

samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

OTTO PYYTÖVAARA

Konepajan energiaselvitys

SÄHKÖ- JA AUTOMAATIOTEKNIIKAN
TUTKINTO-OHJELMA
2025

TIIVISTELMÄ

Pyytövaara, Otto: Konepajan energiaselvitys
Opinnäytetyö, AMK
Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma
Kesäkuu 2025
Sivumäärä: 35

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli suorittaa energiaselvitys Raumalla sijaitsevaan LM TRAC-monitoimikoneita, työlaitteita ja turvaohjaamoja valmistavan Oy Lai-Mu Ab:n tiloihin. Energiaselvityksen tarkoituksena on saada työn tilaajalle selkeä kuva kiinteistön energiankulutuksesta, mahdollisista parannuskohteista ja vaihtoehtoista sekä niiden kustannuksista ja takaisinmaksuajoista.

Heti työn alussa kävin vierailulla yrityksen tiloissa, joissa dokumentoin mahdollisuuksia parantaa energiankulutusta sekä tapasin yrityksen toimitusjohtajan, jonka kanssa sovimme työn rajauksesta ja painopisteistä. Energiaselvitys toteutettiin yrityksen päärakennukseen, joten alueella olevat kaksi muuta rakennusta sekä tuotantolaitteet ovat rajattu työn ulkopuolelle.

Keskeisenä kehityskohteena oli kiinteistön lämmitysjärjestelmän päivittäminen energiatehokkaampaan vaihtoehtoon. Toisena isompana kohteena oli valaistuksen päivitys pois vanhoista loisteputkivalaisimista, joita kiinteistöstä löytyi vielä runsaasti. Myös mahdollisuuksia kiinteistöautomaatiojärjestelmän päivittämiseen tutkittiin.

Avainsanat: Energiatehokkuus, lämmitysjärjestelmä, sisävalaistus

ABSTRACT

Pyytövaara, Otto: Energy analysis of a machine workshop

Bachelor's thesis

Electrical and automation engineering

June 2025

Number of pages: 35

The aim of this thesis was to conduct an energy analysis at a machine shop of Oy Lai-Mu Ab in Rauma, which produces LM TRAC-multipurpose machines, implements and safety cabins. The purpose of the energy analysis is to give the client a clear picture of the energy consumption of the property, along with possible improvement opportunities and the costs associated with them.

I visited the site at the beginning of this thesis work, documented possible improvements to energy efficiency and had a meeting with the company's CEO, with whom we discussed focus points and the scope of the energy analysis. The energy analysis was conducted only in the main building of the company, so the two other buildings along with all production machinery were excluded from this analysis.

The main development target was the heating system of the Oy Lai-Mu Ab property, which was planned to be upgraded to a more energy-efficient one. Another major target was the lighting system, which still had a lot of old fluorescent lamps. Possibilities of upgrading the building automation system were also studied.

Keywords: Energy efficiency, heating system, indoor lighting

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	6
2 TYÖN TILAAJA JA KOHDE	6
2.1 Oy Lai-Mu Ab	6
2.2 Kohde	7
3 ENERGIAKATSELMUKSEN JA -SELVITYKSEN TOTEUTUS.....	8
3.1 Energiatehokkuuslaki	8
3.2 Energiakatselmuksen hyödyt.....	8
3.3 Energiakatselmuksen suorittaminen.....	9
3.4 Energiaselvitys	10
4 ENERGIASELVITYKSEN SUORITTAMINEN.....	10
4.1 Kohteessa vierailu	10
4.2 Kiinteistön valaistus	11
4.3 Lämmitysjärjestelmä ja ilmanvaihto	13
4.4 Energiankulutustiedot.....	14
5 KEHITYSKOhteet	16
5.1 Tuotantotilojen lämmitysjärjestelmä	16
5.2 Toimistotilojen lämmitysjärjestelmä	16
5.3 Valaistuksen päivittäminen	16
5.4 Muut kehityskohteet.....	17
6 KEHITYSEHDOTUKSET JA KUSTANNUKSET	17
6.1 Lämmitysjärjestelmän uusiminen	18
6.1.1 Maalämpö.....	19
6.1.2 Kaukolämpö.....	22
6.1.3 Ilmalämpöpumppujen lisäys	24
6.1.4 Hukkalämmön talteenotto huippuimureista.....	26
6.2 Valaistuksen uusiminen.....	27
6.2.1 Tuotantotilat.....	29
6.2.2 Toimistotilat	30
7 YHTEENVETO JA POHDINTA.....	32
LÄHTEET.....	34

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

IV	Ilmanvaihto
kW	Kilowatti
kWh	Kilowattitunti
°Cvrk	Lämmitystarveluku
LED	Valodiodi
LTO	Lämmön talteenotto

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on suorittaa energiaselvitys Raumalla sijaitsevan Oy Lai-Mu Ab:n päärakennukseen. Energiaselvityksen tavoitteena on dokumentoida kiinteistön energiatehokkuutta, sekä suositella energiatehokkuutta parantavia toimenpiteitä työn tilaajalle. Ottaen huomioon energian hinnan jatkuvan nousun sekä kiristyvät määräykset energiatehokkuudesta, on energiaselvityksen suorittaminen yrityksille hyvinkin hyödyllistä.

Tämän opinnäytetyön toteutuksessa on noudatettu tutkimuseettisiä periaatteita sekä hyvää tieteellistä käytäntöä. Työ on tehty työn tilaajan suostumuksella ja kaikki käytetty aineisto on kerätty ja käsitelty vastuullisesti, sekä yksityisyyttä kunnioittaen. Tiedot, kuten energiankulutustiedot ja laitehavainnot, perustuvat joko tilaajan toimittamiin tietoihin tai tekijän omiin havaintoihin. Kaikki tekniset tiedot ja arviot on esitetty puolueettomasti ja avoimesti. Tavoitteena on ollut tuottaa tilaajalle hyödyllistä, päätöksenteon tueksi soveltuvaa tietoa kiinteistön energiatehokkuuden parantamiseksi. ([Tutkimuseettinen neuvottelukunta, 2019.](#))

2 TYÖN TILAAJA JA KOHDE

2.1 Oy Lai-Mu Ab

Työn tilaaja on Raumalla sijaitseva metallialan yritys Oy Lai-Mu Ab, joka valmistaa LM TRAC-työkoneita ja koneissa käytettäviä työlaitteita sekä työkoneiden turvaohjaamoita. Yrityksen toiminta on alkanut jo 60-luvulla ja vuosien saatossa sekä tuotantotilan koko sekä valmistettävien tuotteiden määrä on

kasvanut. Viimeisimpänä uutuutena ovat täyssähköiset monitoimikoneet, joita on myyty myös Suomen ulkopuolelle.

2.2 Kohde

Työn kohteena on Oy Lai-Mu Ab:n konepajan päärakennus. Tähän sisältyy 1970-luvulla rakennettu hitsaamo, 1980-luvulla rakennettu keskiosa, jossa on varastotilaa, ohjaamoiden varustelu sekä muutama toimistohuone. 1990-luvulla päärakennusta laajennettiin vielä kokoonpanohallilla sekä uudella kahdessa kerroksessa olevalla toimistotilalla. Lisäksi kiinteistöstä löytyvät työntekijöiden sosiaalitulat sekä maalaamo. Hitsaamon pinta-ala on noin 2400m² ja keskiosan sekä kokoonpanon pinta-alat ovat molemmat noin 1125m². Ensimmäisessä kiinteistön lämmitys toimii öljyllä, mutta uudessa toimistotilassa on sähkökäyttöinen lattialämmitys. Toimistossa on myös vanha jäähdytysjärjestelmä, jossa käytetään kylmäainetta R22. Kaasukylmäaineen R22 lisääminen kylmäainepiiriin kiellettiin vuoden 2015 alussa, joten vuodon sattuessa jäähdytysjärjestelmään pitää vaihtaa joko korvaava kylmäaine tai korvata koko järjestelmä toisella jäähdytystavalla ([MV-Jäähdytys, 2021.](#)). Lisäksi kiinteistöstä löytyy muutamia ilmalämpöpumppuja, esimerkiksi sosiaalituloista.

Toimitusjohtaja Ari Lindholmin mukaan lämmitysjärjestelmän päivittäminen energiatehokkaammaksi on suunnitelmissa lähitulevaisuudessa. Päivittämisen vaihtoehtoina on maalämpö, kaukolämpö sekä hybridi järjestelmä missä nykyinen öljylämmitys jätetään paikalleen, mutta sitä täydennetään ilmalämpöpumpuilla. Nämä vaihtoehdot tullaan myös käymään tarkemmin läpi tämän opinnäytetyön kappaleessa 6. Lisäksi kiinteistössä on jo paljon vaihdettu vanhoja valaisimia energiatehokkaammiksi LED-valaisimiksi. Vanhaa valaistusta löytyy silti edelleen runsaasti, jonka päivytystä tullaan käymään läpi tässä työssä. Hitsaamoon on hankittu vuonna 2024 Plymovent-suodatinjärjestelmä, joka kierrättää sisäilmaa tehokkaasti, poistaen samalla hitsauksesta aiheutuvia käryjä, mikä tekee alueella työskentelystä mukavampaa.

