuu huoltokustannuksia. Energiakuluissa säästöä tulisi led-valaisimen hyödyksi siis 87€ vuodessa. Led-valaisin tienaisi hankintahintansa takaisin noin kahdessa vuodessa, jonka jälkeen sen käytöstä tulisi vuosittaista säästöä tuo sama 87 euroa per valaisin.

## 6.2 Lämmitysjärjestelmien kehitysehdotukset ja kustannuslaskelmat

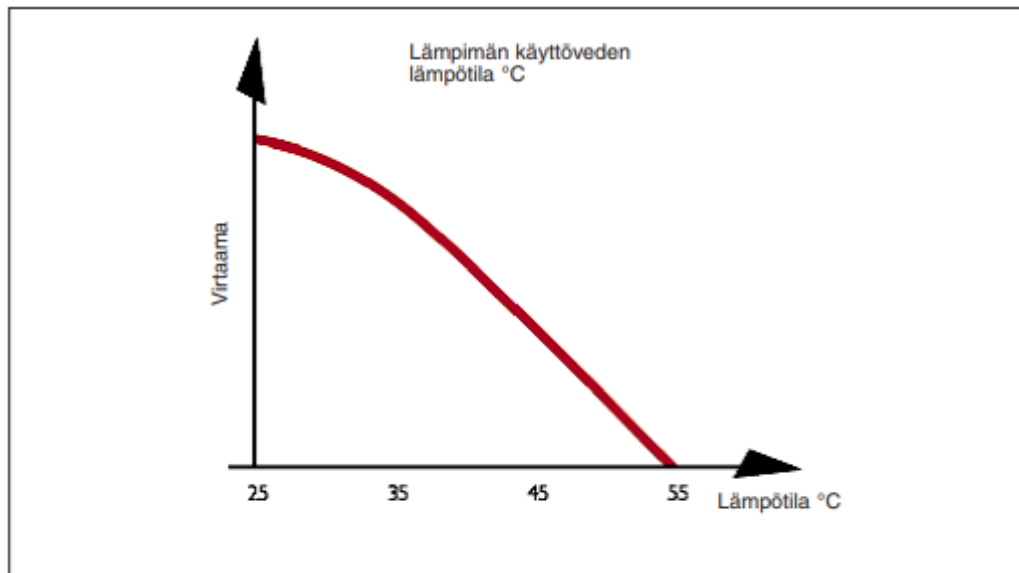
Lämmitysjärjestelmässä olevat lämmönvaraajat ja vaihtimet ovat melko hyvin eristettyjä, eikä niitä kannata lisäeristää. Sen sijaan aluelämmitysjärjestelmässä olevien putkikanaalien lämmöneristeet ovat melko huonossa kunnossa, josta aiheutuu ylimääräistä energiankulutusta. Aluelämmitysjärjestelmässä olevia pumppuja on vaihdettu uusiin sitä mukaa, kun vanhat ovat rikkuneet.

Kahdessa käytössä olevassa asuntolassa on lämpimän käyttöveden kiertojärjestelmä. Näitä lämpimän käyttöveden kiertojärjestelmiä kannattaisi saneerata. Pumput ovat melko iäkkäitä, joten ne kannattaisi vaihtaa pumppuihin joissa on sisäänrakennetut tehonsäätimet. Lisäksi nykyisten pumppujen yhteydessä olevat linjasäätöventtiilit kannattaisi päivittää kiertotermostaatteihin, joiden säätöominaisuus riippuu kiertävän veden lämpötilasta. Tällainen venttiili voisi olla Danfoss'in MTCV-venttiili. Erään valmistajan kiertotermostaatin säätökäyrä ja toimintaselostus löytyvät kuvasta (KUVA 5).

