

Kiinteistöjen energiatehokkuuden tarkastelu

Case: Kouvolan kulttuuritalot

LAB-ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK), Ympäristö- ja energiatekniikka

2021

Teemu Ollikainen

Tiivistelmä

Tekijä(t) Ollikainen, Teemu	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Valmistumisaika 2021
	Sivumäärä 47	
Työn nimi Kiinteistöjen energiatehokkuuden tarkastelu Case: Kouvolan kulttuuritalot		
Tutkinto Insinööri (AMK)		
Toimeksiantajan nimi, titteli ja organisaatio Marko Pirinen, Talotekniikan asiantuntija, Kouvolan kaupungin tilapalvelut		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli tarkastella kahden Kouvolan alueen kulttuuritalon energiatehokkuutta sähkön-, lämmön- ja ominaiskulutuksen perusteella ja tehdä siltä pohjalta energiatehokkuuden parantamisehdotukset ja arvioida investointien kustannuksia. Opinnäytetyöllä tavoitellaan energiankäytön tehostamisen erilaisia mahdollisuuksia ja sitä vaativien toimenpiteiden tiedostamista. Näihin tavoitteisiin päästään korjaamalla nykyisten energiaratkaisujen puutteita ja investoimalla uusiin ratkaisuihin.</p> <p>Opinnäytetyötä varten tarkasteltiin, millainen on Kouvolan kulttuuritalojen nykytilanne energiankulutuksen ja rakenteiden kunnon suhteen. Tarkastelu tehtiin perehtymällä Kouvolan kaupungilta saatujen materiaalien ja energiankulutustilastojen perusteella sekä tulkitsemalla paikan päällä tehtyjä havaintoja ja lämpökuvaustuloksia. Tilastoista koottiin taulukoita, joista selviää vuosittaiset energiankulutuksen määrät sekä mahdolliset poikkeamat. Tarkastelun tuloksista selvisi, että kiinteistöjen korkeaan sähkönkulutukseen vaikuttavat vanhat laitteistot ja kiinteistöjen rakenteelliset puutteet.</p> <p>Opinnäytetyössä käydään myös yleisesti läpi energiatehokkuuteen ja energiankäyttöön liittyviä tutkimuksia, jotta erilaisista vaihtoehtoista saataisiin laajempi käsitys. Lisäksi opinnäytetyössä käytettiin hyväksi lämpökuvauksia, joiden avulla saatiin selville molempien kiinteistöjen lämpövuodot sekä eristykseen liittyvät puutteet. Kaikkia näitä tietoja käytettiin lopussa hyväksi kulttuuritalojen parannusehdotuksia ja investointeja laatiessa.</p> <p>Energiatehokkuuden parantamisen tärkeimpinä kehittämisehdotuksina pidin aurinkoenergian käyttöönottoa, ilmanvaihtojärjestelmän uusimista, sekä ikkunoiden ja sisäankäyntien lämpövuotojen korjaamista. Nämä kehityskohdat huomioitaessa saadaan hyvä pohja kohti parempaa energiatehokkuutta.</p>		
Asiasanat Energiatehokkuus, investointi, kulttuuritalo, lämpökuvaus, kehittämisehdotus		

Abstract

Author(s) Ollikainen, Teemu	Type of Publication Thesis, UAS	Published 2021
	Number of Pages 47	
Title of Publication A review of properties energy efficiency Case: Cultural houses of Kouvola		
Name of Degree Engineer (UAS)		
Name, title and organization of the client Marko Pirinen, Specialist of building services, Kouvola city facility services		
<p>Abstract</p> <p>The goal of this thesis was to examine the energy efficiency of two cultural houses in the city of Kouvola on the basis of electricity, heat and specific consumption and to make energy efficiency development proposals and estimate the cost of the investments. The aim of the thesis is to seek various possibilities for more efficient energy use and to recognize the measures that require it. These goals will be achieved by repairing the shortcomings of existing energy solutions and by investing in new ones.</p> <p>For the thesis, a review was made of the current situation of Kouvola cultural houses in terms of energy consumption and the condition of structures. The review was done by orienting with the materials and statistics obtained from the city of Kouvola, and by utilizing my own observations and the thermal imaging results made on the spot. From the statistics were made charts to show the annual amounts of energy consumption and possible deviations. The results of the review revealed that the properties high electricity consumptions are affected by an old equipment and structural deficiencies.</p> <p>The thesis also generally reviews studies related to energy efficiency and energy use in order to gain a wider understanding of different options. In addition, thermal imaging was used in the thesis, which helped to find out the properties heat leaks and the deficiencies related to insulation. All this information was used in the end to draw up the investments.</p> <p>In my opinion the most important suggestions in energy efficiency development proposals were the commissioning of solar energy, the renewal of the ventilation system, and the repairs of heat leaks in windows and entrances. Taking these developments into account provides a good basis for better energy efficiency.</p>		
Keywords Energy efficiency, investment, cultural house, thermal imaging, development proposal		

Sisällys

1	Johdanto.....	1
2	Tietoa kulttuuritaloista.....	3
2.1	Kouvolatalo.....	3
2.2	Kuusankoskitalo	5
3	Energiatehokkuus ja sen tavoitteet	8
3.1	Energiatehokkuus Suomessa	8
3.2	Energiaratkaisut Suomessa	8
3.3	Tavoitteet energian käytössä	10
4	Kulttuuritalojen energiankulutus	12
4.1	Kouvolatalo.....	12
4.1.1	Sähkönkulutus	12
4.1.2	Kaukolämmön kulutus	14
4.1.3	Veden kulutus.....	16
4.1.4	Ominaiskulutus	17
4.2	Kuusankoskitalo	18
4.2.1	Sähkönkulutus	18
4.2.2	Kaukolämmön kulutus	20
4.2.3	Ominaiskulutus	22
5	Lämpökuvaukset.....	24
5.1	Lämpökuvaus	24
5.2	Lämpökuvauksen tarkoitus	24
5.3	Työssä käytetty kuvausmenetelmä	25
5.4	Kohteiden lämpökuvaustulokset	26
6	Energiatehokkuuden parantaminen	39
6.1	Ratkaisuja parempaan energiatehokkuuteen	39
6.2	Kouvolatalon kehittämis ehdotukset ja investoinnit	40
6.3	Kuusankoskitalon kehittämis ehdotukset ja investoinnit	43
7	Yhteenveto	46
	Lähteet	48

1 Johdanto

Energiatehokkuudella tarkoitetaan energian tarpeen vähentämistä ja sen suurin tavoite on kasvihuonekaasupäästöjen kustannustehokas vähentäminen. Parempaan energiatehokkuuteen pyritään muun muassa tuontienergiatarpeen vähentämisellä, energiakustannuksien pienentämisellä tai resurssitehokkuuden parantamisella. Energiatehokkuuden parantamiseen pyritään nykyisin yhä enemmän myös rakentamisvaiheesta lähtien, jotta suurempiin remontteihin ei olisi myöhemmin tarvetta. Paremman energiatehokkuuden saavuttaminen koostuu monesta eri osa-alueesta ja niiden ylläpitämisestä. Nämä kaikki osa-alueet pyritään ottamaan opinnäytetyössä huomioon.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tarkastella kahden Kouvolan alueen kulttuuritalon energiatehokkuutta sähkön-, lämmön- ja ominaiskulutuksen perusteella ja havaita siltä pohjalta energiatehokkuuden kehittämisehdotuksia sekä arvioida investointien kustannuksia. Kehittämis ehdotusten kustannukset ovat vain arvioita, sillä moni investointi tulisi vaatimaan tarjouspyyntöä tarkemman hinnan määrittämiseksi. Opinnäytetyön keskeiset tavoitteet olivat kiinteistöjen energiaratkaisujen puutteiden havaitseminen, mahdollisten lämpövuotojen selvittäminen sekä energiatehokkuuden parantaminen korjaustöiden ja investointien avulla, jotta kulttuuritalojen energiatehokkuutta saataisiin parannettua. Opinnäytetyön aiheen ja tavoitteet on antanut Kouvolan kaupungin tilapalvelut ja yhteyshenkilönä toimi talotekniikan asiantuntija Marko Pirinen. Energiatehokkuustarkastelun kohteena ovat kulttuuritalot Kouvolatalo ja Kuusankoskitalo.

Opinnäytetyön aihe on erittäin ajankohtainen ja monitahoinen, mikä vaikutti merkittävästi niin tarkastelun luonteeseen kuin myös kehittämis ehdotusten ja investointien sisällön muodostumiseen ja laajuuteen. Tässä opinnäytetyöraportissa käsitellään parantamisehdotusten ja investointien lisäksi sen taustalla vaikuttavaa tutkimustyötä sekä esitetään niiden perusteella johtopäätöksiä. Opinnäytetyössä käytetyt materiaalit koostuivat Kouvolan kaupungilta saaduista dokumenteista, tilastoista ja haastatteluista sekä energiatehokkuuteen liittyvistä tutkimuksista. Lisäksi osa käytetyistä materiaaleista on itse hankittua, kuten esimerkiksi lämpökuvauksista saatu materiaali sekä paikan päällä tehdyt havainnot ja muistiinpanot. Lämpökuvauksiin käytettiin FLIR E6-XT-lämpökameraa.

Opinnäytetyön tuloksena Kouvolan kaupungille laadittiin energiatehokkuuskatsaus kulttuuritalojen nykytilanteesta sekä toimintasuunnitelma tulevaisuudessa mahdollisesti toteutettavista hankinnoista energiatehokkuuden parantamiseksi. Opinnäytetyöllä tavoitellaan energiankäytön tehostamisen erilaisia mahdollisuuksia ja sitä vaativien toimenpiteiden tiedostamista. Opinnäytetyön sisältö on laadittu siten, että sitä voi käyttää tukena tulevia investointeja suunnitellessa. Opinnäytetyön sisällön perusteella voidaan todeta, että

rakennuksen energiatehokkuus koostuu monen eri osa-alueen muodostaman kokonaisuuden hallinnasta. Erityisesti huomiota tulee kiinnittää nykyisten energiaratkaisujen laadullisten tekijöiden täyttymiseen ennen suuria investointeja, jotta kustannukset eivät koidu liian suuriksi.

Käyn opinnäytetyössä aluksi yleisesti kulttuuritalot läpi, jotta rakennukset tulevat tutuiksi ja lähtötilanteesta saadaan selkeä kuva. Seuraavaksi tuon esiin energiatehokkuuden käsitteenä ja kerron, miten Suomessa otetaan energiatehokkuus huomioon ja mitkä ovat sen tulevaisuuden tavoitteet. Sitten tutkin kulttuuritalojen energiankulutuslukemia ja tulkitSEN niiden tuloksia taulukoiden avulla. Sen jälkeen kerron lämpökuvauksen perusperiaatteista ja kuvauksissa käytetystä lämpökamerasta sekä siitä, minkälaisia tuloksia kulttuuritalojen lämpökuvauksissa saatiin. Lopuksi tarjoan rakennuksille kehittämis ehdotuksia ja investointeja sekä johtopäätöksenä arvioin opinnäytetyötä kokonaisuutena.