3 ENERGIAKATSELMUKSEN JA -SELVITYKSEN TOTEUTUS

3.1 Energiatehokkuuslaki

Energiakatselmuksen suorittajalla tulee olla soveltuva koulutus sekä voimassa oleva energiakatselmuksen vastuuhenkilöpätevyys, joka haetaan Energiavirastolta. Pätevyyttä varten vaaditaan joko energia-, ympäristö- tai energia-alan tutkinto tai tämän korvaava työkokemus. Lisäksi vaaditaan hyväksytyä vastuuhenkilökokeen suorittamista. Pätevyys on voimassa seitsemän vuotta, jonka jälkeen pätevyys tulee uusua Energiavirastolla. Vuonna 2015 voimaan tulleen energiategokkuuslain mukaan kaikkien suureksi luokiteltujen yritysten (työntekijöitä yli 250) tulee suorittaa energiakatselmus vähintään neljän vuoden välein ([Energiategokkuuslaki 1429/2014, 2 luku 6 §](#)). Energiakatselmus ottaa huomioon kaikki yrityksen energiankäyttökohteet, joita ovat rakennukset, teollinen ja kaupallinen toiminta sekä liikenne ([Energiategokkuuslaki 1429/2014, 2 luku 4 §](#)). Lisäksi vaaditaan kohdekatselmusta, joka kattaa tietyn määrän yrityksestä, jolla saadaan aikaan selkeä kuva yrityksen energiankulutuksesta, kulutuksen jakaumasta, energiakustannuksista ja kokonaisenergiategokkuudesta ([Valtioneuvoston asetus energiakatselmuksesta 20/2015, 2 §](#)). Pk-yrityksille (työntekijöitä alle 250) energiakatselmuksen suorittaminen ei ole lainsäädännöllisesti pakollista, mutta sen teko on silti usein suositeltavaa.

3.2 Energiakatselmuksen hyödyt

Energiakatselmuksessa käydään monipuolisesti läpi yrityksen energiankulutusta ja tehokkuutta, joiden pohjalta voidaan antaa kehitysehdotuksia sekä arvioita näistä investoinneista koituvista kuluista. Vuodesta 2021 lähtien on ollut saatavilla myös täsmäkatselmus, jossa yrityksen energiankäytön kokonaisuuden sijasta tarkastellaan vain tiettyä osaa yrityksestä. Tämän avulla kyetään keskittymään yrityksen toivomiin kohteisiin, kuten lämmitys- tai valaistusjärjestelmiin. Pk-yritykset voivat anoa valtion tukea Business Finlandin kautta energiakatselmuksen suorittamiseen. Energiategokkuussopimukseen liittyneille yrityksille korvataan 50 prosenttia energiakatselmuksen kuluista ja sopimukseen

liittymättömille korvaus on 40 prosenttia. Lisäksi tukea voi anoa myös itse energiatehokkuutta parantaviin investointeihin, mikäli yritys on liittynyt energiatehokkuussopimukseen tai käyttää ESCO (Energy Service Company) -palvelua. Tämän tuen määrä on 15–25 prosenttia investoinneista, joiden kustannukset ovat 10 000 ja 5 000 000 euron välillä. ([Mäkelä, 2025.](#))

3.3 Energiakatselmuksen suorittaminen

Oli energiakatselmus sitten suppeampi täsmäkatselmus tai laajempi koko yrityksen kattava, asiakkaan on hyvä kerätä valmiiksi yleistietoja, joita katselmuksessa tarvitaan. Näitä ovat kiinteistön ja sen mahdollisten eri osien rakennusvuodet, pinta-alat, käyttöasteet, energiankulutushistoriat ja myös pohjakuvista voi olla hyötyä. Lisäksi mikäli katselmukseen sisältyy tuotantolaitteita tai esimerkiksi ilmastointi- tai lämmitysjärjestelmä, näiden teknisiä tietoja on hyvä kerätä valmiiksi saataville. Lämmitysjärjestelmien energiatehokkuuden arvioinnissa oleellisia tietoja ovat vuosittainen tai jopa kuukausittainen energiankulutus, ulkolämpötila sekä erityisesti lämmitystarveluku. Lämmitystarveluku kertoo, kuinka paljon vuodessa on todellisuudessa tarvinnut käyttää energiaa rakennuksen lämmittämiseen laskemalla asetetun peruslämpötilan (esimerkiksi 20°C) ja kunkin päivän keskilämpötilan erotuksen, jotka lopulta lasketaan yhteen antaen vuotuisen lämmitystarveluvun.

Tyypillisesti energiakatselmuksen alussa kohteessa käydään tekemässä läpikäyntitarkastus, jonka aikana kohde tarkistetaan silmämääräisesti. Tämän aikana pyritään luomaan yleiskuva kohteesta sekä huomaamaan selkeämmät energiansäästökohteet, kuten valaistusjärjestelmät, puutteelliset eristykset ovissa ja ikkunoissa sekä mahdolliset olemassa olevat automaatiojärjestelmät. Tarvittaessa energiakatselmuksen laajuudesta sekä toimilaitteista saatavilla olevan tiedon mukaan voidaan myös suorittaa erinäisiä mittauksia, joilla määritellään kunkin laitteen energiankulutus. Esimerkiksi mikäli paineilmakompressorista itsestään ei kyetä tarkistamaan sähkönkulutusta, voidaan tämä selvittää mittauksella. Myös kohteen sisälämpötilaa voi mitata eri puolilla kiinteistöä ja ikkunoita voidaan kuvata lämpökameralla, jotta mahdolliset

eristysongelmat löydetään. Tämän jälkeen kohteesta kerättyä tietoa ja eri järjestelmien energiatehokkuutta arvioidaan, jonka perusteella pyritään antamaan kehitysehdotuksia. Eri kehitysvaihtoehdoille lasketaan myös kustannukset, säästöpotentiaalit sekä takaisinmaksuajat.

3.4 Energiaselvitys

Viralliseen energiakatselmukseen verrattuna tässä työssä tehtävä energiaselvitys on vapaamuotoisempi ja joustavampi, eikä edellytä työn tekijältä voimassa olevaa pätevyyttä. Energiaselvityksessä voidaan käyttää kaikkia samoja periaatteita ja menetelmiä kuin energiakatselmuksenkin teossa, mutta sen laajuus ja sisältö ovat vapaammin valittavissa. Tämän takia selvitys ei täytä energiatehokkuuslain asettamia vaatimuksia, mutta toimii silti hyvin päätöksenteon tukena työn tilaajalle. Tavoitteena voi olla selvittää esimerkiksi kiinteistön tai sen osan energiankulutuksen nykytila ja kehitysmahdollisuudet. Työn rajaus perustuu työn tilaajan tarpeisiin sekä käytettävissä olevaan tietoon. Energiaselvitys soveltuu hyvin tilanteisiin, joissa kohteessa ei ole tarvetta tai mahdollisuutta kattavaan energiakatselmukseen, mutta halutaan silti konkreettista pohjatietoa energiatehokkuuden kehitystoimien suunnitteluun.

4 ENERGIASELVITYKSEN SUORITTAMINEN

4.1 Kohteessa vierailu

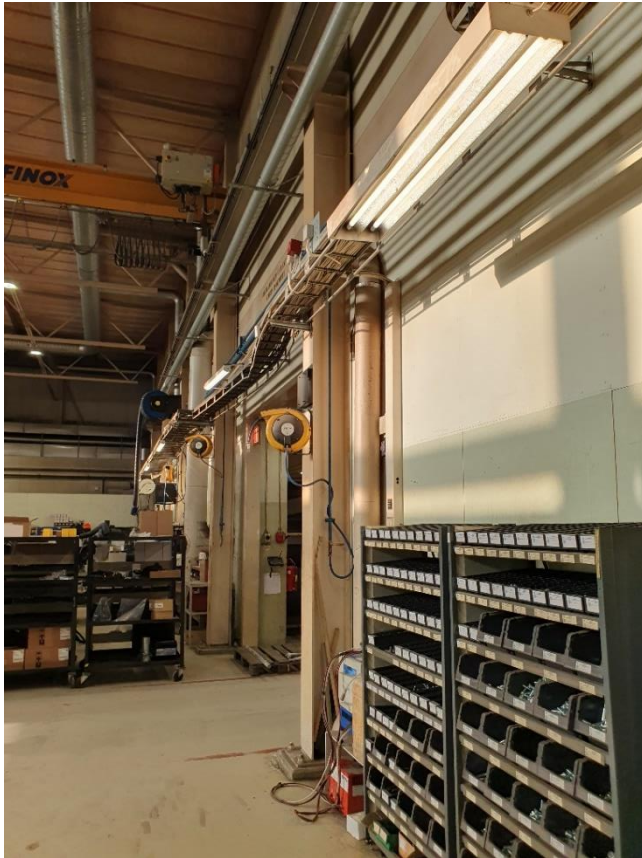
Työ aloitettiin vieraillemalla kohteessa 19.3.2025. Kohteen esitteli tilaajan edustaja, toimitusjohtaja Ari Lindholmin, jonka kanssa sovittiin energiaselvityksen kattavuudesta, sekä painopisteistä, joiden selvitystä yritys erityisesti toivoi. Energiaselvityksen sovittiin koskevan vain itse päärakennuksen kiinteistöä, pois lukien maalaamo. Myös tuotantokoneet ja laitteet rajattiin työn ulkopuolelle. Keskeisenä kiinnostuksen kohteena työn tilaajalla oli kiinteistön lämmitysjärjestelmän uusiminen.

Tällä hetkellä lämmitys tapahtuu toimistoa lukuun ottamatta öljyllä. Öljypolttimia kiinteistössä on kaksi, kokoonpano- sekä hitsaus osastoilla, joista lämmin ilma kulkeutuu putkia pitkin eri puolille rakennusta. Vaihtoehtoina lämmitysjärjestelmän päivittämiseen ovat maalämpö, kaukolämpö sekä ilmalämpöpumpujen asentaminen nykyisen öljylämmitysjärjestelmän rinnalle, joka vähentäisi öljyn kulutusta huomattavasti. Maalaamossa lämmitys tapahtuu pitkälti passiivisesti käytössä olevan jauhemaaluuunin hukkalämmöllä.

Tapaamisen jälkeen pyrittiin keräämään mahdollisimman paljon tietoa energiaselvityksen tekoa varten. Valokuvin dokumentoitiin tiloja ja laitteita, joilla ajateltiin olevan mahdollisesti oleellista merkitystä työn tekoa varten ja kohteessa laskettiin esimerkiksi vanhojen loisteputkivalaisimien määrä rakennuksen eri osissa.