”MTCV on lämpimän käyttöveden kiertotermostaatti. MTCV huolehtii lämpimän käyttövesiverkoston lämpötasapainosta. Venttiili asennetaan kiertojohdossa, jossa se mittaa kiertoveden lämpötilaa ja pitää sen termostaatista valitussa arvossa. MTCV pienentää lävitseen virtaavan kiertoveden virtaamaa sen lämpötilan kohotessa ja lisää kiertoveden virtaamaa sen lämpötilan laskiessa. MTCV tasapainottaa lämminkäyttövesiverkoston kiertoveden lämpötilaan eikä virtaamaan perustaen kuten käsikäyttöiset kiertojohdon venttiilit. Jos halutaan säätää lämpötilaa, on sitä myös mitattava.” (Danfoss 2019)

Tällä hetkellä kummassakin asuntolassa lämpimän käyttöveden kiertojärjestelmässä pumppuna on teholtaan 50 wattinen pumppu, joka kierrättää lämmintä käyttövettä. Pumput kannattaisi vaihtaa nykyaikaisiin pumppuihin, joissa on sisäänrakennetut tehon säätimet. Muun muassa Grundfoss valmistaa tällaisia pumppuja. Sopiva pumpputyyppe Grundfoss'in oman laskurin mukaan olisi alpha1 25-40 180. Grundfoss:ilta löytyy myös laskuri, jonka avulla voi laskea tässä tapauksessa pumpun vuosittaisen energiankulutuksen ja suuntaa antavan pumpun elinkaarikustannuksen. Laskurin avulla lasketut pumpun kustannukset näkyvät kuvasta (KUVA 6).

Tällä hetkellä kohteessa on Kolmeks Oy:n valmistamat pumput tyypiltään AE-26/4. Kyseisen pumpun hankintahinta tällä hetkellä on 586€ alv 0%, kun taas puolestaan Grundfoss:in 25-40 180 hankintahinta on noin 145€ alv 0%. Energiankulutuksessakin pumpuilla on melko paljon eroa. Grundfos:in pumppu kuluttaa tarvittavalla pumppausteholla energiaa noin yhdeksän wattia tunnissa (KUVA 6).



Kaaviossa on esitetty MTCV-venttiilin ominaiskäyrä, kun asetusarvoksi on valittu 50 °C. Venttiili pienentää virtaamaa, kun lämpötila kohoaa. Kaavion mukaisesti venttiili sulkeutuu kokonaan, kun venttiilin läpi virtaavan veden lämpötila on yli 5 °C korkeampi kuin asetusarvo.

KUVA 5. Kiertotermostaatin säätökäyrä ja toimintaselostus. (Kuva Oy Danfoss Ab)

KAIKKI SOPIVAT TUOTTEET (1)									
Erätoiminnot:		Taulukon koko:		Lajittelu:					
<input type="checkbox"/>	VIE	<input type="checkbox"/>	Näytä koko leveys	Tuotteen nimi					
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Tuotenumero	Tuotteen nimi	Varastoindikaattori	Järjestelmän hinta [€]	Elinkaarikustannus [€/15 vuodet]	Energia [kWh/vuosi]	Energiakustannukset [€/a]	Pumpun ja moottorin hyötösuhde [%]	Q [m³/h]
<input type="checkbox"/>	99199576	ALPHA1 25-40 180	●	232,00	418	76	12,23	38,8	0,891

KUVA 6. Kiertopumpun kustannuslaskenta. (Kuva Oy Grundfos Pumput Ab)

TAULUKKO 3.

Kuumen käyttöveden kiertovesipumppujen vuosikustannuslaskelma			
Vuodessa tunteja			
	365d x 24h/d		8760h
Grundfoss energiankulutus vuodessa			
	8760h x 0.009kW		78.84kW
	78.84kWh x 0.15€/kWh		11.83€
Kolmeks energiankulutus vuodessa			
	8760h x 0.05kW		438.0kWh
	438kWh x 0.15€/h		65.70€
Vuosisäästö Grundfoss hyödyksi			
	65.70€ - 11.83€		53.87€