2 Tietoa kulttuuritaloista

2.1 Kouvolatalo

Kouvolatalo (kuva 1) on Helsinkiläisen Erkki Valovirran suunnittelema koulutus- ja kulttuurikeskus, joka edustaa postmodernia arkkitehtuuria. Kouvolatalo on rakennettu kahdessa vaiheessa vuosina 1982 ja 1987 ja Kouvolan kaupungilta saatujen tilastojen mukaan huoneistojen pinta-ala on 8937,5 m². Kouvolatalo sijaitsee hyvällä paikalla lähellä Kouvolan keskustaa vain lyhyen kävelymatkan päässä matkakeskukselta ja ydinkeskustasta. Lisäksi Kouvolatalon läheisyydestä löytyy paljon pysäköintitilaa ja se on suunniteltu kokonaan esteettömäksi tilojen helppokäyttöisyyttä ajatellen. (Kouvolan kulttuuritalot 2020a; Kouvolatalo, 1-2.)



Kuva 1. Kouvolatalon edusta (VisitKouvola 2016)

Kouvolatalon tilojen käyttö on monipuolista, ja osa tiloista voidaan vuokrata erilaisiin tarkoituksiin. Näihin kuuluvat niin konsertit, muotinäytökset kuin kongressitkin. Osa Kouvolatalon tiloista kuuluu ainoastaan opetuskäyttöön, kuten Pohjois-Kymen musiikkiopiston tilat. Lisäksi Kouvolatalossa on tilat niin taidemuseolle (kuva 2) kuin nuorisotoiminnallekin. Myös joillekin Kouvolan kaupungin toimistoille ja työhuoneille on omat tilansa Kouvolatalolla. (Kouvolatalo, 1.)



Kuva 2. Kouvolatalon Poikilo-museon esittelytila

Kouvolatalon pääsalina toimii Simelius-sali, joka on nimetty filosofian tohtori Aukusti Simeliuksen mukaan (kuva 3). Simelius-sali on 314 paikkainen loivasti laskeutuva sali, joka on kattavan valo- ja äänilaitteistonsa ansiosta sekä akustiikkansa ja kokonsa puolesta Kymenlaakson parhaita saleja erilaisten konserttien sekä seminaarien järjestämiseen. Simelius-salin pinta-ala on 377,3 m². (Kouvolan kulttuuritalot 2020b.) Honka-sali on toinen Kouvolatalon saleista ja tässä salissa on induktiosilmukka, joka palvelee kuulolaitetta käyttäviä kävijöitä (Kouvolan kulttuuritalot 2020c). Lisäksi Kouvolatalossa on monia kokoushuoneita, kuten 24-paikkaiset kokoushuoneet Arvola ja Tynnilä sekä 12-paikkainen kokoushuone Resiina. Kesällä pidettäviä näytöksiä varten Kouvolatalossa on myös ulkonäyttämön. (Kouvolan kulttuuritalot 2020a.)



Kuva 3. Simelius-salin näyttämö

Nykyiset energiaratkaisut ja niiden käyttö

Kouvolatalon nykyisenä lämmitysratkaisuna toimii kaukolämpö, eikä käytössä ole minkäänlaista rinnakkaista lämmitysjärjestelmää kaukolämmön tueksi (Saarinen 2021). Kouvolatalon kaukolämmön toimittajana toimii paikallinen KSS-Energia, joka johtaa kaukolämmön maan alla Kouvolatalon käyttöön. Suomessa kaukolämpö on todella suosittu lämmitysratkaisu. Kaukolämmön valmistusprosessi suoritetaan erillistuotantona lämpölaitoksissa sekä yleisimmin yhteistuotantolaitoksissa. Kaukolämmön tuotanto etenee siten, että yhteistuotantolaitoksessa tuotettavasta sähköstä ja lämmöstä otetaan talteen hukkalämpö, joka muodostuu turbiineissa. Yhteistuotannossa tuotettava kaukolämpö on todettu energiatehokkaammaksi ratkaisuksi, ja sitä suositaankin nykyisin enemmän kuin erillisissä lämpölaitoksia tuotettua kaukolämpöä. Kaukolämmön tuotannosta ei koidu suuria ympäristöhaittoja varsinkaan silloin, jos tuotannossa käytetään uusiutuvaa energiaa. Kaukolämmön tuotannossa käytettävä polttoaine on usein joko puuta, maakaasua, turvetta tai kivihiihtä. (Motiva 2019a.)

Kouvolatalon ilmanvaihtojärjestelmä on osittain uusittu. Pieni osa ilmanvaihtokanavista uusittiin kesällä 2019 ja loput ovat tarkoitus uusida kevään 2021 aikana. Ilmanvaihtojärjestelmän uusiminen tapahtuu samalla suoritettavan katto remontin aikana, jotta remontista johtuvia haittoja ei tarvitse käydä montaa kertaa läpi. Kouvolatalon vanha kuparikatto on kärsinyt vuoto-ongelmista jo vuosia, joten uusi sinkitty teräspeltikatto tulee auttamaan myös energiakustannuksissa. (Pirinen 2020.) Kouvolatalon vanha ilmanvaihtojärjestelmä on alkuperäinen, joten uuden järjestelmän odotetaan tuovan merkittäviä parannuksia niin rakennuksen energiatehokkuuteen kuin sen sisäilman laatuun. Lisäksi Kouvolatalolla on vuosien aikana tehty julkisivun kunnostusremontteja aina kun on ollut tarvetta. (Saarinen 2021.)

2.2 Kuusankoskitalo

Kuusankoskitalo on arkkitehtitoimisto Brunow & Maunulan vuonna 1985 suunnittelema kulttuuritalo Kuusankosken keskustassa (kuva 4). Kuusankoskitalon kokonaispinta-ala on Kouvolan kaupungilta saatujen sähkönkulutuksen tilastojen mukaan 5410 m². Sijainniltaan Kuusankoskitalo on hyvällä paikalla, sillä se sijaitsee Kuusankosken ydinkeskustassa Kymijoen varrella. Kuusankoskitalo on kävelymatkan päässä lähimmältä hotellilta ja kaikki muutkin tärkeät palvelut löytyvät vierestä. Kuusankoskitalolla on myös maksuton pysäköintipaikka, ja sen tilat ovat helppokäyttöisiä esteettömyyden ansiosta. Kuusankoskitalo pystyy tarjoamaan paljon erilaisia mahdollisuuksia monenlaisten tilaisuuksien, kuten messujen, seminaarien, kulttuurielämysten ja kokouksien järjestämiseen. (Kouvolan kulttuuritalot 2020d.)



Kuva 4. Kuusankoskitalon edusta

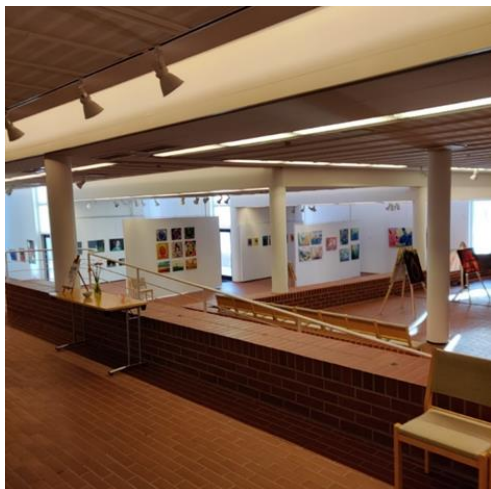
Kuusankoskitalon suurin sali, Kuusaasali, on kooltaan 561,4 m² ja sinne mahtuu yhteensä 486 ihmistä, mikä tekee siitä Kouvolan suurimman konserttisalin (kuva 5). Kuusaasalin erilaisiin ominaisuuksiin kuuluvat muun muassa avoin langaton internetyhteys, monipuolinen tekniikka kokousten järjestämiseen sekä käytössä olevan akustiikan hyvä laatu. Lisäksi Kuusaasalissa järjestettävät konsertit ja esitykset pystytään myös videoimaan sekä äänittämään, mikä lisää sen käyttömahdollisuuksia. (Kouvolan kulttuuritalot 2020e.) Kuusankoskitalossa on myös toisena salina Voikkaasali, jonka käyttö soveltuu parhaiten teatteritoimintaan. Kokoustiloja Kuusankoskitalolla on neljä ja niitä pystytään hyödyntämään hyvin niiden kokoerojen ansiosta. (Kouvolan kulttuuritalot 2020d.)



Kuva 5. Kuusaasalin näyttämö

Kuusankoskitalossa toimii myös kaikille avoin galleria, jonka näyttelyt vaihtuvat kuukausittain (kuva 6). Taidenäyttelytila on kooltaan 380 m² ja sen pystyy tarvittaessa jakamaan kolmeen osaan liikuteltavien väliseinien ansiosta. Galleriaankin on esteetön pääsy, joka tekee

siitä kaikille helppokäyttöisen. (Kouvolan kulttuuritalot 2020f.) Kuusankoskitalolla on myös ulkonäyttämö, joka sijaitsee rakennuksen takana Kymijoen puolella (Kouvolan kulttuuritalot 2020g).



Kuva 6. Kuusankoskitalon näyttelytila

Nykyiset energiaratkaisut ja niiden käyttö

Myös Kuusankoskitalon lämmitysratkaisuna käytetään kaukolämpöä ja sen toimittaja on sama kuin Kouvolaalalla eli KSS-Energia. Kuusankoskitalon kaukolämpöjärjestelmä on alkuperäinen, eikä siihen ole tehty mitään muutoksia. Myöskään Kuusankoskitalolla ei ole otettu minkäänlaista rinnakkaista lämmitysjärjestelmää käyttöön kaukolämmön tueksi. (Pirinen 2020.) Kuusankoskitalolla on nykyisin käytössä myös sen alkuperäinen ilmanvaihtojärjestelmä, joka tulisi vaihtaa uudempaan vanhan ollessa todella huonokuntoinen (kuva 7). Kuusankoskitalolla ei ole myöskään tehty lähes ollenkaan remontteja laitteistoihin eikä rakenteisiin. Ainoat rakennus- ja kunnostustoimenpiteet, joita Kuusankoskitalolla on tehty, ovat olleet julkisivun ja katon kunnostusremontit. (Saarinen 2021.)