4.2 Kiinteistön valaistus

Valaisimia oli jo paljon vaihdettu energiatehokkaampiin LED-valaisimiin monissa osissa kiinteistöä, kuten hitsaamossa ja kokoonpanossa, mutta kaikista osastoista löytyi myös vanhoja valaisimia käytössä (Kuva 1). Pääasiassa loisteputkivalaisimet oli korvattu uusilla LED-valaisimilla, mutta joissain osin vanhoihin kattovalaisimiin oli vaihdettu uudet LED-paneelit vanhan valaisimen runkoon (Kuva 2). Maalaamossa laskettiin vanhat valaisimet, joiden päivittämisestä aiheutuvat kulut tullaan selvittämään, vaikka muuten maalaamo rajattiin tämän opinnäytetyön ulkopuolelle. Työntekijöiden sosiaalituloihin oli jo asennettu LED-valaisimet, jotka ovat liiketunnistimella ohjattuja.



Kuva 1. Vanhempia loisteputkivalaisimia sekä jo vaihdettuja LED-valaisimia



Kuva 2. Vanhojen kattovalaisimien runkoihin asennetut LED-valaisimet

4.3 Lämmitysjärjestelmä ja ilmanvaihto

Työssä tarkasteltiin myös tuotantotiloissa käytössä olevat öljylämmitysjärjestelmät. Kierroksella kuvattiin kokoonpanohallista sekä toisesta hitsaamon päätyhuoneesta löytyvät Polartherm E-170-ilmalämmittimet (Kuva 3) sekä eripuolilla kiinteistöä löytyviä ilmastointikoneita. Kokoonpanohallia lukuun ottamatta ilmastointikoneet oli asennettu katonrajaan ilmastointiputkien korkeudelle eikä näihin päässyt käsiksi ilman nostinta. LVI-kuvia ei löytynyt muusta kuin 1990-luvulla rakennetusta osasta eikä rakennuksesta löytynyt pohjakuvia.

Kokoonpanohallista ilmalämmittimen läheltä löytyi termostaatit sekä päivän, että yön ajalle. Haastattelujen kautta selvisi, että lämpötilansäädön kanssa on ollut hiukan ongelmia ja jonkin aikaa sitten ilmanlämmittimestä halliin lähtevän putken venttiilit olivat menneet kiinni, jolloin lämmitys ei toiminut hetkeen ollenkaan. Lämminilmakoneesta oli irrotettu kyljestä pelti, jotta lämmintä ilmaa saataisiin edes jotenkin koneesta ulos hallin puolelle. Nähtävästi peltiä ei ollut tämän jälkeen kiinnitetty enää paikalleen. Kokoonpanohallissa on myös kaksi huippuimuria. Lisäksi sähköpääkeskushuoneessa on ME-Platin 18F lämmönsäätöjärjestelmän keskus- ja ohjelmointiyksikkö, jolla ohjataan toimistotilojen lattialämmitystä. Tämä mahdollistaa esimerkiksi lämmityksen tehonrajoituksen ja kello-ohjauksen itsenäisesti useissa eri huoneissa tai tiloissa ([Muurlan Elekroniikka, 2001, s. 14–18, 42–44](#)).

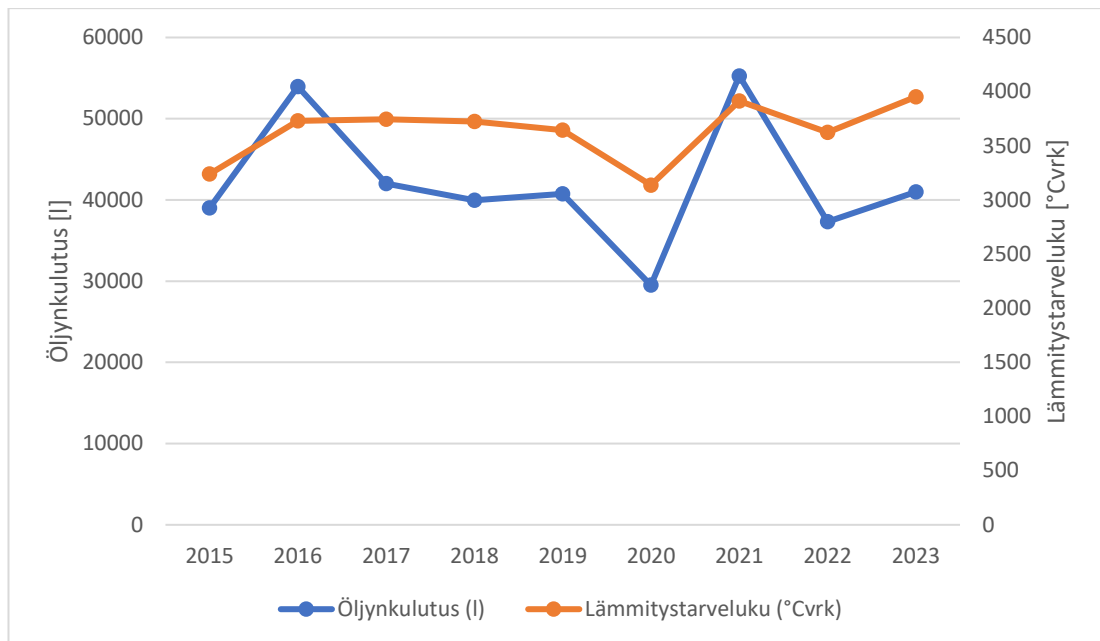
Kokoonpanohallissa havaittiin ikkunoiden sekä ikkunakarmien olevan melko huonossa kunnossa ja eräs työntekijä mainitsikin yhden ikkunalasin tippuneen joitakin vuosia sitten. Kuulemma ikkunankarmeja oli käyty huoltamassa tämän jälkeen sen verran, ettei laseja pääsisi tippumaan enempää. On mahdollista, että kylmä ilma pääsee sisään näistä ikkunoista ja lisää energiankulutusta. Toisaalta levyosavalmistuksessa ikkunat näyttivät olevan uusittu äskettäin, joten ikkunaremontti on selvästi meneillään oleva prosessi. Kohteeseen suositellaan lämpökuvausta ikkunoille.



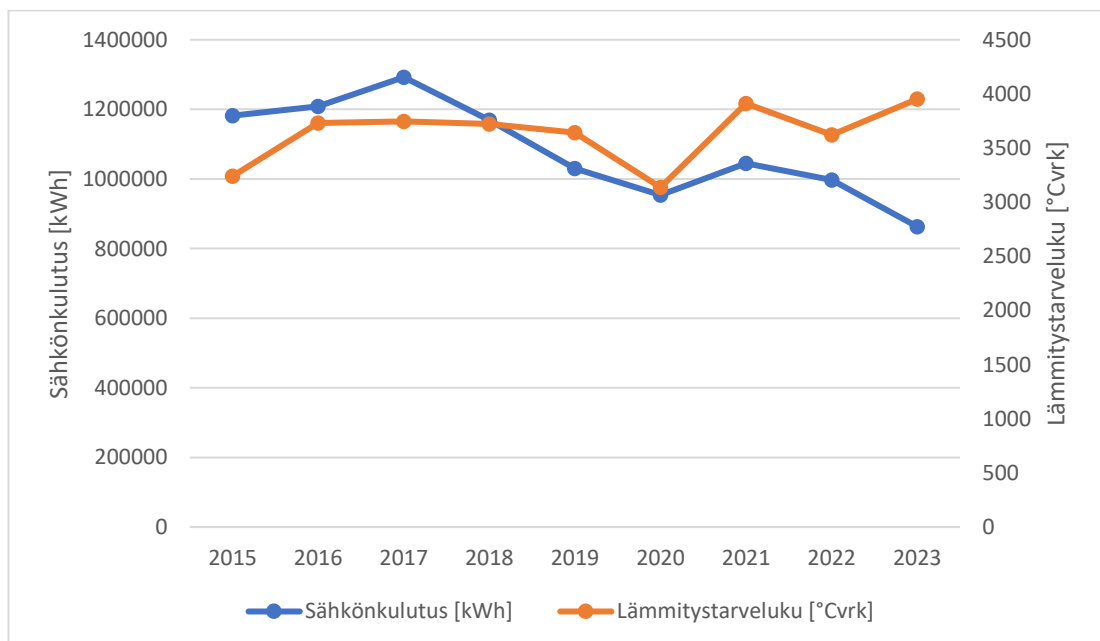
Kuva 3. Kohteessa käytössä oleva Polartherm E-17- ilmalämmitin

4.4 Energiankulutustiedot

Sain myös toimitusjohtahalta sähköpostilla kiinteistön kulutustietoja sähkön osalta vuosilta 2013–2025 ja öljyn osalta 2015–2025. Sähkön kulutus on merkitty vuosina 2013–2019 vuotuisesti ja vuodesta 2020 eteenpäin kuukausittain. Lisäksi tiedoista löytyy sähkön siirto- ja myyntihinta. Öljynkäytön kirjanpidosta löytyy vuosittaiset kokonaiskulutukset sekä öljyn hinta ostohetkellä koko ajalta. Näiden lisäksi jokaiselta vuodelta on kirjattu ylös keskilämpötila sekä lämmitystarveluku.



Kuvaaja 1. Öljynkulutus ja lämmitystarveluku vuosina 2015–2023



Kuvaaja 2. Sähkönkulutus ja lämmitystarveluku vuosina 2015–2023

5 KEHITYSKOhteET

5.1 Tuotantotilojen lämmitysjärjestelmä

Keskeisenä kehityskohteena on kiinteistön öljylämmitysjärjestelmä. Tällä hetkellä kohteessa on kaksi öljykäyttöistä Polartherm E-170-ilmalämmitintä, joissa lämmitetty ilma kierrätetään katossa kulkevia putkia pitkin ympäri tuotantohalleja. Tämänhetkisen lämmitysjärjestelmän päivitysvaihtoehtoina ovat maalämpö, kaukolämpö sekä ilmalämpöpumppujen lisääminen öljylämmityksen rinnalle. Maa- ja kaukolämpö järjestelmät korvaisivat öljylämmityksen kokonaisuudessaan, kun taas ilmalämpöpumppujen lisääminen vähentäisi öljynkulutusta merkittävästi, sekä mahdollistaisi myös kiinteistön viilentämisen kesäaikana.