Käyttökuluiltaan tällä hetkellä käytössä olevat Kolmeks Oy:n pumpput ovat paljon kalliimpia kuin Grundfoss:in pumpput (TAULUKKO 3). Kummankin valmistajan pumpput ovat lähes tulkoon huoltovapaita. Hintaero muodostuu Kolmeks Oy:n pumppujen melko suuresta energiankulutuksesta kilpailijaansa nähden kuten taulukosta kolme näkyy. Myös hankintahinnaltaan Kolmeks Oy:n pumppu on paljon kalliimpi. Mikäli tällä hetkellä kohteessa olevat lämpimän käyttöveden kiertojärjestelmissä olevat pumpput vaihdettaisiin Grundfoss:in valmistamiin pumppuihin, niin uudet pumpput tienaisivat hintansa takaisin noin kolmen vuoden aikana säästyneen energian kautta.

Kummankin asuntolan järjestelmään kannattaisi asentaa Grundfoss:in 25-40 180 tyyppiset kiertovesipumput, ja niiden yhteyteen Danfoss:in MTCV-venttiilit, joiden avulla järjestelmässä kiertäisi aina vain tarvittava määrä vettä (KUVA 5). Kiertovesipumpun asetukseksi kannattaisi valita vakiopaine, jolloin järjestelmässä olisi aina vakiopaine virtauksesta riippumatta. Kiertovesipumpun asetukseksi kannattaisi valita vakiopaine myös siksi, että MTCV-venttiili säätää järjestelmän virtausta lämpötilan mukaan.



### 6.3 Lämmitysenergiavaihtoehtojen kustannuslaskenta

Tällä hetkellä lähestulkoon kaikki tilat lämmitetään aluelämmitysjärjestelmän avulla. Aluelämmitysjärjestelmän jakelema energia tuotetaan kevyestä polttoöljystä. Tällä hetkellä kohteessa kuluu kevyttä polttoöljyä suuri määrä vuodessa. Polttoöljyn keskimääräinen energiasisältö on noin 10kWh litraa kohden. Tällä hetkellä aluelämmitysjärjestelmässä tapahtuvat energiahäviöt ovat huomattavia.

Ilmalämpöpumppujen COP-kerroin vaihtelee ulkolämpötilan suhteen. Ilmalämpöpumppujen suhteen ei ole tehty kustannuslaskelmia, mutta ne kuluttaisivat vähemmän energiaa kuin suora sähkölämmitys. Lisäksi ilmalämpöpumppujen hyötysuhde heikkenee ulkolämpötilan laskiessa, joten ne vaatisivat rinnalleen sähkölämmityksen. Sähkölämmitystä tarvittaisiin siihen, että lämmön tuotto olisi turvattu myös kovilla pakkaskeleillä.

Maalämpöjärjestelmän suhteen tarkan kustannuslaskelman tekemisen suhteen oli haasteita. Porakaivolle on hieman vaikea määrittää hintaa, koska se riippuu monesta seikasta kuten muun muassa maaperän laadusta. Maalämpöpumpun asennuksen hinta vaihtelee huomattavasti asennusliikkeen ja käytettävien komponenttien suhteen. Maalämpöjärjestelmä kannattaisi mitoittaa riittävän suureksi, jolloin lämpöenergiaa ei tarvitsisi tuottaa maalämpöpumpussa olevilla sähkövasuksilla. Kovalla pakkaskelillä tarvitaan lämmittämiseen eniten energiaa, ja lämmitysteho kannattaisi mitoittaa huipputehon mukaan.

Lämpöpumppujärjestelmillä tapahtuvaan kohteen lämmitykseen kannattaisi tehdä erillinen hankesuunnitelma. Hankesuunnitelmaa tehtäessä pitäisi selvittää, että kuinka paljon lämmitysenergiaa kohteessa kuluu rakennuskohtaisesti. Lämpöpumppujärjestelmää on tällä hetkellä lähes mahdotonta mitoittaa, koska tiedossa ei ole kuinka paljon jokainen yksittäinen rakennus kuluttaa energiaa.