Kuva 7. Kuusankoskitalon ilmanvaihtokanava

3 Energiatehokkuus ja sen tavoitteet

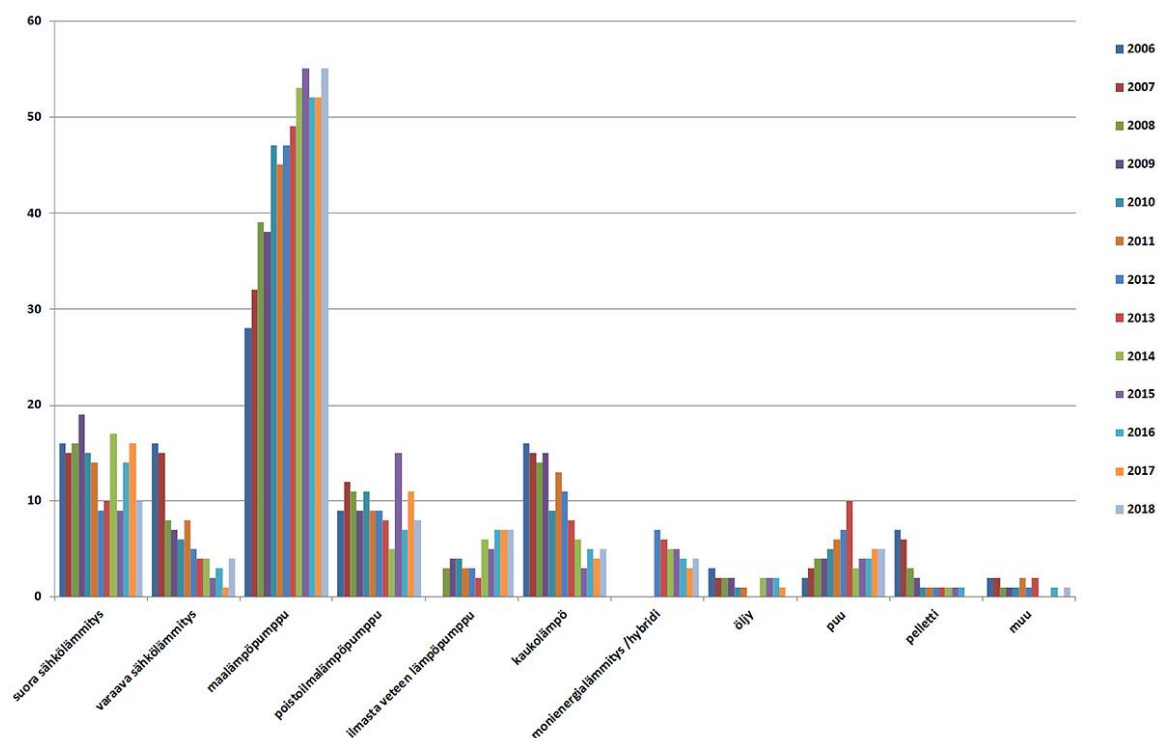
3.1 Energiatehokkuus Suomessa

Energiatehokkuudella tarkoitetaan energian tarpeen vähentämistä ja sen suurin tavoite on kasvihuonekaasupäästöjen kustannustehokas vähentäminen. Parempaan energiatehokkuuteen pyritään muun muassa tuontien energiatarpeen vähentämisellä, energiakustannuksien pienentämisellä tai resurssitehokkuuden parantamisella. Energiakustannuksissa säästäminen ja resurssitehokkuus ovat tärkeitä asioita energiatehokkuuden suhteen ja kustannuksissa säästäminen on tärkeä osa myös tätä opinnäytetyötä. Energiatehokkuudella on valtava merkitys ilmastomuutokseen sekä ympäristönsuojeluun, sillä energiatehokkuus parantaa molempien tilannetta huomattavasti. Energiatehokkuus kasvattaa myös uusiutuvien energianlähteiden käyttöä sen ollessa energiankulutusta säästävä vaihtoehto. (Työ- ja elinkeinoministeriö.)

Energiatehokkuuden suhteen Suomi on maailman kärkeä. Hyviin energiatehokkuus tuloksiin on Suomessa johtanut muun muassa sähkön ja lämmön yhteistuotanto, energiakatselmusten johdonmukainen toteuttaminen sekä energiatehokkuussopimusjärjestelmä, johon vapaaehtoisuus on perustana. (Työ- ja elinkeinoministeriö.) Suomessa on myös käytössä energiatehokkuuslaki, jolla pyritään parempaan energiatehokkuuteen suurissa yrityksissä, teollisuuslaitoksissa, joissa voi kertyä ylijäämälämpöä sekä yrityksissä, jotka myyvät tai jakavat sähköä, kaukolämpöä, kaukojäähdytystä tai polttoainetta. Lain tarkoituksena on energiatehokkuuden parantaminen energiakatselmuksien, ylijäämälämmön hyödyntämisen sekä energiamarkkinoilla toimivien yritysten velvollisuuden tarkentamisella. (Energiatehokkuuslaki 1429/2014 1-2 §)

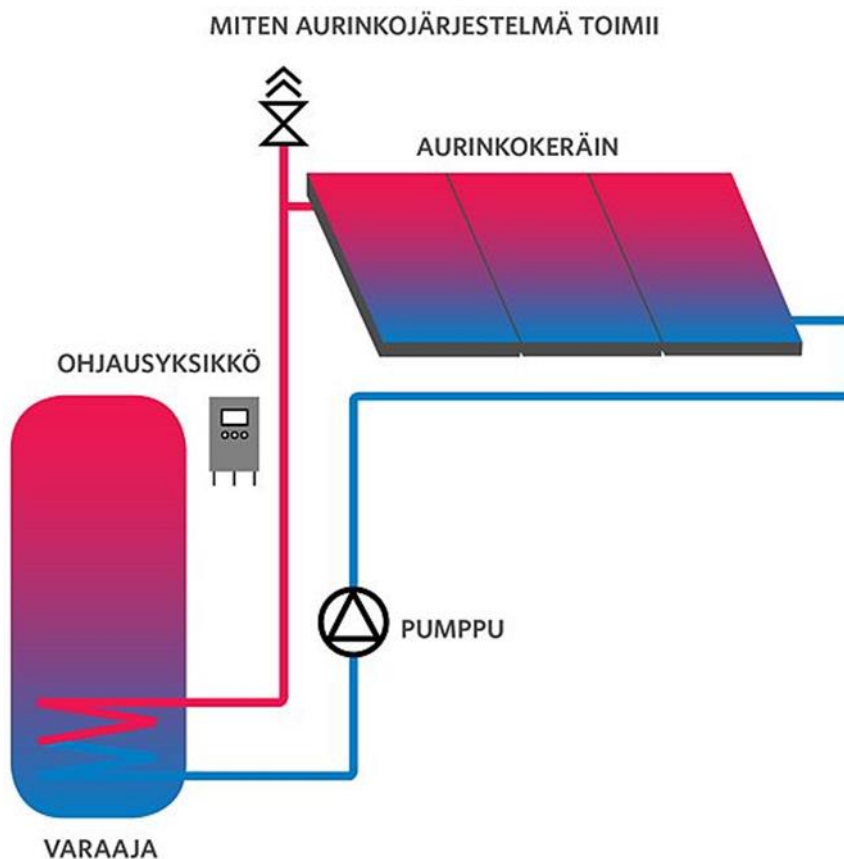
3.2 Energiaratkaisut Suomessa

Kiinteistön lämmityksestä huolehtivan järjestelmän valintaan tulisi rakentaessa käyttää aikaa ja pohtia mikä lämmitysjärjestelmä soveltuisi kyseisen rakennuksen tarpeisiin parhaiten. Kuten kuviosta 1 näkee, niin suurimpia Suomessa käytettäviä lämmitysjärjestelmiä ovat muun muassa maalämpö, kaukolämpö, sähkölämmitys, poistoilmalämpöpumppu, ilmasta veteen lämpöpumppu sekä lämmitys öljyn tai puun avulla. Kuvion 1 tilastoissa on käytetty omakotitalojen lämmitysjärjestelmien markkinaosuuksia. (Motiva 2019b.) Näistä selvästi energia- ja kustannustehokkain ratkaisu on maalämpö. Maalämpöpumppu tarvitsee sähköä toimiakseen, mutta suurin osa sen tuottamasta lämmöstä tulee uusiutuvana energiana joko maaperästä, kalliosta tai vedestä. Maalämpö on myös erittäin kustannustehokas sekä helpokäyttöinen. Alun investoinnin jälkeen käyttökustannukset ovat matalat sekä maalämpöpumppua ei juurikaan tarvitse huoltaa. (Motiva 2020a.)



Kuvio 1. Lämmitysjärjestelmien markkinaosuus uusissa omakotitaloissa vuosina 2006-2018 (Kuvan lähde: Pientalorakentamisen kehittämiskeskus ry, PRKK, viitattu lähteessä Motiva 2019b)

Lisäksi uusiutuvasta energiasta varsinkin aurinkoenergiaa voidaan hyödyntää sekä sähkön tuotannossa, että rakennuksen lämmityksessä. Aurinkoa voidaan hyödyntää aktiivisesti aurinkokeräimien avulla sähköntuotantoon. Aurinkokeräimet asetetaan yleensä rakennuksen katolle keräämään auringon säteilystä koostuvaa energiaa, josta se siirtyy lämpövarastoon. Lämpövarastosta se voidaan ottaa käyttöön ja hyödyntää käyttökohteisiin. Aurinkojärjestelmä koostuu yleensä keräimien ja lämpövaraston lisäksi lämpöputkista, joista sähköä siirretään (kuva 8). (Motiva 2020b.) Aurinkoenergian talteenottoa varten on kehitetty myös akku, joka kestää sen latausta ja purkausta. Akun keräämää energiaa voidaan täten hyödyntää sekä öisin, että pilvisinä päivinä. Aurinkoenergian käyttöä haittaavat lähinnä vain vaihtelevat sääolot ja auringon säteilyn määrä vuodenaikojen mukaan. (Energiatoteellisuus.)



Kuva 8. Aurinkojärjestelmä koostuu aurinkolämpökeräimestä, pumpusta ja varaajasta (Motiva 2020b)

Myös hyvä ja energiatehokas ilmanvaihto on erittäin tärkeää rakennuksen energiankulutuksen suhteen. Peräti 20-40 prosenttia normaalin omakotitalon lämmittämisen energiasta johdetaan ilmanvaihdosta. Oikeanlaisella ilmanvaihtojärjestelmällä voidaan siis säästää huomattavasti energiakuluissa ja sillä voidaan vaikuttaa kiinteistön energiatehokkuuteen. On olemassa kahdenlaisia ilmanvaihtojärjestelmiä. Koneellinen ilmanvaihto sekä painovoimainen ilmanvaihto. Koneellisen toimintaperiaatteena on sen koneellisesti kierrättämä ilmanpuhallus. Painovoimaisessa ilmanvaihdossa ilma taas tulee sellaisenaan ulkoa sisälle. (Motiva 2020c; Vallox a.)

3.3 Tavoitteet energian käytössä

Rakentamisesta koostuvan energiankulutuksen kanssa voidaan säästää monella erilaisella tavalla. Tulevaisuudessa rakentamisesta koituvan energiankulutuksen tavoite on saada nollaenergiarakentamisen tulos, mutta siihen vaaditaan monia toteutustapoja. Rakentamisen energian käytön tavoitteeseen voidaan päästä monella eri tavalla. Rakentaessa tulisi huomioida uusiutuvien energianlähteiden sekä lämmön- ja sähköntuotannon hyödyntäminen. Uusiutuvan energian käytöllä, kuten esimerkiksi aurinkoenergialla, voidaan

aurinkokeräimien avulla tukea rakennuksen lämmitystä. Rakentamisvaiheessa myös ikkunoiden sijoittelulla ja materiaalivalinnalla voidaan tuottaa lisälämpöä. Tällä voidaan myös vaikuttaa sähkönkulutukseen tuomalla rakennukseen lisää valaistusta ikkunoiden avulla. Aurinkoenergian lisäksi sähköntuotannossa voidaan hyödyntää myös pientuulivoimaloita, mikä tuo myös omavaraisuutta. Energiatehokkaammalla rakentamisella voidaan vaikuttaa myös ympäristöön sekä hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen. (Ympäristö 2020.)