5.2 Toimistotilojen lämmitysjärjestelmä

Toimistotiloissa lämmitys tapahtuu sähkökäyttöisen lattialämmityksellä, jota ohjataan ME-Platin 18F lämmönsäätöjärjestelmällä. Lisäksi varastossa olevan toimistohuoneen katossa on käytössä lämpösäteilijä. Toimistotiloissa oleva sähkölämmitys ja vanha jäähdytysjärjestelmä on ajateltu korvattavaksi ilmalämpöpumpuilla. Tämä mahdollistaisi myös huonekohtaisesti säädettävän lämpötilan yleisen lämpötilan sijasta, mikä antaisi työntekijöiden asettaa haluamansa lämpötila omaan huoneeseensa, parantaen yleistä työmuokavuutta.

5.3 Valaistuksen päivittäminen

Sekä toimistoissa että tuotantotiloissa on edelleen runsaasti vanhoja loisteputki- ja monimetallilamppuvalaisimia. Toimistotiloissa valaistus oli täysin loisteputkien varassa, joten uusittavaa on potentiaalisesti jonkin verran. Joihinkin valaisimiin riittää mahdollisesti pelkkä loisteputken vaihtaminen LED-putkeen, kunhan valaisimien liitäntälaitteet ovat yhteensopivat. Kokoonpano-osastolla suurin osa valaisimista oli jo uusittu, mutta loisteputkivalaisimia oli edelleen seinustalla sekä liikuteltavissa imuritelineissä työpisteiden kohdalla.

Hitsaamossa ja levyosavalmistuksessa suurimmasta osasta kattovalaisimia vanha monimetallilamppu oli korvattu uudella LED-valolla. Osastoissa, joissa valaisimia oli jo uusittu, loisteputkivalaisimia vaikutti olevan pääasiassa seinustoilla sekä työpisteillä. Kaikkia vielä jäljellä olevia vanhoja valaisimia ei välttämättä tarvitse vaihtaa yksi yhteen uusien LED-valaisimien kanssa, johtuen uusien valaisimien suuremmasta valotehosta. Esimerkiksi pelkästään 480m² kokoisessa maalaamossa on 37 joko 2 tai 3 putkista loisteputkivalaisinta ja valaisimien kokonaismäärää voisi varmasti vähentää päivityksen yhteydessä. Työntekijöiden sosiaalityötiloissa oli jo uudet liiketunnistinohjatut LED-valaisimet sekä ilmalämpöpumppu, joten tämä tila on energiatehokkuuden kannalta hyvässä kunnossa.

5.4 Muut kehityskohteet

Vanhon huonokuntoisten ikkunoiden korvaaminen uusilla on suositeltavaa, jotta kylmä ilma ja kosteus eivät pääsisi sisälle tätä kautta. Ainakin levyosavalmistuksen huoneessa tämä oli jo toteutettu. Kokoonpanohallissa olevat kaksi huippuimuria puhaltavat tällä hetkellä lämpimän ilman suoraan hallista ulos, joten niihin olisi hyvä harkita mahdollista lämmön talteenottojärjestelmää energiatehokkuuden parantamiseksi.

6 KEHITYSEHDOTUKSET JA KUSTANNUKSET

Tässä luvussa käsiteltävät isommat kehityskokonaisuudet on jaettu omiin kapaleisiinsa, joissa käydään läpi vaihtoehtojen hyvät ja huonot puolet, sekä kannattavuuden arviointi. Olen mahdollisuuksien mukaan myös laskenut kustannukset kehitysvaihtoehdoille. Tarkasteltavat kokonaisuudet perustuvat kohteessa vierailun aikana tehtyihin havaintoihin sekä tilaajan kanssa keskusteluihin kehitystarpeisiin.

6.1 Lämmitysjärjestelmän uusiminen

Kiinteistön tämänhetkisen öljykäyttöisen lämmitysjärjestelmän päivittämiseen on kolme vaihtoehtoa: maa- ja kaukolämpö, sekä ilmalämpöpumppujen lisääminen öljylämmityksen rinnalle. Lisäksi toimistorakennuksen sähkökäyttöinen lattialämmitys ja kylmäainetta R22 käyttävä jäähdytysjärjestelmä korvataan jokaiseen huoneeseen asennettavalla ilmalämpöpumpulla.

Taulukko 1. Nykyisen lämmitysjärjestelmän kulutus vuosilta 2015–2023

Vuosi	Öljyn kulutus [l]	Ulko- lämpö-tila [°C]	Lämmitys- tarveluku [°Cvrk]	Kulutus suhteessa lämmitystarvelukuun [l/°Cvrk]	Kulutus suhteessa liikevaihtoon [l/€]
2015	39006	6,99	3240	12,038	0,0045
2016	53951	5,89	3731	14,460	0,0066
2017	42014	5,78	3746	11,216	0,0036
2018	39976	6,61	3723	10,738	0,0035
2019	40734	6,44	3643	11,181	0,0041
2020	29498	7,83	3137	9,403	0,0027
2021	55269	6,00	3913	14,124	0,0041
2022	37299	6,30	3623	10,295	0,0025
2023	40981	6,00	3952	10,370	0,0034
Ka.	42080	6,43	3634	11,54	0,0039

Taulukosta 1 voidaan nähdä, että tämänhetkisen öljylämmitysjärjestelmän vuosikulutus on vaihdellut 30000 ja 55000 litran välillä niinä vuosina, kun kulutuksesta on tietoa. Suurin yksittäinen kulutukseen vaikuttava tekijä on lämmityskauden kylmyys. Tämän takia pelkästään öljynkulutuksen seuraaminen ei välttämättä anna oikeaa kuvaa lämmitysjärjestelmän tehokkuudesta, vaan paremman kuvan järjestelmän suoriutumisesta eri vuosina antaa öljynkulutus suhteessa lämmitystarvelukuun. Taulukosta näkee myös öljynkulutuksen suhteessa liikevaihtoon, joka antaa yksinkertaisen kuvan energiankulutuksesta verrattuna liiketoiminnan laajuuteen ja rakennuksen käytön aktiivisuuden vaikutuksesta energiankulutukseen. Lopuksi on laskettu myös kulutuksen

seuranta-ajan arvojen keskiarvot, joiden perusteella arvioidaan tuotantotilojen lämmitysenergian tarpeen.

Keskimääräinen öljynkulutus on 42 080 litraa vuodessa ja öljyn lämpöarvon oletetaan olevan 10 kWh/l, jolloin saadaan 420 800 kWh lämmitysenergiaa ([Lampila, 2017](#)). Polartherm E-170-ilmalämmittimen hyötysuhde voi olla jopa noin 90 prosenttia, mutta kohteessa olevien lämmittimien iän vuoksi arvioin hyötysuhteen laskeneen 85 prosenttiin ([Polartherm, 2021, s. 1](#)). Näin ollen tuotantotilojen vuotuiseksi lämmitysenergian tarpeen keskiarvoksi saadaan arviolta 357 680 kWh. Lämmitysjärjestelmän päivittämiskustannuksia varten arvioin myös lämmitysjärjestelmältä vaaditun huipputehon. Suomen eteläosissa lämmityskauden pituus on noin 250 vuorokautta eli 6 000 tuntia ([Pirinen ym., 2014, s. 16](#)). Suuren osan lämmityskaudesta ilmaa tarvitsee lämmittää vain 5–15 astetta, mutta kovilla pakkasilla lämmitystä voidaan tarvita jopa yli 45 astetta ([Gebwell, n.d., Maalämpöpumpun mitoitus kerrostaloon](#)). Lisäksi tuotantotilat ovat laajoja ja niissä käytössä olevan ilmakäyttöisen lämmityksen hetkellinen tehontarve kasvaa nopeasti kovilla pakkasilla. Tämän takia arvioin huipputehon olevan noin kolminkertainen keskimääräisestä päivittäisestä tehosta lämmityskauden aikana. Käytän arviointiin öljynkulutusta vuodelta, jolloin kulutus oli suurimmillaan, jottei järjestelmän teho jäisi alimitoitetuksi. Vuoden 2021 lämmitysenergian tarve, 85 prosentin hyötysuhde huomioon ottaen, oli arviolta 469 786 kWh. Kun tämä jaetaan lämmityskauden tuntimäärällä, eli 6 000 tunnilla, saadaan keskimääräiseksi lämmitystehontarpeeksi noin 78,3 kW. Kolminkertaisella varmuuskertoimella lämmityksen huipputehon tarpeeksi tulisi näin ollen noin 235 kW.

6.1.1 Maalämpö

Auringon säteily ja maapallon geoterminen toiminta varastoivat maaperään lämpöenergiaa. Maalämpöjärjestelmä perustuu tämän lämpöenergian talteenottoon noin 100–350 metrin syvyyteen poratuilla maalämpökaivoilla. Järjestelmään kuuluu lämmönkeruupiirinä toimiva putkisto, joka asennetaan maahan porattuihin kaivoihin. Putkistossa kiertävään lämmönsiirtonesteeseen sitoutuu

lämpöenergiaa lämpökaivojen pohjalla, josta se pumpataan takaisin pinnalla olevalla maalämpöpumpulla. Lämpöpumpussa oleva höyrystin kerää nesteeseen sitoutuneen lämmön, jonka jälkeen neste palaa takaisin lämmönkeruupiiriin kierto. Höyrystimestä oleva kylmäaine lämpenee ja kaasuuntuu lämmön vaikutuksesta, joka on saatu keruupiiriin nesteestä, jonka jälkeen kylmäaine siirtyy kompressorille. Kompressorissa kylmäaineen painetta ja lämpötilaa nostetaan edelleen, jonka jälkeen kylmäaine siirtää lämpönsä lauhduttimessa rakennuksen lämmönjakojärjestelmään. Kylmäaine palaa tämän jälkeen takaisin höyrystimeen. ([Thermia, n.d., Maalämmön toimintaperiaate.](#))

Maalämpöjärjestelmän hyötysuhde on yleisesti 300–400 prosentin välillä, joka on huomattava parannus öljylämmityksen hyötysuhteeseen ([LämpöYkkönen, 2024, Maalämmön hyötysuhde: Tehokasta energian käyttöä](#)). Järjestelmän ostosta ja asennuksesta koituvat investoinnit ovat melko suuret, mutta myös käyttökustannukset ovat alhaiset. Maalämpöjärjestelmä on myös pitkäikäinen, joten koko elinkaarensa ajalta se voi tarjota kilpailukykyisen vaihtoehdon muihin lämmitysjärjestelmiin verrattuna.