Maalämpöpumpuissa on yleisesti korkea hyötysuhde. Erään valmistajan teknisessä esitteessä maalämpöpumpun COP-kertoimeksi on annettu 4-16kW tehoisille maalämpöpumpuille 4.85 (KUVA 7). COP-kertoimella kuvataan sitä, että kuinka paljon energiaa saadaan tuotettua kulutettuun energiaan verrattuna. Tässä tapauksessa maalämpöpumpulla saadaan tuotettua lämpöenergiaa 3.85kWh yhdestä kilowatista sähköenergiaa koska maalämpöpumppu kuluttaa yhden kilowattitunnin. Sähköenergian laskennallinen hinta on 15snt/kWh. Mikäli lämpö tuotettaisiin NIBE F1255 maalämpöpumpulla, niin lämmityskilowattitunnille tulisi hintaa 3.1snt.

$$\frac{0.15\text{€}}{4.85\text{kWh}} = 0.031 \frac{\text{€}}{\text{kWh}}$$

## Tekniset tiedot NIBE™ F1255

Type	1,5-6 kW	3 - 12 kW	4-16 kW
EN 14511			
Ottoteho Q/35 °C <sup>1)</sup> 50 Hz (kW)	0.67	1.04	1.83
Antoteho Q/35 °C <sup>1)</sup> 50 Hz (kW)	3.15	5.06	8.89
COP Q/35°C <sup>1)</sup>	4.72	4.87	4.85
EN 14825			
P <sub>design</sub> 35°C/55°C (kW)	6/6	12/12	16/16
SCOP Energiamerkintä tuotemerkki, 35 °C	5.5/5.2	5.4/5.2	5.5/5.2
Energiamerkintä tuotemerkki 35 °C/55 °C	A++/A++	A++/A++	A++/A++
Energiamerkintä järjestelmämerkki 35°C/55°C*	A+++/A+++	A+++/A+++	A+++/A+++
Energiamerkintä käyttövesi / Kuormitusprofiili	A/XL	A/XL	A/XL
Jännite	400V 3N-50Hz		
Varoke (tyyppi C) ilman sähkövastusta (A)	16	10	10
Lämminvivaraajan tilavuus (litraa)	noin 180		
Sähkövastus, maks (kW)	6.5	9	9
Varaajan maksimipaine (MPa)	1.0 (10 bar)		
Kylmäaine R407C (kg)	1.2	2.0	2.2
Lämmitysveden maks.lämpötila (meno/paluu) (°C)	70/58		
Äänitehotaso (LwA)** (dBA)	36-43	36-47	36-47
Äänenpainetaso (LpA)*** (dBA)	21-28	21-32	21-32
Nettopaino (kg)	220	245	245
Korkeus (mm)	1800		
Leveys (mm)	600		
Syvyys (mm)	620		

<sup>1)</sup> Nimellisteholla

<sup>2)</sup> Kylmä ilmasto, alhainen lämpötila

\*EN 12102 mukaan lämpötiloissa Q/35°C

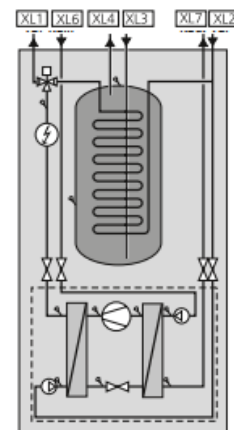
\*\*EN 11203 mukaan lämpötiloissa Q/35°C ja 1 m etäisyydellä

### Järjestelmän kuvaus

NIBE F1255 koostuu lämpöpumpusta, lämminvivarajaasta, lämmitysvastuksesta, kiertovesipumpuista ja näytöllä varustetusta ohjauksyksiköstä. NIBE F1255 liitetään lämmönkeruupiiriin ja lämmityspiiriin.

Lämmönlähteessä (maaperä, kallio, järvi) oleva lämpöenergia kerätään talteen suljetulla keruuputkella, jossa kiertää veden ja jäätymisen estävän etanolin seos.