Suomessa yksi tärkeimmistä osa-alueista ilmasto- ja energiapoliittisten tavoitteiden saavuttamiseksi on energiatehokkuus. Syynä tähän on energiatehokkuuden taloudellinen kannattavuus sekä sen kasvihuonekaasuja vähentävä vaikutus. Energiatehokkuudella tulee olemaan tulevaisuudessa paljon muitakin positiivisia vaikutuksia, kuten teknologian edistyminen ja sen mukana tuleva suurempi työllistyminen. Suomen energiatehokkuuden tavoitteita ohjaa laajasti myös energiatehokkuusdirektiivi. Energiatehokkuusdirektiivin tavoitteisiin kuuluvat muun muassa energiantuotannon ja -jakelun tehostaminen, liikenteen energiankulutuksen vähentäminen sekä kotitalouksien energiankulutuksen edistäminen tuomalla julki hyödynnettävissä olevaa informaatiota. (Ilmasto-opas 2018.)

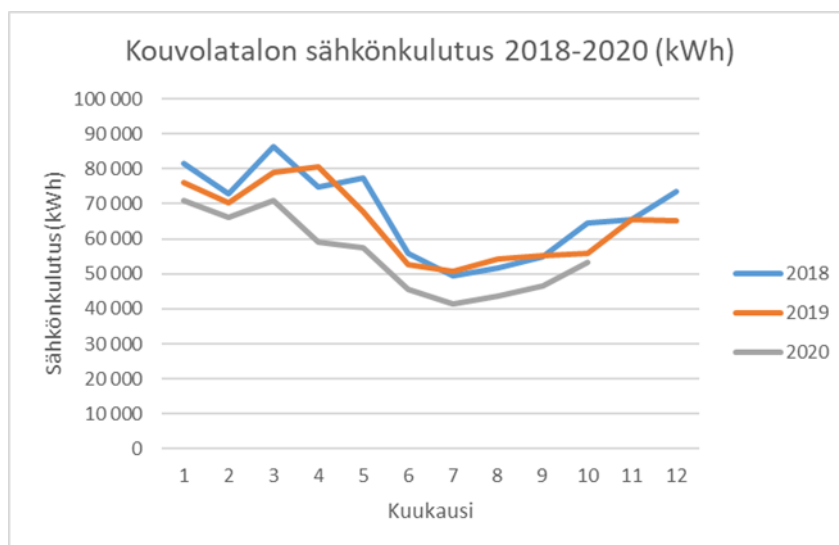
4 Kulttuuritalojen energiankulutus

4.1 Kouvolatalo

Kouvolatalon huoneistojen pinta-ala on yhteensä 8937 m². Bruttoala taas on 9725 m². Nämä koot saatiin selville kulutustilastojen mukana. Rakennuksen koko on siis hyvä huomioida sähkön- ja lämmönkulutuksen tilastoja tarkastellessa. Rakennusten koko on kuitenkin moninkertainen verrattuna esimerkiksi normaalin kokoiseen kiinteistöön.

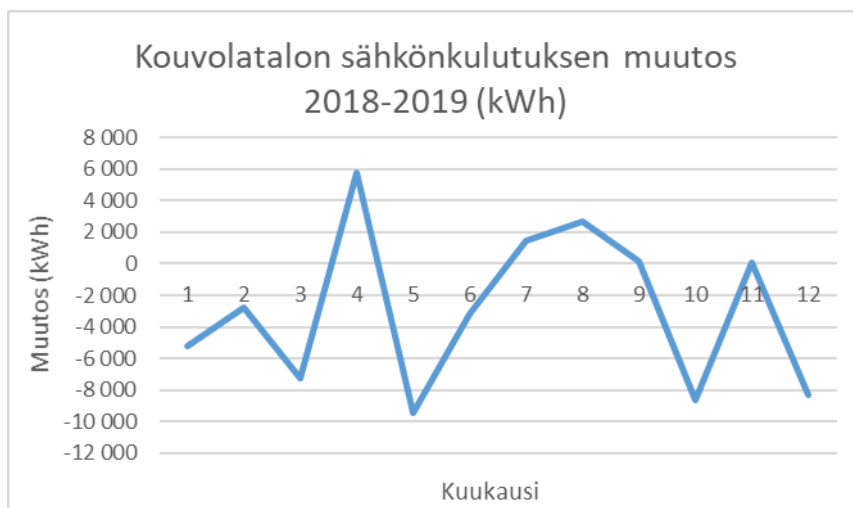
4.1.1 Sähkönkulutus

Kaikki seuraavaksi mainittavat kulutustilastot on saatu Kouvolan kaupungin tilapalveluilta, jolle KSS-Energia on tilastot toimittanut. Kulutustilastot eivät kuitenkaan ole julkisia. Saatujen tilastojen yksiköt sähkönkulutuksen suhteen olivat alun perin kilowattitunteja, mutta tekstissä yksiköt on muutettu megawattitunneiksi, tulosten selkeyttämiseksi. Kouvolatalon sähkönkulutus on ollut vuosina 2018-2020 melko vaihtelevaa, mutta se on ollut laskussa joka vuosi (kuvio 2). Kuten kuviosta 2 näkee, varsinkin vuosina 2018 ja 2019 sähkönkulutus on ollut paljon suurempaa kuin vuonna 2020. Vuonna 2018 sähkönkulutus on ollut talvikuukausina noin 70 - 80 MWh:n luokkaa ja kesäkuukausina vastaava lukema on noin 50 - 60 MWh. Vuonna 2019 sähkönkulutus on ollut hieman laskussa vuodenajasta riippumatta. Vuonna 2020 talvikuukausien sähkönkulutus on ollut noin 60 - 70 MWh ja kesäkuukausina noin 40 - 50 MWh. Tämä on aika merkittävä parannus vuoden mittakaavassa. Loppuvuoden 2020 tuloksia ei ollut saatavilla opinnäytetyötä tehtäessä, mutta jos lukemat noudattavat samaa kaavaa, niin nekin pysyvät selvästi edellisiä vuosia matalampina.



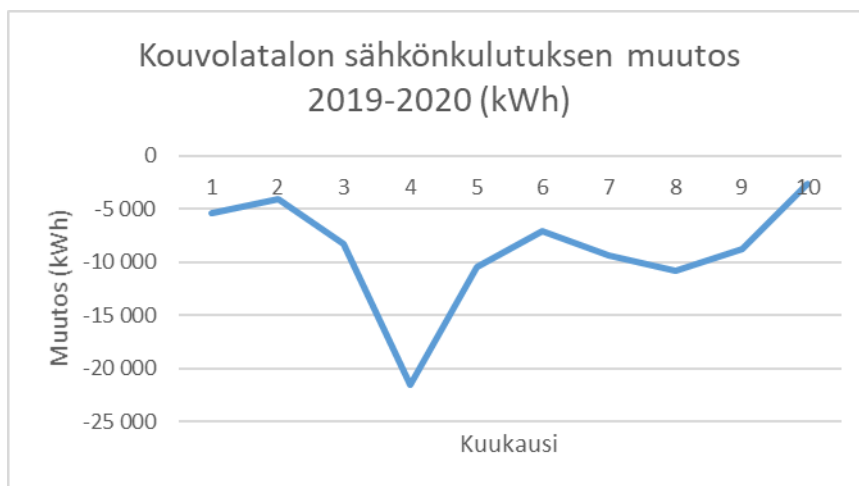
Kuvio 2. Kouvolatalon sähkönkulutus vuosina 2018 - 2020

Kuviosta 3 huomaa, että vuoden 2019 viitenä kuukautena sähkönkulutus on ollut kasvussa vuoteen 2018 nähden. Nämä kasvut ovat olleet todella pieniä, huhtikuuta lukuun ottamatta. Kuukausina, jolloin sähkönkulutus on ollut laskussa, kulutuslukemat ovat laskeneet selkeämmin. Vuosien 2018 ja 2019 sähkönkulutuksen erot ovat kuitenkin yleisesti niin pieniä, että todennäköisesti niihin ei liity mitään erikoista. Jonakin kuukautena on vain saatettu kuluttaa enemmän sähköä kuin toisena, esimerkiksi jonkin tapahtuman vuoksi tai satunnaisen sähkönkulutuksen takia.



Kuvio 3. Kouvolatalon sähkönkulutuksen muutos vuosien 2018 ja 2019 välillä

Vuosien 2019 ja 2020 välillä sähkönkulutus on taas laskenut huomattavasti enemmän (kuvio 4). Vuonna 2020 sähkönkulutus on vähäisempää jokaisena kuukautena vuoteen 2019 verrattuna. Suurimmillaan ero edelliseen vuoteen on ollut yli 20 MWh kuukaudessa ja pienimmilläänkin noin 2,5 MWh kuukaudessa. Vuoden 2020 pienempiin kulutustuloksiin on voinut vaikuttaa muun muassa COVID-19 eli koronavirustauti sekä energiatehokkaammat ratkaisut, kuten ilmastointien uusiminen ja samalla toteutettu kattoremontti. Vuoden 2020 aikana koronavirus vaikutti kulttuuritoimintaan varsinkin alkuvuodesta, jolloin virus oli pahimmillaan. Koronaviruksen rajoitustoimenpiteisiin kuuluivat muun muassa lähes kaikkien tapahtumien peruminen sekä kulttuuritalojen sulkeminen. Tämä on vaikuttanut Kouvolatalon kävijämäärään ja sen myötä myös todennäköisesti sähkönkulutuksen vähenemiseen. (Opetus- ja kulttuuriministeriö 2020.) Osa Kouvolatalon ilmastoinneista vaihdettiin uusiin vuoden 2019 kattoremontin aikana, joten sillä voi olla osittain vaikutusta asiaan. Uusi ilmanvaihtojärjestelmä kuluttaa vähemmän sähköä sen ollessa vanhaa energiatehokkaampi. Uudella ilmanvaihtokoneella on myös paremmat ominaisuudet, joilla sen käyttöä saadaan optimoitua paremmin esimerkiksi eri kokoisille tiloille ja olosuhteille. (Vallox b.)