Varsinkin omakotitalokohteissa maalämpöjärjestelmä on yleensä kytkettynä vesikiertoiseen lämmitykseen, mutta sen voi liittää myös ilmakiertoiseen lämmitykseen. Tällöin lauhduttimesta lämpö siirretään vesikiertoisesti IV-koneessa olevaan patteriin, joka lämmittää patterin läpi puhaltavan ilman. Oikein mitoitettuna maalämpöjärjestelmä selviää myös talven kovimmista pakkasista yksin, mutta myös varalämmitysjärjestelmän käyttö on mahdollista, mikäli maalämpöjärjestelmä ei kata täysimääräisesti lämmityksen huipputehon tarvetta.

Suuremmissa kohteissa, joihin Oy Lai-Mu Ab:n kiinteistö kuuluu, vaaditaan usein useamman maalämpökaivon poraamista, jotta kohteen lämmitystarve saadaan katettua. Vaikka lämmityskaivosta saatavan vuotuisen lämmitystehon arvioinnissa yleisesti käytössä oleva nyrkkisääntö 100 kWh/m vuodessa ei ole hyvin sovellettavissa monta kaivoa sisältävään kaivokenttään, joissa kaivojen keskinäinen vaikutus heikentää tuottoa, sitä voidaan käyttää järjestelmän karkean kokoluokan arviointiin. Vuoden 2021 öljynkulutuksella lasketulla

keskimääräisellä lämmitysenergiantarpeella maalämpöjärjestelmän hyötysuhde, huomioiden vaadittava maalämpökaivojen yhteispituus, olisi noin 1342 metriä. Tämä kattaisi suurimman osan vuoden lämmitystarpeesta, muttei olisi riittävä kovimmilla pakkasilla ja vaatisi esimerkiksi sähkövastusten käyttöä. Toisaalta vuoden 2021 lämmityksen huipputehontarpeella laskettuna kaivojen tarvittavaksi pituudeksi tulisi noin 4028 metriä, jolloin kustannukset olisivat suurella todennäköisyydellä kohtuuttoman korkeat tähän kohteeseen. Täysteholla laskettuna maalämpökaivojärjestelmä on usein taloudellisesti kannattamaton, ja järkevämpi vaihtoehto on usein, että järjestelmä on mitoitettu kattamaan suurin osa, noin 95 prosenttia, vuotuisesta lämmitysenergiantarpeesta. Tällöin kovimmilla pakkasilla käytetään maalämmön lisäksi jotakin muuta lämmitysjärjestelmää, kuten sähkövastuksia.

Kaivojen sijainnit ja syvyydet tulee myös suunnitella huolellisesti, sillä liian lähellä toisiaan olevat kaivot voivat viilentää maaperää liikaa, heikentäen koko järjestelmän tehokkuutta. Kaivojen syvyyteen vaikuttaa myös alueen maaperän ominaisuudet. Mikäli kaivoja vaaditaan enemmän kuin yksi tai kaksi, on suunnittelu parasta teettää alan ammattilaisella. Tällöin suunnittelussa käytetään apuna simulointia ja mahdollisesti koeporauksia, jonka avulla saadaan tietoa kallioperän ominaisuuksista. Suunnittelu on suositeltavaa parhaan lopputuloksen takaamiseksi, vaikka tämä maksaakin noin 1–2 prosenttia koko investoinnin kuluista. Maalämpöjärjestelmän hintaan vaikuttaa kaivojen porauksen sekä lämmönkeruuputkiston ja maalämpöpumppujen asennuksen lisäksi myös järjestelmän suunnittelu ja mitoitus. Suuremmille kohteille hinnan arviointi on hankalaa, sillä asennukset ovat hyvin yksilöllisiä ja hintaan vaikuttavia tekijöitä on monia. Vaikka järjestelmän hankintakustannukset ovat isommassa kohteessa suuremmat, myös takaisinmaksuaika on lyhyempi johtuen suuremmasta säästöstä lämmityskuluissa. ([Gebwell, n.d., Kerrostalon kaivokentän suunnittelu.](#))

Olettaen järjestelmän hyötysuhteen olevan 350 prosenttia ja seurantajakson kylmimmän vuoden, 2021, vuotuisen lämmitysenergian tarpeen ollessa 469 786 kWh, saadaan maalämpöjärjestelmän vuotuiseksi sähkönkulutukseksi 134 224 kWh. Sähkön hinta on laskettu Oy Lai-Mu Ab:n toimittamien

kulutustietojen perusteella, vuoden 2025 tammi-helmikuun sähkönkulutuksen mukaisella hinnalla 10,34 snt/kWh. Maalämpöjärjestelmän sähkönkulutuksen vuotuiseksi hinnaksi tulisi tällä hinnalla noin 13 879 euroa. Öljylämmityksellä vastaavan lämmitysenergian tuottaminen vuoden 2025 hinnalla, noin 1,08 €/litra, on noin 59 627 euroa.

6.1.2 Kaukolämpö

Kaukolämpöjärjestelmässä lämpö tuotetaan keskitetysti voima- tai lämpölaitoksella, josta se siirtyy vesikiertoisesti asiakkaille kaukolämpöverkkoa pitkin. Tuleva kuuma vesi lämmittää kohteessa olevassa lämmönvaihtimessa virtaavan veden, jonka jälkeen viilentynyt vesi virtaa paluuputkea pitkin takaisin voimalaitokselle. Kaukolämpöverkko ja kiinteistön sisäinen lämmönjakelu eivät siis ole suoraan yhteydessä toisiinsa. ([Rauman Energia, n.d., Tietoa kaukolämmöstä.](#))

Kaukolämpöä hyödynnetään sekä käyttöveden että rakennuksen lämmittämiseen. Normaalisti kaukolämmöllä kiinteistön lämmitys tapahtuu vesikiertoisesti, mutta sen käyttö ilmalämmityksen tai ilmanvaihtolämmityksen kanssa on myös mahdollista ([Motiva, 2025, Kaukolämpö](#)). Kaukolämpöverkon saatavuus tulee tietysti tarkistaa jo ennen suunnittelun aloittamista, mutta Raumalla kaukolämpöä on käytössä huomattavan paljon, jonka ansiosta myös kaukolämpöverkkoon liittyminen on todennäköisesti mahdollista.

Maalämpöön verrattuna kaukolämpöjärjestelmä ei vaadi vastaavaa lämmitystehon mitoitusta, koska kaukolämpöä toimitetaan asiakkaalle tarpeen mukaan ja lämmöntuotanto tapahtuu ulkoisesti. Tässä kohteessa perinteisen vesikiertoisen lämmityksen asennus olisi haastavaa ja taloudellisesti kannattamatonta. Osastojen suuren koon takia seinille asennettavat patterit eivät mahdollista tasaista lämmitystä koko tilaan, ja lattialämmityksen jälkiasennus tällaiseen kohteeseen ei olisi järkevää. Markkinoilta löytyy vesikiertoisia kiertoilmakoneita, jotka ovat suunniteltu teollisuuskohteidenkin lämmittämiseen, esimerkiksi VTS Groupin Volcano sarjan kiertoilmakoneet ([VTS Group, n.d.](#)). Nämä

asennetaan tilan seinään tai kattoon, josta ne puhaltavat lämmintä ilmaa laajalle alueelle. Kullekin kiertoilmakoneelle on asennettava tulo- ja paluuputket vedelle sekä sähkönsyöttö, joten asennustyötä kertyy kiertoilmakoneiden lukumäärän mukaan. Jo käytössä olevien IV-koneiden tuloilmaputkiin on myös mahdollista lisätä vesikiertoiset lämmityspatterit, joilla tuotantotiloihin lähtevä ilma lämmitettäisiin, esimerkiksi Systemairin VBC-vesilämmityspatterit ([Systemair, n.d.](#)). Tämäkin vaatisi vesiputkien ja sähkösyötön asentamisen pattereille, mutta mahdollistaisi olemassa olevan putkiston käytön lämmitykseen pienemmillä muutostöillä.

Kaukolämpöjärjestelmä on pitkäikäinen ja vaatii yleensä vain vähäistä huoltoa, mikä pienentää järjestelmän huollosta aiheutuvia kustannuksia. Koska varsinainen lämmöntuotanto tapahtuu ulkoisesti, jää asiakkaan vastuulle vain kiinteistön sisäinen lämmönjakojärjestelmä. Lämmönjakojärjestelmään kuuluvien komponenttien hankinta- ja asennushintojen arviointi on tässä työssä haastavaa, sillä niiden valinta on kohdekohtaista ja vaatii käytännössä aina erillisen tarjouspyynnön laitteiston toimittajalta.

Rauman Energian nettisivuilta löytyvän kaukolämmön hinnaston mukaan kulutusmaksu on 53,78 euroa/MWh. Käytettäessä mittausjakson suurinta kuluusta, vuodelta 2021, saadaan tällä hinnalla käytetyn energian vuotuiseksi hinnaksi noin 25 277 euroa. Sen lisäksi maksetaan perusmaksu, jonka suuruus määräytyy tilausvesivirran mukaan. Rauman Energian arvion mukaan 0,15 m³/h vesivirta on riittävä 12 kW tehontarpeeseen, johon suoraan verrattuna 235 kW lämmityksen huipputehontarve vastaisi noin 3 m³/h vesivirtaa. Taulukon mukaan perusmaksu on tällöin 6268 euroa vuodessa ja kokonaiskustannukseksi lämmitykselle tulisi 31 545 euroa. ([Rauman Energia, 2025, Kaukolämmön hinnasto.](#)) Tämä hinta-arvio on laskettu ilman arvonlisäveroa ja on suuntaa antava. Todelliseen hintaan vaikuttaa kaukolämmön toimittajan kanssa tehty sopimus.