Lämpöpumpun höyrystimessä lämpöenergia siirtyy kylmäaineeseen. Höyrystynyt kylmäaine puristetaan kokoon kompressorissa, jolloin se samalla kuumenee. Kuuma kylmäaine virtaa lauhduttimeen, jossa se luovuttaa lämpöenergiansa lämmitysveden ja sitä kautta lämmitykseen tai lämpimään käyttöveteen.



- XL 1 menoliftäntä, lämmitysvesi
- XL 2 paluuliftäntä, lämmitysvesi
- XL 3 liftäntä, kylmävesi
- XL 4 liftäntä, käyttövesi
- XL 6 paluuliftäntä, keruuliuos
- XL 7 menoliftäntä, keruuliuos

KUVA 7. Teknisiä tietoja maalämpöpumpusta NIBE F1255. (Kuva NIBE Energy Systems Oy)

Edellä esitettyjen kustannuslaskelmien pohjalta on laadittu hinta-erovertailut kolmelle eri lämmitysenergiamuodolle. Nämä lämmitysenergiamuodot ovat polttoöljylämmitys, sähkölämmitys ja maalämpöpumppulämmitys. Käyttönsä suhteen edullisimmaksi tulisi maalämpöpumppulämmitys, tosin se on kaikista kallein hankintainvestointiensä suhteen. Mikäli asuntoloissa oleviin lämminvesivaraajiin asennettaisiin sähkövastukset ja lämmitys hoidettaisiin sähköenergialla, niin saataisiin hieman kustannussäästöjä. Lämmitysmuodon päivittäminen sähköenergiin olisi helppo ja melko edullinen vaihtoehto. Mikäli lämmitysenergiaksi muutettaisiin sähkö, niin keskuslämmityskattilan tuottamaa lämpöä ei tarvittaisi kesällä. Keskuslämmityskattilan öljypolttimen voisi siten kesäajaksi sammuttaa, jolloin saataisiin säästettyä lämmityspolttoöljyä ja minimoitua energiahäviöt. Lämmitysenergian vuosikustannuserolaskelmat löytyvät taulukosta (TAULUKKO 4). Laitteistojen saneerausinvestointien takaisinmaksuajan laskeminen on mahdotonta, koska tällä hetkellä ei tiedetä asuntoloiden lämmitysenergian vuosikulutusta.

TAULUKKO 4. Lämmitysenergian vuosikustannuserolaskelmat.

Lämmitysenergian vuosikustannuserolaskelmat					
Polttoöljy		19.6snt/kWh			
Sähkö		15.0snt/kWh			
Maalämpöpumppu		3.9snt/kWh			
Energiakustannus vuodessa, euroa				Kustannussäästö €	
PÖ	Sähkö	MLP	Kulutus 10 <sup>3</sup> kWh	Sähkö	MLP
1960	1500	390	10	460	1570
3920	3000	780	20	920	3140
5880	4500	1170	30	1380	4710
7840	6000	1560	40	1840	6280
9800	7500	1950	50	2300	7850
11760	9000	2340	60	2760	9420
13720	10500	2730	70	3220	10990
15680	12000	3120	80	3680	12560
17640	13500	3510	90	4140	14130
19600	15000	3900	100	4600	15700

## 7 POHDINTA

Kohteen energiankulutusta on saatu jo hieman pienennettyä olemassa olevan talotekniikan säätötoimenpiteillä. Päärakennuksen käyttämättömissä tiloissa lämpötiloja on laskettu jonkin verran energian säästämiseksi. Erään tällä hetkellä vailla käyttöä olevan asuntolan lämpötila on laskettu niin sanottuun säilytyslämpötilaan. Kyseessä olevassa asuntolassa olevien vesikalusteiden ja vesikiertoisen lämmitysjärjestelmän vuoksi sen lämmitystä ei katkaista kokonaan vesivahinkoriskin vuoksi.