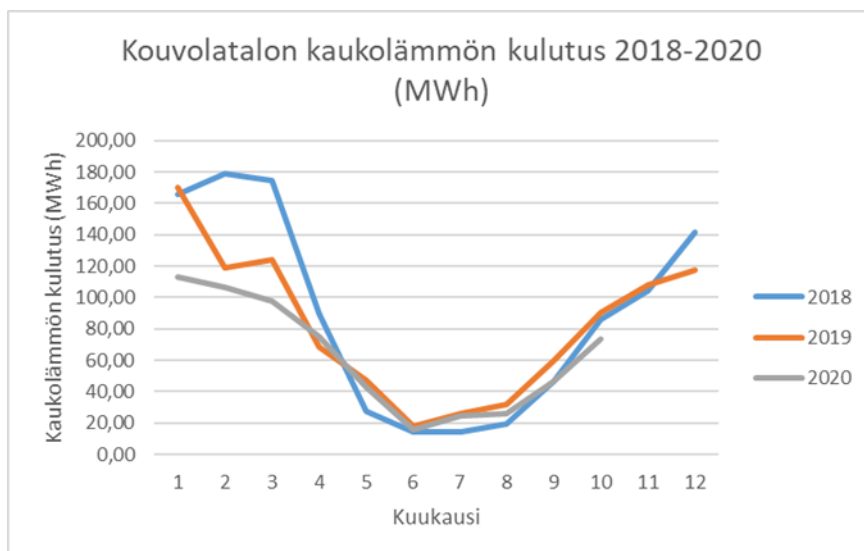


Kuvio 4. Kouvolatalon sähkönkulutuksen muutos vuosien 2019 ja 2020 välillä

4.1.2 Kaukolämmön kulutus

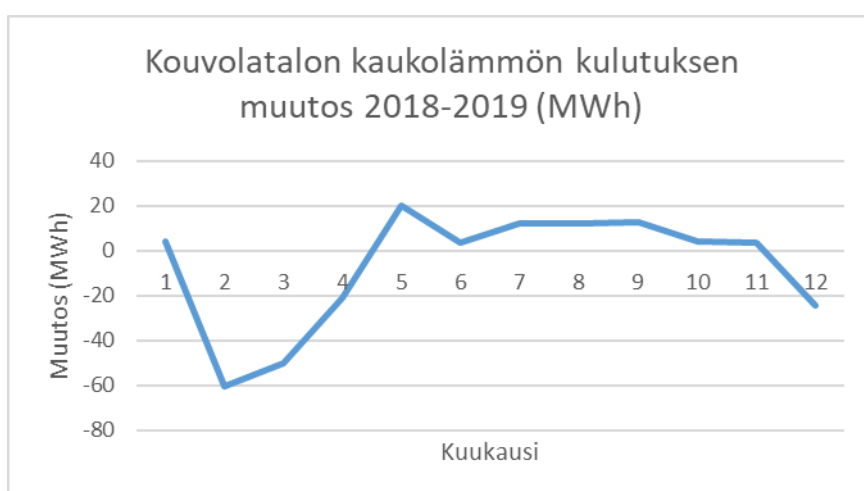
Seuraavaksi perehdytään Kouvolatalon kaukolämmönkulutukseen ja siihen vaikuttaviin tekijöihin. Lämmityksen kulutusta pystytään vertailemaan myös kulutuksen normituksen mukaan. Kulutuksen normitus on hyödyllinen, kun vertailee rakennuksen energiankulutusta riippumatta esimerkiksi sen sijainnista tai kuukausien lämpötilaeroista. Normituksen avulla saadaan siis vertailukelpoiset energiankulutus tulokset kuukausien ja vuosien välillä. (Motiva 2019c.) Kun vertaillaan saman rakennuksen kulutusta eri ajankohtina, niin rakennuksen kulutuksen normitus saadaan laskettua kaavalla $Q_{\text{norm}} = S_{\text{N vpkunta}} / S_{\text{toteutunut vpkunta}} \times Q_{\text{toteutunut}} + Q_{\text{lämmin käyttövesi}}$, jossa Q_{norm} = rakennuksen normitettu lämmitysenergiankulutus, $S_{\text{N vpkunta}}$ = normaalivuoden tai -kuukauden lämmitystarveluku vertailupaikkakunnalla, $S_{\text{toteutunut vpkunta}}$ = toteutunut lämmitystarveluku vuosi- tai kuukausitasolla vertailupaikkakunnalla, $Q_{\text{toteutunut}}$ = rakennuksen tilojen lämmittämiseen kuluva energia ja $Q_{\text{lämmin käyttövesi}}$ = käyttöveden lämmitämisen vaatima energia (Motiva 2016a).

Kouvolatalon kaukolämmön kulutustulokset ovat olleet vuosina 2018-2020 erittäin vaihtelevia varsinkin talvikuukausina, mutta kesäkuukausina erot ovat pienemmät (kuvio 5). Kuten kuviosta 5 näkee, niin talvikuukausina Kaukolämmön kulutus on ollut 100 ja 180 MWh:n välissä, mikä kertoo erittäin suuresta vaihtelusta. Kesäkuukausina lukemat ovat pysyneet 10 ja 40 MWh:n tuntumassa, mikä on jo huomattavasti tasaisempi tulos. Vuoden 2018 tammi-helmikuussa kaukolämmön kulutus on ollut talvella yleisesti suurempaa, mutta kesällä taas vähäisempää muihin vuosiin verrattuna. Toinen asia, jonka kuviosta 5 huomaa, on vuoden 2020 matala kaukolämmön kulutus talvella.



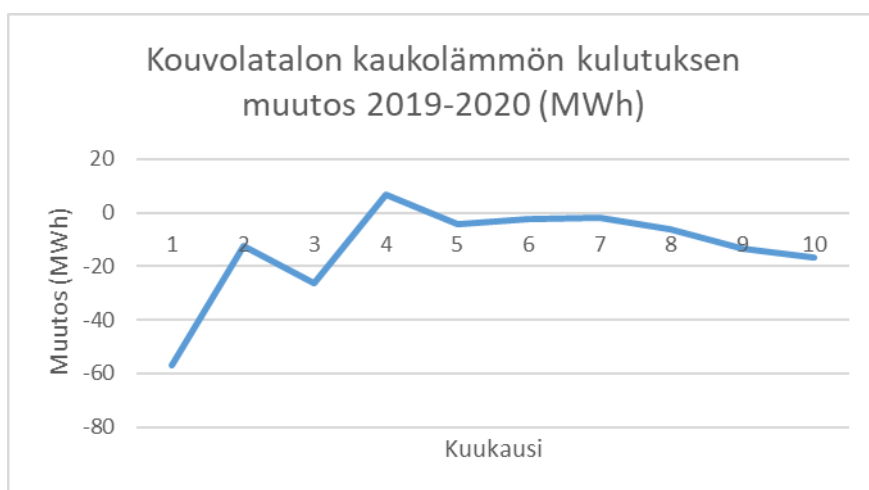
Kuvio 5. Kouvolatalon kaukolämmön kulutus vuosina 2018-2020

Vuosien 2018 ja 2019 välillä kaukolämmön kulutus on laskenut koko vuoden mittakaavassa. Kuviosta 6 kuitenkin huomaa, että varsinkin kesällä ja syksyllä kulutus on kasvanut edelliseen vuoteen verrattuna. Helmikuussa 2019 kaukolämmön kulutus vain on ollut niin paljon vähäisempää, että se saa koko vuoden tuloksen kääntymään kaukolämmön kulutuksen laskemiseksi. Erot kuukausina, jolloin kulutus on kasvanut, ovat kuitenkin niin pieniä, että ne johtuvat todennäköisesti vain satunnaisesta kaukolämmön tarpeen lisääntymisestä. Vuoden 2019 helmi-huhtikuun aikana kasvaneen kulutuksen voinee selittää kylmemmällä talvella. Leudomman talven aikana rakennuksen lämmityksen tarve on pienempi, minkä myötä energiankulutus laskee. Pitkän aikavälin tarkastelussa voidaan todeta, että Suomen talvet ovat muuttuneet koko ajan lämpimämmiksi. (Ilmatieteenlaitos 2016.)



Kuvio 6. Kouvolatalon kaukolämmön kulutuksen muutos vuosien 2018 ja 2019 välillä

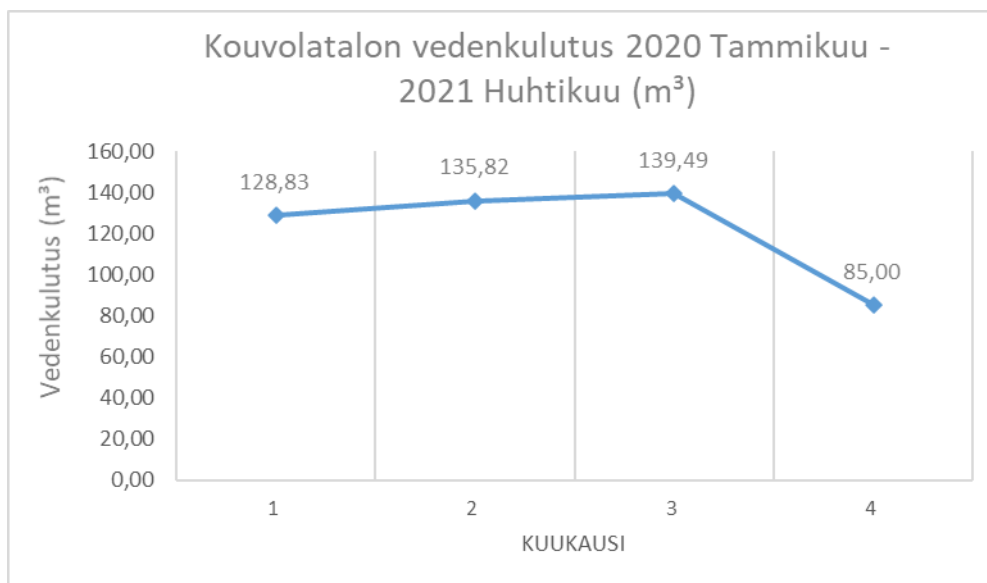
Erot kaukolämmön kulutuksessa vuosien 2019 ja 2020 välillä ovat myös melko pieniä (kuvio 7). Kuten kuviosta 7 näkee, ainoastaan tammikuussa 2020 kaukolämmön kulutus on ollut selvästi suurempaa kuin vuonna 2019. Muina kuukausina kulutuslukemat ovat vaihdelleet edelliseen vuoteen nähden todella vähän, joten niissä vaihtelut johtuvat todennäköisesti vain satunnaisesta kaukolämmön kulutuksen vaihtelusta. Sen sijaan tammikuussa 2020 kulutus on ollut sen verran suurempaa, että siihen ovat voineet vaikuttaa sääolot, kuten edellisinäkin vuosina (Ilmatieteenlaitos 2016). Myös Kouvolatalolla suoritettu osittainen kattoremontti on voinut tehdä rakennuksesta tiiviimmän ja lämpövuotoja on saatu poistettua (Vihersalo 2013, 22). Hyvällä eristämällä ja lämpövuotojen korjaamisella energiatehokkuuteen voidaan vaikuttaa huomattavasti (Paloniitty 2020, 8-10). Tietysti sääolosuhteet voivat vaikuttaa myös vuoden 2020 tuloksiin (Ilmatieteenlaitos 2016).