6.1.3 Ilmalämpöpumppujen lisäys

Kolmantena vaihtoehtona lämmitysjärjestelmän päivittämiseen on ilmalämpöpumppujen lisääminen nykyisen öljylämmitysjärjestelmän rinnalle. Ilmalämpöpumput kattaisivat suurimman osan lämmitystarpeesta, mutta öljylämmitys toimisi varajärjestelmänä kovia pakkasia varten, jolloin ilmalämpöpumput yksinään eivät kykene lämmittämään tarpeeksi. Lämmityksen lisäksi ilmalämpöpumpuilla on myös mahdollista viilentää sisätiloja kesäaikaan, joka parantaa työntekijöiden työmuokavuutta.

Ilmalämpöpumppu koostuu ulkoyksiköstä sekä yhdestä tai useammasta sisäyksiköstä ([Motiva, 2025, Ilmalämpöpumppu \(ILP\)](#)). Lämmittäessä ulkoyksikössä höyrystyneeseen kylmäaineeseen sitoutuu lämpöenergiaa ulkoilmasta, jonka jälkeen kompressori pumppaa sen sisäyksikköön. Sisäyksikössä kylmäaine virtaa lämmönsiirtokennon läpi luovuttaen lämpöenergiansa kennon läpi puhallettavaan ilmaan, joka siirtyy lämmitettävään huoneeseen. Kylmäaine nesteytyy lämpöenergiaa luovuttaessaan ja virtaa paisuntaventtiilille, jossa paine-ero höyrystää kylmäaineen uudelleen, jolloin kierto alkaa alusta. Jäähdytyskäytössä toimintaperiaate on käytännössä sama, mutta kierto tapahtuu toisin päin, jolloin kylmäaine sitoo lämpöenergiaa sisäyksikössä ja luovuttaa sen ulkoyksikössä. ([Scanoffice, n.d., Miten ilmalämpöpumppu toimii?](#)) Ilmalämpöpumpun hyötysuhde riippuu suoraan ulkolämpötilasta, joten mitä pienempi ero ulko- ja sisäilman välillä on, sitä parempi hyötysuhde saavutetaan. Ilmalämpöpumpun vuosihyötysuhde on normaalesti noin 250 prosenttia. ([Scanoffice, n.d., Ilmalämpöpumput suuriin tiloihin.](#))

Ilmalämpöpumpun valinnassa tulee huomioida asennuskohteen ympäristön aiheuttamat erityisvaatimukset. Esimerkiksi hitsaamossa esiintyy jonkin verran hitsauskaasuja, vaikka uusi ilmansuodatusjärjestelmä onkin vähentänyt niiden määrää huomattavasti. Tämän vuoksi sinne asennettavan sisäyksikön tulee olla suunniteltu pölyisiin ja likaisiin olosuhteisiin, jotta turvallinen ja tehokas käyttö voidaan taata. Esimerkkinä kohteeseen sopivasta laitteesta Mitsubishi Electric WDH-kiertoilmakone. ([Scanoffice, n.d., WDH-kiertoilmakone.](#)) Lisäksi ilmalämpöpumppujen säännöllinen puhdistus ja huolto on tärkeää. Monet

ilmalämpöpumput mahdollistavat myös useamman sisäyksikön liittämisen yhteen ulkoyksikköön. Tuotantotilojen korkeuden takia sisäyksiköt olisivat suositeltavaa asentaa mahdollisimman alas, jotta varmistetaan tilan alaosan tehokas lämmitys, eikä lämmin ilma karkaa heti katonrajaan. Yhtenä vaihtoehtona tuotantotiloihin on myös vesi-ilmalämpöpumppujen asennus, joissa puhaltimina käytetään teollisuuskäyttöön suunniteltuja vesikiertoisia lämmityspuhaltimia. Näiden rakenne on suunniteltu kestäämään pölyä ja likaa, mikä vähentää puhaltimien tukkeutumiseriskiä ja tekee niistä soveltuvia vaativiin olosuhteisiin. Nykyaikainen järjestelmä toimii hyvin jopa -25 °C pakkasella, joka takaa lämmityksen vuoden ympäri kovimpia pakkasia lukuun ottamatta ([Finess, n.d., Ilmavesilämpöpumppu - uusiutuvaa energiaa](#)). Vesi-ilmalämpöpumppujen lisäämien nykyisen öljylämmitysjärjestelmän rinnalla on helppoa, ja ne ovat myös yhdistettävissä tarvittaessa kauko- tai maalämpöjärjestelmään.

Työn tilaaja on antanut alustavan arvion, jonka mukaan lisäämällä ilmalämpöpumput öljylämmityksen rinnalle vuosittainen öljynkulutus laskisi noin 10 000 litraan. Voidaan siis arvioida ilmalämpöpumppujen kattavan noin 75–80 prosenttia lämmityksentarpeesta ja öljylämmityksen täydentävän lämmitystehoa kovempien pakkasten aikana. Suuremmat yhtenäiset tilat, kuten hitsaamo, ja koneiden varustelu tarvitsevat todennäköisesti useamman ulkoyksikön, jotta lämmitystarve saadaan täytettyä. Hitsaamon päädyssä olevat kaksi pienempää huonetta, levyosavalmistus, ohjaamoiden varustelu, varasto sekä näissä olevat toimistohuoneet tarvitsevat omat, mahdollisesti pienempitehoiset yksiköt, jotta jokaisen huoneen lämmitys toteutuu. Myös toimistotiloihin on tarkoitus asentaa ilmalämpöpumput niin, että jokaisen huoneen lämpötilaa kyetään säätämään erikseen. Tämä mahdollistaa miellyttävän työskentelylämpötilan asettamisen jokaiseen huoneeseen, mikä parantaa työmukavuutta. Toimistotiloihin asennettavilta ilmalämpöpumpuilta ei vaadita tuotantotiloja vastaavaa suojausta pölyltä ja lialta, joten edullisempien mallien käyttö on mahdollista.

Tehokkain lopputulos saadaan aikaiseksi, kun ilmalämpöpumppuihin erikoistunut yritys suunnittelee ja toteuttaa kohteeseen sopivan ratkaisun. Järjestelmät voidaan ostaa joko suoraan itselle, tai ostaa ne ns. leasing-sopimuksella, jolloin ilmalämpöpumput asentava yritys huolehtii myös pumppujen

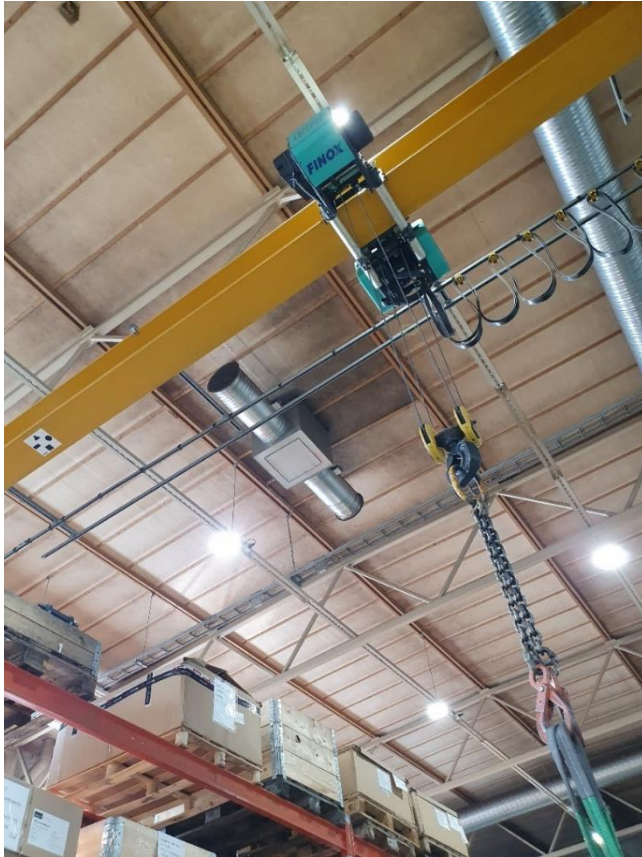
kunnossapidosta sopimuksessa sovitun ajan. Leasing-sopimuksella huoltokustannuksista ei tarvitse murehtia sen enempää ja käyttö on tilaajalle huolellista. Toisaalta kustannukset voivat olla suuremmat kuin järjestelmän omistamisesta ja omatoimisesta kunnossapidosta aiheutuvat kulut. Kummassakin tapauksessa huoltosuunnitelma on tärkeä osa järjestelmän toimintavarmuutta ja sen toteuttamiseen tulee sitoutua.

Jos arvioidaan ilmalämpöpumppujen kattavan 80 prosenttia lämmitysenergian tarpeesta ja loput 20 prosenttia lämmitetään öljyllä, voidaan arvioida vuotuiset lämmityskustannukset. Käyttämällä samaa vuoden 2021 energiantarvetta kuin maa- ja kaukolämmön laskuissa, saadaan vertailukelpoiset arviot. 250 prosentin vuosihyötysuhdetta käyttämällä ilmalämpöpumppujen sähkönkulutukseksi tulee 150 332 kWh ja öljylämmitykselle jäävä osuus vastaa noin 11 053 litraa öljyä 85 prosentin hyötysuhteella laskettuna. Vuoden 2025 alun sähkön ja öljyn hintaa käyttäen kokonaislämmityskustannukset ovat noin 27 470 euroa. Ilmalämpöpumppujen käyttö kesällä tilojen viilennykseen lisää sähkönkulutusta, joka näkyy myös sähkölaskun kasvuna.