Ilmanvaihtokoneiden säätöautomaatiota on hieman optimoitu, ja sitä kautta on saatu hieman pienennettyä ilmanvaihtojärjestelmien energiankulutusta. Ilmanvaihtokoneiden moottorit kannattaisi päivittää nykyaikaisiin EC-moottoreihin, jotka ovat energiatehokkaampia kuin nyt kohteessa käytössä olevat oikosulkumoottorit. Päärakennuksen ilmanvaihtokoneiden ohjausautomaatioon voisi lisätä hiilidioksidi- ja kosteusanturit, jolloin järjestelmät toimisivat aina tilanteen vaatimalla teholla.

Asuntoloiden lämmitykseen kannattaisi alkaa käyttämään sähköenergiaa aluelämmitysjärjestelmän suurien energiahäviöiden vuoksi. Sähköenergian käytöstä olisi myös se etu, että kesällä keskuslämmitysjärjestelmällä tuotettua lämpöenergiaa ei välttämättä tarvittaisi ollenkaan, mikäli keittiölle asennettaisiin sähköenergialla toimiva lämminvesivaraaja tuottamaan lämmintä käyttövettä. Lämmitysjärjestelmien yhteydessä olevat säätölaitteet ovat melko iäkkäitä ja ne kannattaisi päivittää nykyaikaisiin versioihin.

Aluelämmitysjärjestelmän mahdollisen kesäseisokin aikana tehtäväksi suunniteltuja huolto- ja saneeraustoimenpiteitä on tässä työssä ehdotettu melko paljon. Saneerausehdotusten avulla järjestelmästä saataisiin siis melko pienellä työpanoksella paljon energiatehokkaampi, jolloin energiaa ja sitä kautta rahaa säästyisi tulevaisuudessa. Lämmitysmuodon päivittäminen maalämpöjärjestelmäksi olisi kohteen suuren rakennuspinta-alan ja suuren energiankulutuksen kannalta pitkällä aikavälillä kannattava investointi, koska se maksaisi itsensä takaisin ja vähentäisi kohteen hiilidioksidipäästöjä. Maalämpöjärjestelmän suhteen tarkkaa hinta-arviota järjestelmän rakentamiselle on vaikea antaa.

## LÄHTEET

Altia Industrial. Naturet maalämpöneste. Luettu 2.5.2019

<https://www.altiaindustrial.com/fi/naturet-ymparisto>

Danfoss. Tekninen esite, MTCV lämpimän käyttöveden kiertotermostaatti. Luettu 21.4.2019

[http://heating.danfoss.com/PCMPDF/VDd1s120\\_MTCV-0.pdf](http://heating.danfoss.com/PCMPDF/VDd1s120_MTCV-0.pdf)

Energiateollisuus. Energiavuosi 2018. Luettu 8.2.2019.

[https://energia.fi/perustietoa\\_energia-alasta/energiantuotanto/sahkontuotanto](https://energia.fi/perustietoa_energia-alasta/energiantuotanto/sahkontuotanto)

Grundfos. Product center. Luettu 21.4.2019.

<https://product-selection.grundfos.com/catalogue.product%20families.alpha1.html?custid=GSF&familycode=AL-PHA1&flow=0&head=0&lang=FIN&time=1555852105868&qcid=556952124>

Mäkelä, M. Soininen L. Tuomola, S. Öistämö, J. Tekniikan kaavasto. Tammer-tekniikka.

Nibe. Tekninen esite, F1255 maalämpöpumppu. Luettu 20.4.2019

<https://www.nibe.fi/nibedocuments/17897/M11556-3.pdf>

Olli Seppänen. 2001. Rakennusten lämmitys. Suomen LVI-liitto ry.

Oras. 4100 Linjasäätöventtiilit. Luettu 21.4.2019

<https://www.oras.com/fi/tuotteet/oras/product/4100/>

Virsunen, A. Huhtinen, M. Jalonen, O. Rauhala, H. Virta, K. 1999. Öljylämmitystekniikka. Suomen Lämmitystieto Oy.