Kuvio 7. Kouvolatalon kaukolämmön kulutuksen muutos vuosien 2019 ja 2020 välillä

4.1.3 Veden kulutus

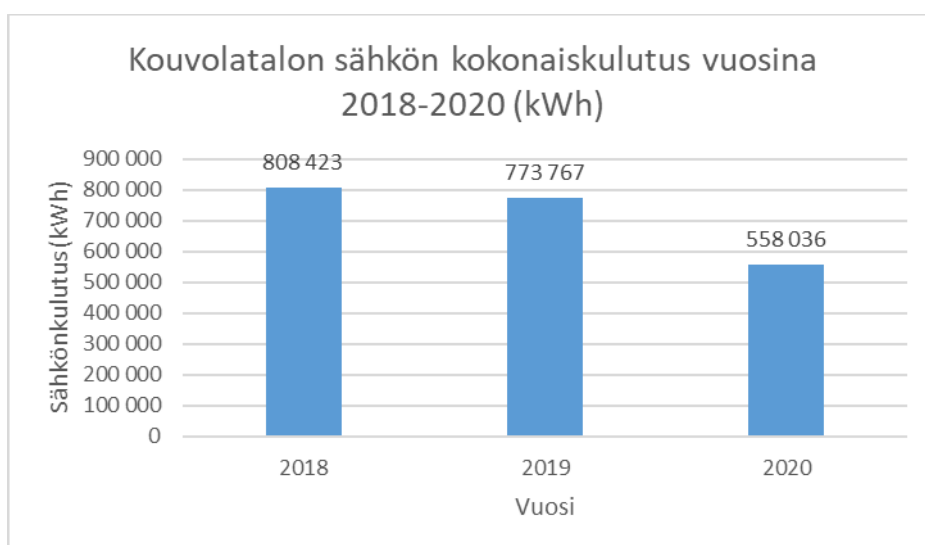
Kouvolatalon vedenkulutukseen liittyviä tuloksia on saatavilla ainoastaan vuoden 2019 joulukuusta vuoden 2020 maaliskuuhun asti. Vedenkulutukseen liittyen on siis vaikea arvioida, millaista se olisi esimerkiksi vuositasolla tai kesällä, jolloin vedenkulutus on erilaista talveen verrattuna. Myöskään vedenkulutuksen kehitystä vuosien välillä ei pysty vertailemaan aikaisempien vuosien tulosten puuttuessa. Alkuvuoden 2020 vedenkulutuksen tuloksista voidaan kuitenkin päätellä (kuvio 8), että vedenkulutus olisi laskussa huhtikuussa verrattuna talvikuukausiin. Kuten kuviosta 8 näkee, niin Kouvolatalon vedenkulutus on määrällisesti talvikuukausina noin 135 m³. Yleensä lämmitetyn veden tarve väheneekin kesää kohti mennessä, mikä laskee samalla energiankulutusta. Jopa yhden asteen lämpötilan laskulla voi olla noin viiden prosentin vaikutus lämmitysenergiankulutukseen. (Tahkola 2011, 28.)



Kuvio 8. Kouvolatalon vedenkulutus 2020 tammikuu - 2020 huhtikuu

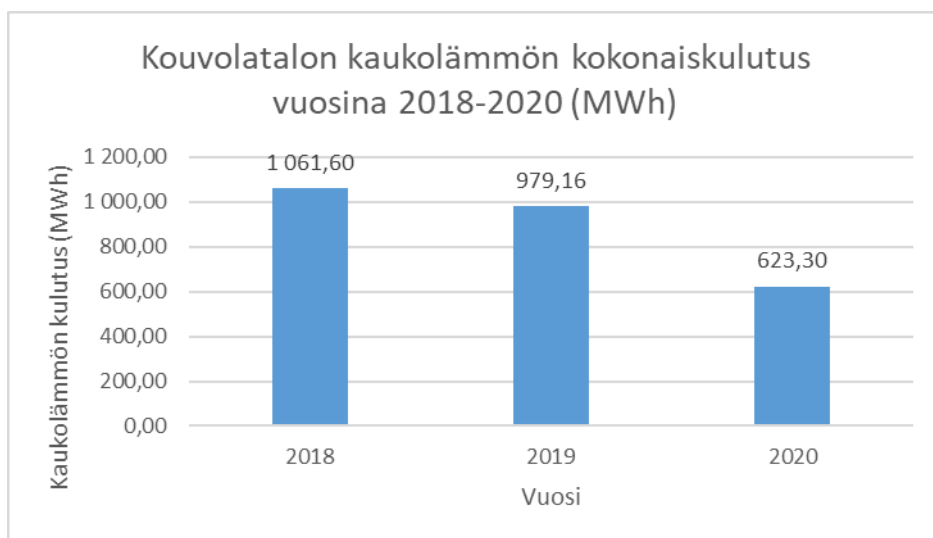
4.1.4 Ominaiskulutus

Kouvolatalon ominaiskulutuksen muodostavat tekijät ovat sähkön kokonaiskulutus sekä kaukolämmön kokonaiskulutus. Vedenkulutuksesta ei ollut tarpeeksi tietoa saatavilla, joten sitä ei ominaiskulutukseen voitu ottaa mukaan. Kuten kuviosta 9 näkee, niin Kouvolatalon sähkön kokonaiskulutuksen määrä on ollut hieman laskussa joka vuosi. Myös Kouvolatalon kaukolämmön kokonaiskulutus on ollut joka vuosi laskussa (kuvio 10). Vuoden 2020 sähkön sekä kaukolämmön kokonaiskulutuksista puuttuvat lähes kokonaan marras- ja joulukuun kulutukset, joten lukemat eivät tulisi jäämään noin paljon pienemmäksi kuin kuviot 9 ja 10 antavat ymmärtää.



Kuvio 9. Kouvolatalon sähkön kokonaiskulutus vuosina 2018-2020

Vuosien 2018 ja 2019 välillä Kouvolatalon ominaiskulutuksen lasku on ollut selvästi pienempi kuin vuoteen 2020 verrattessa. Vuonna 2019 sähköä on kulutettu vain noin 35 MWh vähemmän (kuvio 9) ja kaukolämpöä noin 80 MWh vähemmän kuin vuonna 2018 (kuvio 10). Arvioitaessa vuosien 2019 ja 2020 välisiä eroja voidaan todeta, että kulutukset laskevat sähkönkulutuksessa jo lähes 100 MWh:iin ja kaukolämmön kulutuksessa noin 200 MWh:iin, jos vain kulutus pysyy keskiarvoltaan samana vuoden loppukuukausina. Syitä kokonaiskulutuksen laskuun voivat olla niin sääolojen vaihtelut, COVID-19 taudin vaikutukset kuin energiatehokkaampien ratkaisujen toimivuuskin. (Vihersalo 2013, 22; Ilmatieteenlaitos 2016; Opetus- ja kulttuuriministeriö 2020; Paloniitty 2020, 8-10; Vallox b.)



Kuvio 10. Kouvolatalon kaukolämmön kokonaiskulutus vuosina 2018-2020

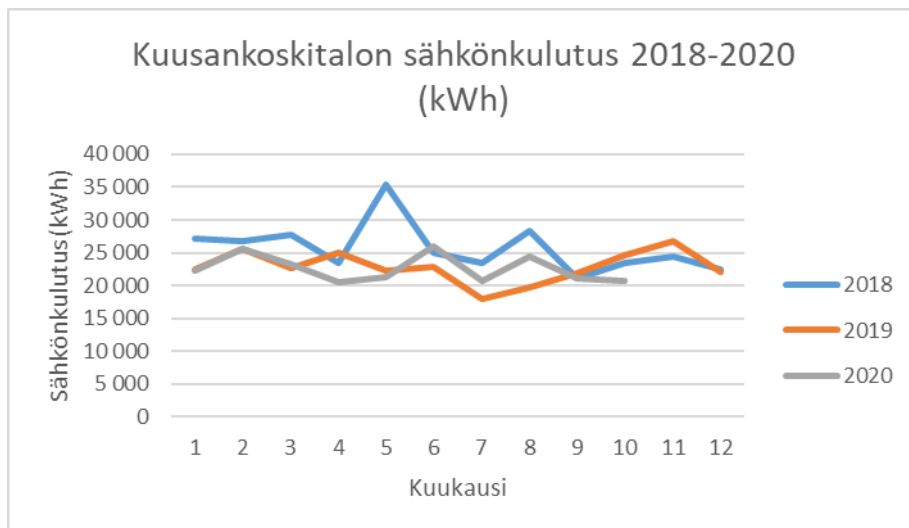
4.2 Kuusankoskitalo

Kuusankoskitalon kokonaispinta-ala on yhteensä 5410 m². Tämä tieto saatiin selville kulu-
tustilastojen mukana. Rakennuksen suuri koko on siis hyvä huomioda sähkön- ja lämmön-
kulutuksen tilastoja tarkastellessa. Kuusankoskitalon koko on kuitenkin moninkertainen ver-
rattuna esimerkiksi normaalin kokoiseen kiinteistöön.

4.2.1 Sähkönkulutus

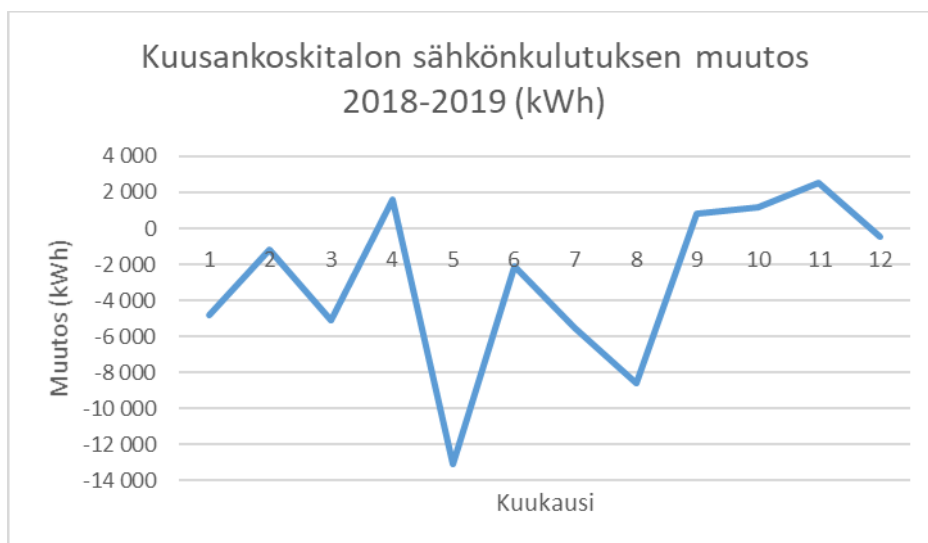
Kuusankoskitalon sähkönkulutus on ollut vuosina 2018-2020 melko tasaista, mutta se on
ollut laskussa varsinkin vuoteen 2018 verrattessa (kuvio 11). Vuonna 2018 sähkönkulutus
on ollut sekä talvikuukausina, että kesäkuukausina noin 25 MWh:n luokkaa. Kuten kuviosta
11 näkee, ainoa selvästi erottuva iso piikki sijoittuu vuoden 2018 toukokuulle, jolloin kulutus
on ollut 35 MWh:n tasolla. Muuten käyrät ovat erittäin samanlaisia toistensa kanssa.
Vuonna 2019 sähkönkulutus on ollut lähes koko vuoden 25 MWh:n alapuolella. Ainoat

poikkeukset olivat helmikuu ja marraskuu. Vuonna 2020 sähkönkulutus on pysynyt samalla tasolla kuin vuonna 2019. Merkittävin parannus on siis tapahtunut vuoteen 2018 nähden. Myöskään Kuusankoskitalon loppuvuoden 2020 tuloksia ei ollut saatavilla opinnäytetyötä tehtäessä.