6.1.4 Hukkalämmön talteenotto huippuimureista

Kokoonpano-osastossa on tällä hetkellä kaksi huippuimuria, jotka puhaltavat lämpimän ilman suoraan pihalle ilman minkäänlaista lämmön talteenottoa (Kuva 4). Näiden tilalle on mahdollista asentaa poistoilmalämpöpumppu (PILP), joka ottaa talteen lämpöenergiaa kiinteistöstä poistettavasta ilmasta ([Motiva, 2024, Poistoilmalämpöpumppu \(PILP\)](#)). Käytössä olevasta lämmitysjärjestelmästä riippuen talteen otettua lämpöenergiaa voidaan hyödyntää käytöveden tai lämmitysilmän lämmittämiseen. Tässä kohteessa todennäköisesti helpoin vaihtoehto olisi liittää huippuimurit korvaavat poistoilmalämpöpumput suoraan tuloilmaan IV-koneessa, joka vähentäisi tuloilman lämmityksen tarvetta. Esimerkkinä saatavilla olevasta LTO-järjestelmästä ovat Hydrocellin HCell patterit. Nämä koostuvat poisto- ja tuloilmakanaviin asennettavista pattereista, joiden välillä lämpöenergia siirtyy takaisin lämmityskierto. ([Hydrocell, 2023, LTO Tuotteet](#).) LTO-järjestelmät tulee aina mitoittaa kohteen

mukaan, joten energiasäästöjä on hankala arvioida. Tyypillisesti tämänkaltaisten järjestelmien energiatehokkuus on kuitenkin hyvä ja takaisinmaksuajat jäävät myös lyhyiksi.



Kuva 4. Toinen kokoonpano-osastossa olevista huippuimureista

6.2 Valaistuksen uusiminen

Erittelen valaistuksen päivittämisen tuotanto- ja toimistotilojen välillä erimallisten valaisimien takia. Tuotantotiloissa pyritään laskemaan jokaiselle osastolle erikseen valaistuksen päivittämisestä johtuvat kustannukset, mikäli päivittäminen halutaan tehdä useammassa osassa. Uusien valaisimien asennuskustannuksen arvioidaan olevan kolmannes valaisimen ostohinnasta. Molemmista tiloista on laskettu vanhojen valaisimien kokonaismäärät ja ne on kirjattu ylös taulukoihin 2 ja 3. Tuotantotiloissa on tällä hetkellä yhteensä 285 kappaletta 58W loisteputkea 134 valaisimessa.

Olettaen valaistuksen olevan käytössä 12 tuntia päivässä arkipäivisin, saadaan tuotantotilojen vuotuiseksi kokonaiskulutukseksi 51 574 kWh. Hitsaamon alueella on myös vanhoja monimetallilamppuja käyttäviä valaisimia yhteensä 26 kappaletta. Näitä ei päästy tarkistamaan tilan korkeuden takia, mutta voidaan arvioida esimerkkiä varten näiden käyttävän 400W lampun. Tällä arvolla vanhojen kattovalaisimien vuosikulutukseksi tulee 32 448 kWh.

Toimistotiloissa käytetään pääasiassa kuutta erimallista valaisinta, joiden vuotuisesti yhteiskulutukseksi tulee samaa käyttöastetta käyttäen 4189 kWh. Itse energiatehokkuuden parantumisesta muodostuvien säästöjen lisäksi LED-valaisimet vaativat myös vähemmän huoltoa, mikä laskee ylläpitokustannuksia entisestään. Loisteputken käyttöikä on yleensä noin 10 000 tuntia, kun LED-putkea voi käyttää 15 000–50 000 tuntia ennen kuin valoteho heikkenee huomattavasti. LED-valaisin ei myöskään tarvitse kuristinta, mikä vähentää valaisimen kuluvia osia ([Helen, 2024. Näin vaihdat loisteputket led-putkiksi](#)).

Taulukko 2. Vanhat valaisimet tuotantotiloissa osastoittain

Osasto	1x58w	2x58w	3x58w	Kattovalaisin
Sähköpääkeskus, edusta ja iv-huone	4	2		
Kokoonpano		22		
Ohjaamoiden varustelu		9		
Varasto		33		
Hitsaamo		20		7
Hitsaamo pääty	1	3		9
Hitsaamo pääty (CNC)		3		9
Levyosavalmistus				1
Maalaamo		15	22	

Taulukko 3. Vanhat valaisimet toimistotiloissa

Osasto	2x14w	4x14w	1x28w	2x28w	1x58w	Pisto- kanta
Alakerta		2	2	1	4	3
Yläkerta	10		13			11
Väestön- suoja					2	

6.2.1 Tuotantotilat

Tuotantotiloista kokoonpanossa, hitsaamossa ja levyosavalmistuksessa kattovalaisimia on jo päivitetty kokonaan tai osittain LED-valaisimiksi. Hitsaamossa vanhoja valaisimia on jäljellä vielä seitsemän kappaletta ja hitsaamon päätyhuoneissa molemmissa yhdeksän kappaletta. Levyosavalmistus-osastoon on yhtä lukuun ottamatta vaihdettu uudet valaisimet. Hitsaamossa ja levyosavalmistuksessa osaan vanhoista kattovalaisimien rungoista on asennettu uudet LED-valaisimet, mutta näiden tarkka malli ei ole minulle tiedossa. Kokoonpanoon on asennettu muutamia LED-loisteputkivalaisimia, mutta 58 watin loisteputkivalaisimia on edelleen runsaasti käytössä jokaisessa tilassa. Selkeyden vuoksi tässä työssä lasketaan kaikkien erimallisten loisteputkivalaisimien korvaamisen yhdellä valaisintyypillä ja kaikki kattovalaisimet omalla tyyppillään. Loisteputkivalaisimien korvaajana voi käyttää esimerkiksi Ledvancen DP HE 5TH 1500 P 40W ML 840 IP65 -valaisinta ([Ledvance, n.d., Damp Proof](#)) ja kattovalaisinten korvaajana HB P 147W 840 110DEG IP65 -valaisinta ([Ledvance, n.d., High Bay](#)). Näiden valaisimien IP-luokitus tarjoaa tarvittavan suojan pölyltä sekä mahdollisilta vesiroiskeilta, näin ottaen huomioon valaisimien käyttöympäristön.

Tarkan hinnan puuttuessa käytän arvioituna, arvonlisäverottomana hintana loisteputkivalaisimien korvaajalle 100 euroa ja kattovalaisimille 225 euroa kappaleelta. Jotta kustannusarvio säilyy mahdollisimman selkeänä, muodostan huoneista suurempia kokonaisuuksia. Sähköpääkeskus ja IV-huone sisältyvät kokoonpano-osastoon, ohjaamoiden varustelu varastoon sekä hitsaamon päädyssä olevat kaksi huonetta ja levyosavalmistus hitsaamoon.

Uusilla LED-valaisimilla vuotuinen sähkökulutus olisi samalla käyttöasteella 28 648 kWh, mistä saadaan vanhoihin valaisimiin verrattuna 55 374 kWh säästöä, mikä vastaa vuoden 2025 tammi-helmikuun aikaisen sähkönhinnan perusteella noin 5726 euron vuotuista säästöä. Näin ollen investointi maksaisi itsensä takaisin noin 4,5 vuodessa. LED-valaisimet vaativat myös vähemmän huoltoa, koska valaisimissa on vähemmän kuluvia osia ja LED-putken käyttöikä on pidempi.

Taulukko 4. Tuotantotilojen valaistuksen päivityksen kustannukset

Osasto	Valaisinten määrä	Yksikköhinta [€]	Hinta asennettuna [€]	Materiaalikustannukset (€)	Asennettuna [€]
Kokoonpano	28	100	133	2800	3724
Varasto	42	100	133	4200	5586
Hitsaamo	27	100	133	2700	3591
Hitsaamo kattovalaisin	26	225	300	5850	7800
Maalaamo	37	100	133	3700	4921
Yhteensä	160			19250	25622

6.2.2 Toimistotilat

Toimistotiloissa on tuotantotiloihin verrattuna käytössä huomattavasti monipuolisempi ryhmä valaisimia. Valaisimia on tällä hetkellä käytössä kattoon ja seinään asennettuna, sekä ripustettuina. Koska valaisimet ovat myös osa tilan sisustusta valaistustehtävänsä ohella, valaisimien korvaaminen suoraan toisella mallilla on haastavampaa. Paras lopputulos saavutettaisiin, mikäli yrityksen sisällä arvioitaisiin, minkälaiset valaisimet parhaiten sopisivat toimiston sisustusteemaan (Kuva 5). Tällaiseen kohteeseen soveltuvien valaisimien hinnat vaihtelevat paljonkin valmistajan, mallin ja ominaisuuksien mukaan.



Kuva 5. Toimistotiloissa valaisimet ovat myös osa sisustusta

Edullisempänä vaihtoehtona voi olla myös mahdollista muuttaa valaisin käyttämään LED-putkea. Tämä edellyttää yleensä kuristimen ja sytyttimen tai mahdollisen elektronisen liitäntälaitteen ohittamista tai poistamista. LED-putket ovat harvemmin yhteensopivat elektronisen liitäntälaitteen kanssa, mutta kuristinta ja sytytintä käyttävässä valaisimessa usein riittää, että sytyttimen tilalle vaihdetaan LED-sytytin. LED-putken tuotetiedoista tulee tarkistaa yhteensopi- vuus ennen asennusta. Sytyttimen ja loisteputken vaihto onnistuu maallikolta- kin, mutta mikäli valaisimen rakennetta tarvitsee muuttaa, tulee työn tekijän olla sähköalan ammattilainen. Valaisimien suuren hintaeron vuoksi ei lasketa tähän suoraan hankinta- ja asennuskustannuksia, mutta valaistuksen päivityk- sestä saatavasta energiatehokkuuden paranemisesta voidaan arvioida vuotui- nen säästö sähkönkulutuksessa.

Olettaen LED-valaisimien tuottavan loisteputkivalaisimia vastaavan valotehon keskimäärin 50 prosenttia alemmalla teholla, saataisiin toimistotilojen valais- tuksesta aiheutuva 4189 kWh kulutus puolitettua. 2094 kWh säästö

sähkönkulutuksessa vastaa vuoden 2025 tammi-helmikuun sähkönhinnoilla noin 216 euroa. Energiasäästön lisäksi myös ylläpitokustannukset laskisivat lamppujen pidemmän käyttöiän ansiosta. Tästäkin huolimatta, vaikka kaikki valaisimet saataisiin päivitettyä halvimmän vaihtoehdon mukaan vain putkea ja sytytintä vaihtamalla, olisi takaisinmaksuaika 216 euron vuosisäästöllä hyvinkin pitkä. Mikäli valaisimia joudutaan vaihtamaan kokonaan, tulee takaisinmaksuaika venymään entistä pidemmäksi. Toimistotilojen valaistuksen päivittäminen ei ole taloudellisesti perusteltavissa pelkästään energiatehokkuuden näkökulmasta pitkän takaisinmaksuajan takia. Toisaalta päivitys voisi parantaa työskentelymukavuutta valaistuksen paremman laadun ja tasaisuuden ansiosta.

7 YHTEENVETO JA POHDINTA

Tämän opinnäytetyön lopputuloksena työn tilaaja saa tärkeää tietoa kiinteistönsä energiatehokkuudesta ja kustannusarvot eri kehitysehdotuksista. Erityisesti työssä keskityttiin lämmitysjärjestelmän ja valaistuksen päivitykseen. Energiansäästöpotentialiaali ja vaihtoehtojen vertailu auttavat priorisoimaan investointeja tulevaisuudessa. Itselleni energiaselvityksen tekeminen oli käytännössä täysin uusi asia, joka osoittautui hyvinkin monipuoliseksi ja kiinnostavaksi aiheeksi. Työ tarjosi minulle hyvän mahdollisuuden perehtyä uuteen aiheeseen käytännössä.

Eri vaihtoehtoista lämmitysjärjestelmän päivittämiseen voi sanoa maalämmön olevan investoinneiltaan kallein, mutta tämän jälkeen myös vuotuiset lämmityskulut ovat pienimmät. Säästö olisi jopa 74 prosenttia öljylämmitykseen verrattuna. Kaukolämpöjärjestelmä puolestaan on yksinkertainen ja varma, koska lämmöntuotanto tapahtuu ulkoisesti. Investointikulut ovat todennäköisesti pienemmät verrattuna maalämpöön, mutta siltikin huomattavat. Öljylämmitykseen verrattuna vuotuiset lämmityskulut laskisivat jopa 42 prosenttia.

Kolmas vaihtoehto, ilmalämpöpumppujen lisääminen öljylämmityksen rinnalle on investoinniltaan halvin vaihtoehto ja tarjoaa noin 50 prosentin säästön lämmityskustannuksissa pelkkään öljylämmitykseen verrattuna. Se, kuinka kunnossapito järjestetään vaikuttaa myös hintaan. Vaihtoehtoina on järjestää työ itse tai ostaa palvelu ilmalämpöpumput toimittavalta yritykseltä.

Riippumatta valitusta lämmitysjärjestelmästä, kiinteistön sähköliittymän koko ja sähköpääkeskuksen kapasiteetti tulee tarkistaa ennen uuden järjestelmän hankintaa. On mahdollista, että nykyinen liittymä tai keskuksen kapasiteetti ei riitä, ja näitä joudutaan myös päivittämään. Näin saadaan taattua lämmitysjärjestelmän toimivuus nykyisen sähköjärjestelmän kanssa.

Tuotantotilojen osalta valaistuksen uusiminen on ehdottomasti suositeltavaa paremman energiatehokkuuden, työmukavuuden ja turvallisuuden kannalta. Valaistuspäivityksen takaisinmaksuaika on arviolta vain noin 4,5 vuotta, joka on hyvinkin nopea. Toimistotiloissa valaistuksen päivittämistä ei voi suositella pelkästään energiatehokkuuden kannalta, sillä säästöt jäävät hyvinkin pieniksi. Toisaalta myös täällä uuden valaistuksen tuoma parempi valonlaatu parantaisi työmukavuutta. Näiden tulosten avulla tilaaja voi perustellusti arvioida, mitkä kehitystoimet ovat kustannustehokkaimpia ja mitkä toimenpiteet ovat kannattavia toteuttaa.

LÄHTEET

Energiatehokkuuslaki 1429/2014. <http://data.finlex.fi/eli/sd/2014/1429/ajantasa/2024-12-19/fin>

Finess. (n.d.). Ilmavesilämpöpumppu – uusiutuvaa energiaa. Haettu 23.5.2025 osoitteesta: <https://finess.fi/laitteet/lampopumput/ilma-vesilampopumput/>

Gebwell. (n.d.). Kerrostalon kaivokentän suunnittelu. Haettu 18.4.2025 osoitteesta: <https://gebwell.fi/maalampo/kerrostalon-kaivokentan-suunnittelu/>

Gebwell. (n.d.). Maalämpöpumpun mitoitus kerrostaloon. Haettu 18.4.2025 osoitteesta: <https://gebwell.fi/maalampo/maalampopumput-kerrostaloissa-mitoita-maalampopumppusi-oikein/>

Helen. (2.1.2024). Näin vaihdat loisteputket led-putkiksi. Haettu 23.4.2025 osoitteesta: <https://www.helen.fi/artikkelit/2024/loisteputki-led-putkeksi>

Hydrocell. (2023). LTO Tuotteet. Haettu 11.5.2025 osoitteesta: <https://hydrocell.fi/lammontalteenotto/tuotteet-lto/>

Lampila, J. (3.1.2017). Lopetetaan öljylämmitys pientaloissa. Energiatalous. <https://www.energiatalous.fi/?p=799>

Ledvance. (n.d.). DP HE 5TH 1500 P 40W ML 840 IP65. Haettu 23.4.2025 osoitteesta: <http://bit.ly/4i9soLy>

Ledvance. (n.d.). HB P 147W 840 110DEG IP65. Haettu 23.4.2025 osoitteesta: <https://bit.ly/4mimbjF>

Lämpöykkönen. (21.10.2024). Maalämmön hyötysuhde: Tehokasta energian käyttöä. Haettu 18.4.2025 osoitteesta: <https://lampoykkonen.fi/lampome-dia/artikkelit/maalammon-hyotysuhde-tehokasta-energian-kayttoa/>

Motiva. (6.3.2025). Ilmalämpöpumppu (ILP). Haettu 4.5.2025 osoitteesta: https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/lampopumput/lampopumputeknologiat/ilmalampopumppu

Motiva. (3.1.2025). Kaukolämpö. Haettu 29.4.2025 osoitteesta: https://www.motiva.fi/koti_ ja_ asuminen/energiatehokas_pientalo/pientalon_lammitys/kaukolampo

Motiva. (29.7.2024). Poistoilmalämpöpumppu (PILP). Haettu 11.5.2025 osoitteesta: https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/lampopumput/lampopumpputeknologiat/poistoilmalampopumppu

Muurlan Elektroniikka Oy. (17.9.2001). Käyttöohje ME-Platin 18F versio 3.9. <http://me-platin.com/media/k1709ohje.pdf>

MV-Jäähdytys. (6.4.2021). Kylmän tekemisen lyhyt oppimäärä. <https://mv-jaahdytys.fi/kylman-tekemisen-lyhyt-oppimaara/>

Mäkelä, J. (27.3.2025). Energiatukilinjaukset 2025. Business Finland. https://www.motiva.fi/files/23403/1_Energiatukilinjaukset_2025_Jussi_Makela_Business_Finland.pdf

Pirinen, P., Simola, H., Nevala, S., Karlsson, P. & Ruuhela, R. (2014). Ilmas-
tonmuutos ja lämmitystarveluku paikkatietoarvioina Suomessa. Ilmatieteen
laitos. <https://helda.helsinki.fi/server/api/core/bitstreams/c01b29f1-4713-469d-8b9c-c2e249c80f9c/content>

Polartherm Oy (1.2021). Tuotekortti: Polar E. <https://polartherm.fi/wp-content/uploads/2021/01/tuotekortti-polar-e-tuotek.pdf>

Rauman Energia. (2025). Kaukolämmön hinnasto. Haettu 29.4.2025 osoit-
teesta: <https://raumanenergia.fi/kaukolampo/kaukolammon-hinnasto>

Rauman Energia. (n.d.). Tietoa kaukolämmöstä. Haettu 29.4.2025 osoit-
teesta: <https://raumanenergia.fi/kaukolampo/tietoa-kaukolammosta>

Scanoffice. (n.d.). Ilmalämpöpumput suuriin tiloihin. Haettu 4.5.2025 osoit-
teesta: <https://scanoffice.fi/kiinteistotuotteet/ilmalampopumput-suuriin-tiloihin/>

Scanoffice. (n.d.). Miten ilmalämpöpumppu toimii? Haettu 4.5.2025 osoit-
teesta: <https://scanoffice.fi/ilmalampopumput/opas/mika-on-ilmalampo-pumppu/miten-ilmalampopumppu-toimii/>

Scanoffice. (n.d.). Mitsubishi Electric WDH-kiertoilmakoje. Haettu 5.5.2025
osoitteesta: <https://scanoffice.fi/kiinteistotuotteet/ilmalampopumput-suuriin-tiloihin/tuotteet/mitsubishi-electric-wdh-kiertoilmakoje/>

Systemair. (n.d.). VBC-vesipatterikanavalämmittimet. Haettu 2.5.2025 osoit-
teesta: <https://www.systemair.com/fi-fi/tuotteet/puhaltimet/lisatarvikkeet/me-kaaniset-lisatarvikkeet/lammitys-ja-jaahdytyspatterit/vesipatterikanavalammit-timet/vbc?sku=5462>

Thermia. (n.d.). Maalämmön toimintaperiaate. Haettu 18.4.2025 osoitteesta:
<https://www.thermia.fi/maalampo/maalampo1/miten-maalampo-toimii/>

Tutkimuseettinen neuvottelukunta. (2019.). Ihmiseen kohdistuvan tutkimuk-
sen eettiset periaatteet ja ihmistieteiden eettinen ennakoarviointi Suomessa.
Haettu osoitteesta: <https://tenk.fi/fi/ohjeet-ja-aineistot>

Valtioneuvoston asetus energiakatselmuksesta 20/2015. <https://www.fin-lex.fi/fi/lainsaadanto/saaduskokoelma/2015/20>

VTS Group. (n.d.). Volcano. Haettu 2.5.2025 osoitteesta:
<https://vtsgroup.com/heating-units>