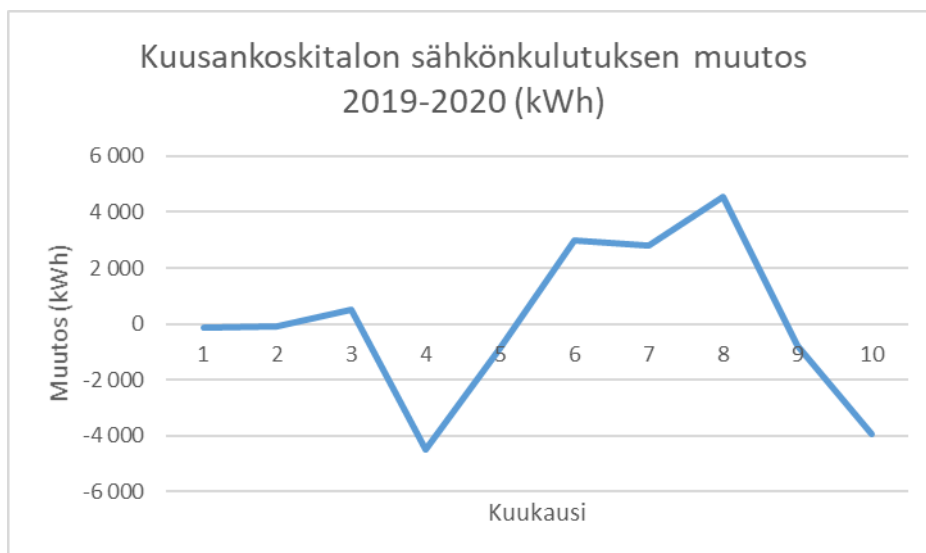


Kuvio 11. Kuusankoskitalon sähkön kulutus vuosina 2018-2020

Vuosina 2019 ja 2020 Kuusankoskitalon sähkönkulutus on ollut laskussa vuoteen 2018 nähden, paitsi loppuvuodesta 2019, jolloin sähkönkulutus on ollut hieman edellistä vuotta korkeammalla. Vuoden 2018 toukokuussa sähkönkulutus oli noussut vuoden keskiarvoon nähden noin 10 MWh (kuvio 12). Tämä on ainoa merkittävä eroavaisuus Kuusankoskitalon sähkönkulutuksessa viimeisen kolmen vuoden aikana. Kyseisen kuukauden sähkönkulutuksen määrä on ollut selvästi tavallista korkeampi. Kuten Kuviosta 13 näkee, vuosien 2019 ja 2020 välillä sähkönkulutuksessa ei tapahtunut suuria muutoksia.



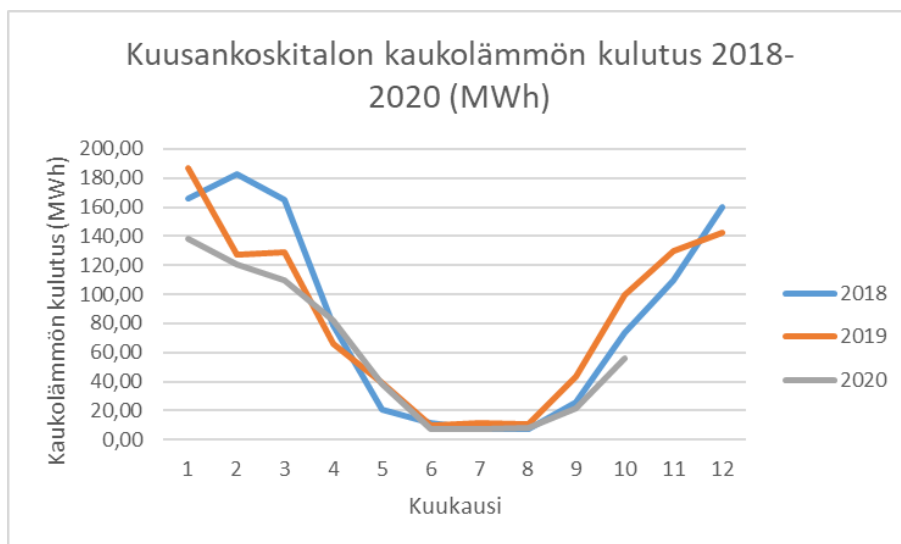
Kuvio 12. Kuusankoskitalon sähkönkulutuksen muutos vuosien 2018 ja 2019 välillä.



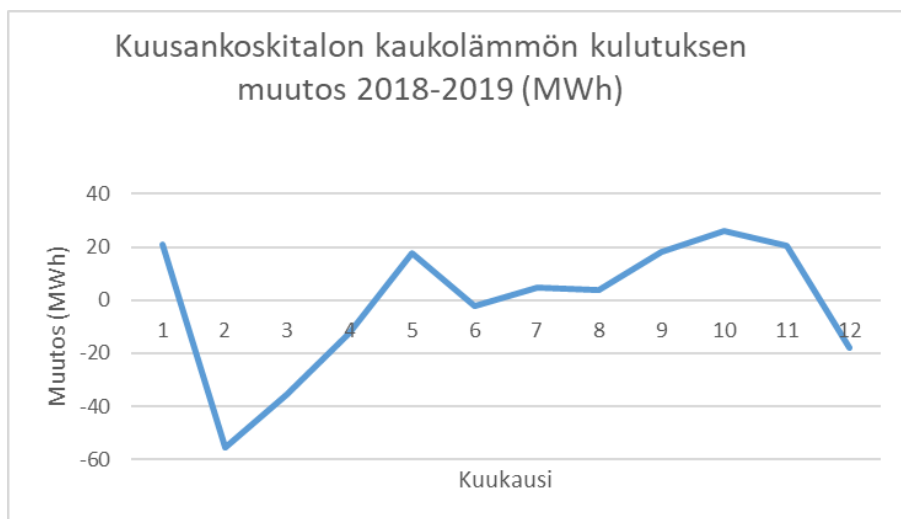
Kuvio 13. Kuusankoskitalon sähkönkulutuksen muutos vuosien 2019 ja 2020 välillä

4.2.2 Kaukolämmön kulutus

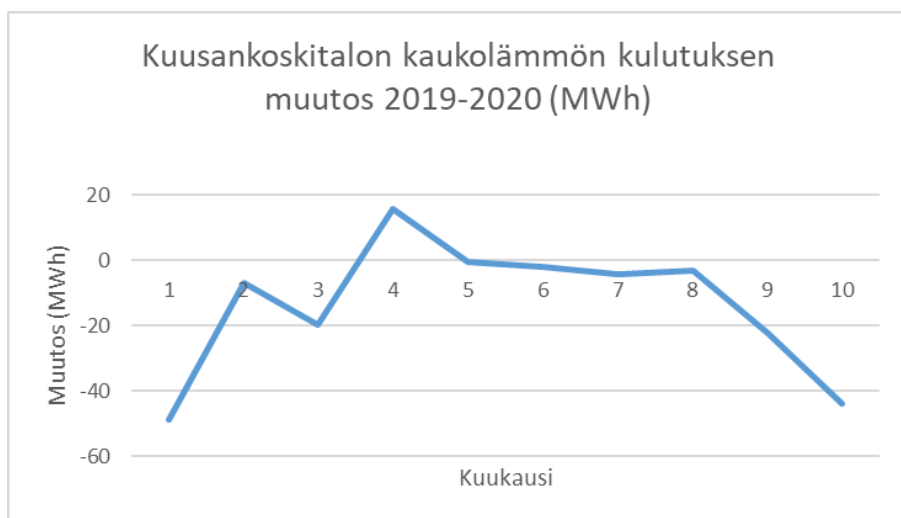
Seuraavaksi perehdytään Kuusankoskitalon kaukolämmönkulutukseen ja siihen vaikuttaviin tekijöihin. Myös Kuusankoskitalon lämmityksen kulutuksia pystytään tarvittaessa vertailemaan kulutuksen normituksen avulla. Täten tuloksille saadaan vertailukelpoiset arvot. (Motiva 2019c.) Kuusankoskitalon kaukolämmön kulutustuloksia vertailtaessa voidaan huomata, että ne ovat olleet yleisesti melko tasaisia (kuvio 14). Kuten kuvioista 14 näkee, suurimmat eroavaisuudet ajoittuvat alkuvuoteen. Mutta myös lokakuussa 2020 kaukolämpöä on käytetty huomattavasti enemmän kuin vuonna 2019 (kuvio 14). Alkuvuodesta kaukolämmön kulutus on vaihdellut todella paljon. Suurimmillaan ero on ollut noin 60 MWh, kun verrataan vuoden 2019 helmikuuta ja vuoden 2020 helmikuuta. Vähiten kaukolämpöä on alkuvuodesta kulutettu vuonna 2020. Kesäkuukausina lukemat ovat pysyneet noin 10 MWh:n tuntumassa vuodesta riippumatta. Kesäisin kaukolämpöä on siis käytetty huomattavasti tasaisemmin. Kuusankoskitalonkin kaukolämmön suurimpiin kulutuseroihin on todennäköisesti vaikuttanut eri vuosien ulkolämpötilat (Ilmatieteenlaitos 2016). Kuten kuvioista 15 ja 16 näkee, suurin osa kaukolämmön kulutuksen eroista sijoittuu kylmimmille kuukausille, jolloin lämpötilan vaihtelut voivat olla suuria eri vuosien välillä.



Kuvio 14. Kuusankoskitalon kaukolämmön kulutus vuosina 2018-2020



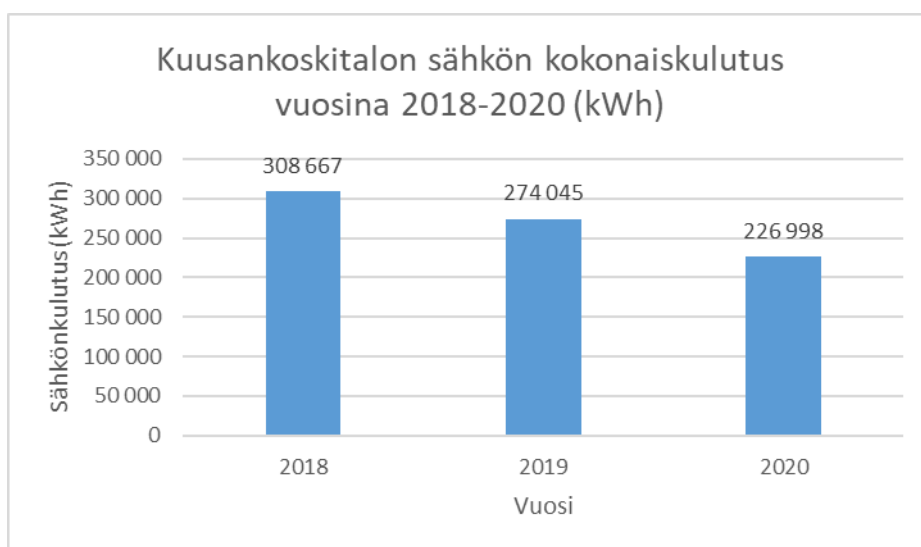
Kuvio 15. Kuusankoskitalon kaukolämmön kulutuksen muutos vuosien 2018 ja 2019 välillä



Kuvio 16. Kuusankoskitalon kaukolämmön kulutuksen muutos vuosien 2019 ja 2020 välillä

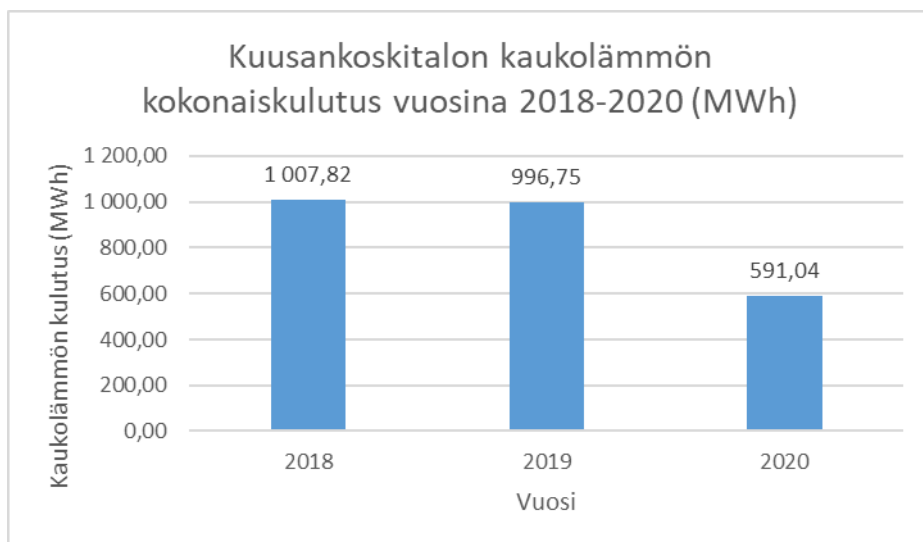
4.2.3 Ominaiskulutus

Kuten Kouvolatalon myös Kuusankoskitalon ominaiskulutuksen muodostavat tekijät ovat sähkön kokonaiskulutus sekä kaukolämmön kokonaiskulutus. Vedenkulutuksen tuloksia ei ollut Kuusankoskitalon puolelta ollenkaan saatavilla, joten sitä ei myöskään voitu ottaa ominaiskulutuksessa huomioon. Kuten kuviosta 17 näkee, Kuusankoskitalonkin sähkön kokonaiskulutuksen määrä on ollut hieman laskussa joka vuosi. Kuusankoskitalon kaukolämmön kokonaiskulutus on ollut myös joka vuosi laskussa (kuvio 18). Myös Kuusankoskitalon vuoden 2020 sähkön sekä kaukolämmön kokonaiskulutuksista puuttuvat lähes kokonaan marras- ja joulukuun kulutukset, joten lukemat eivät tulisi jäämään noin paljon pienemmäksi kuin kuviot 17 ja 18 antavat ymmärtää.



Kuvio 17. Kuusankoskitalon sähkön kokonaiskulutus vuosina 2018-2020

Kuusankoskitalon ominaiskulutuksessa on huomattavissa selvästi epätasapainoisempi tulos kuin Kouvolatalon vastaavissa. Myös Kuusankoskitalon vuosien 2018 ja 2019 välinen ominaiskulutuksen lasku on ollut pienempi kuin vuoden 2020. Vuoden 2020 ominaiskulutuksen vähyys selittyy kuitenkin lähes kokonaan kaukolämmön osuuden vähenemisellä. Kouvolatalon suhteen tämä koostui tasaisemmin sekä sähkön, että kaukolämmön tuloksista jokaisena vuonna. Vuonna 2019 sähköä kulutettiin noin 30 MWh enemmän ja kaukolämpöä noin 10 MWh enemmän kuin vuonna 2018 (kuvio 18). Vuosien 2019 ja 2020 väliseksi eroiksi taas voidaan arvioida, että lukemat pysyvät lähes samoina sähkönkulutuksessa ja kaukolämmön kulutuksessa laskua tapahtuu lähes 300 MWh:n edestä, kun huomioidaan, että loppuvuoden 2020 kulutustulokset puuttuvat. Vuonna 2020 erot ovat siis selvästi suuremmat kaukolämmön kulutuksen suhteen, mikä voi johtua sääolojen vaihtelusta tai COVID-19 taudin vaikutuksesta Kuusankoskitalon lämmityksen tarpeeseen (Ilmatieteenlaitos 2016; Opetus- ja kulttuuriministeriö 2020).



Kuvio 18. Kuusankoskitalon kaukolämmön kokonaiskulutus vuosina 2018-2020

5 Lämpökuvaukset

5.1 Lämpökuvaus

Lämpökuvaus on kuvausmenetelmä, jolla mitataan lämpösäteilyä kohteen pinnasta (Suomen talokeskus Oy). Kuvattavan kohteen lämpötilan tulee olla vähintään yli absoluuttisen nollapisteen ($-273,15\text{ C}$), jotta se voi tuottaa lämpösäteilyä eli infrapunasäteilyä. Lämpökamera siis mittaa kohteen infrapuna-alueella emittoiman säteilyn. Toimiakseen lämpökamera ei siis vaadi valoa. Aallonpituusalue, jolla lämpökamerat toimivat on pituudeltaan $8\text{--}14\text{ }\mu\text{m}$. Lämpökuvausta on hyödynnetty Suomessa 1970-luvulta lähtien ja aktiivisessa käytössä se on ollut jo yli 20 vuoden ajan. Lämpökamerat kehittyvät koko ajan kovaa vauhtia, mikä kertoo niiden käytön lisääntymisestä rakentamisessa. (Paloniitty 2020, 8-9.)

Lämpökuvausta voidaan hyödyntää rakennusten lämpövuotojen selvittämisessä, sekä joissain tapauksissa kosteusvaurioiden paikantamisessa. Lisäksi lämpökuvauksella voidaan tarkistaa rakennuksen eristyksien kunto sekä tasaisuus. Lämpökuvausta käytetään myös laadunvarmistamiseen, mikä auttaa energiatehokkuuden parantamisessa. Lämpökuvaus on hyödyllinen sen kannattavuuden ansiosta, sillä sen avulla voidaan kartoittaa korjausta vaativat rakenteet ilman rakenteiden rikkomista ja siitä koituvaa lisäkustannusta. Rakennusvaiheessa laaduntarkastaminen on kustannusten puolesta kannattavampaa, sillä korjaaminen on edullisempaa, kun virheet korjataan alkuvaiheessa. Rakennusten energiatehokkuuden parantamista varten lämpökuvauksella voidaan myös selvittää ilmapuotoja. Muita keinoja lämpökuvauksen hyödyntämiseen ovat muun muassa ylikuormittuneiden johtimien paikantaminen, lattialämmityksen toiminnan varmistaminen sekä ilmanvaihtokoneiden kulumisen ennakoiminen. (Suomen talokeskus Oy.)

5.2 Lämpökuvauksen tarkoitus

Lämpökuvauksen avulla pystyy parantamaan rakennusten energiatehokkuutta monella eri tavalla. Lämpökuvauksen tarkoituksena on havaita muun muassa eristeiden uusimisen tai korjaamisen tarve rakennuksen yläpohjasta, ikkunoista tai ulkoseinistä. Rakennuksen yläpohjan kautta saattaa poistua jopa 20 prosenttia lämmitysenergiasta, joten sillä on suuri osuus energiatehokkuuden parantamisessa. Yläpohjan lisäeristäminen on todella yleinen toimenpide energiatehokkuuden parantamisessa. (Vihersalo 2013, 21-22; 26.)

Ikkunoille voi taas tehdä niiden kunnosta riippuen, joko tiivisteiden vaihdon, saranoiden vaihtelun, kittauksien uusimisen tai rakenteellisen korjauksen. Todella vanhat ikkunat kannattaa kuitenkin vaihtaa kokonaan uusiin niiden omatessa paremmat ominaisuudet energiatehokkuuden kannalta. (Motiva 2018a.) Ulkoseinät pystytään eristämään, joko sisäpuolelta tai

ulkopuolelta. Ulkopuolelta eristäminen on kuitenkin yleensä kannattavampaa, jotta vanhat eristeet pääsevät kuivumaan sisäpuolelta parantaen niiden eristävyttä. Sisäpuolelta eristäessä rakennuksen rakenne tulee arvioida tarkemmin, jotta ei tule käytettyä liian tiiviitä eristemateriaaleja. (Rakentaja 2013.) Julkisivuremontin yhteydessä on kannattavinta uusia ulkoseinän eristeet, jotta suurelta työmäärältä vältetään. (Motiva 2018b.)

Lisäksi kuvausten avulla pystyy selvittämään mahdolliset kosteusvauriot. Kosteuden vaikutuksesta vaurioituneet irtaimistot kannattaa yleensä vaihtaa kosteutta paremmin kestäviin testaamisen avulla. Rakennusmateriaalit tulee puhdistaa mikrobikasvustoista tai kuivattaa rakenteet, jos vaurioituneita materiaaleja pysty uusimaan helposti. (Valvira 2016.) Lämpökuvausten avulla saadaan selville myös rakennuksen erilaiset tekniset viat, kuten sulakkeiden ylikuormittuneet johtimet, lattialämmityksen viat sekä ilmanvaihtokoneiden kulumisen. Nämä edellä mainitut saadaan korjattua ihan vain osien uusimisella tai laitteistojen huoltamisella. (Vihersalo 2013; Suomen talokeskus Oy.)

5.3 Työssä käytetty kuvausmenetelmä

Lämpökameroita on kahdenlaisia, joista toiset ovat mittaavia ja toiset ei-mittaavia. Tässä opinnäytetyössä on käytetty mittaavaa lämpökameraa, jonka avulla pystytään määrittämään tarkasti kohteen lämpötila. Ei-mittaavat lämpökamerat eivät tähän pysty ja siksi niitä käytetäänkin enemmän etsintä- ja valvontatehtävissä. Mittaava lämpökamera soveltui siis työhön paremmin. Tässä opinnäytetyössä oli tarkoituksena selvittää lämpökameran avulla rakennusten lämpövuodot, lämpöolosuhteet sekä tietyin edellytyksin kiinteistöjen ilmapitävyttä ja kosteusvaurioita. (Paloniitty 2020, 8)

Työssä käytetyn lämpökameran malli oli FLIR E6-XT (kuva 9). FLIR E6-XT-lämpökamera soveltui työhön hyvin ja siinä oli kaikki tarvittavat ominaisuudet. Lämpökameralla sai mitattua kohteiden lämpötilat helposti ja nopeasti sen automaattisen kalibroinnin ansiosta. Mahdolliset lämpötilavaihtelut eivät täten vaikuttaneet kuvaukseen ollenkaan. Lämpökamerassa oli myös manuaalinen tarkennus, jolla kuvatus kohteen sai tarkennettua etäisyydestä riippumatta. FLIR E6-XT-mallilla pystyi myös hyödyntämään Wi-Fi-yhteyttä kuvien siirtämiseen koneelle. Lämpökameralla saadut kuvat olivat myös todella tarkkoja ja sen toiminnot nopeita ja helppoja käyttää. (Flir 2020.)



Kuva 9. FLIR E6-XT-lämpökamera

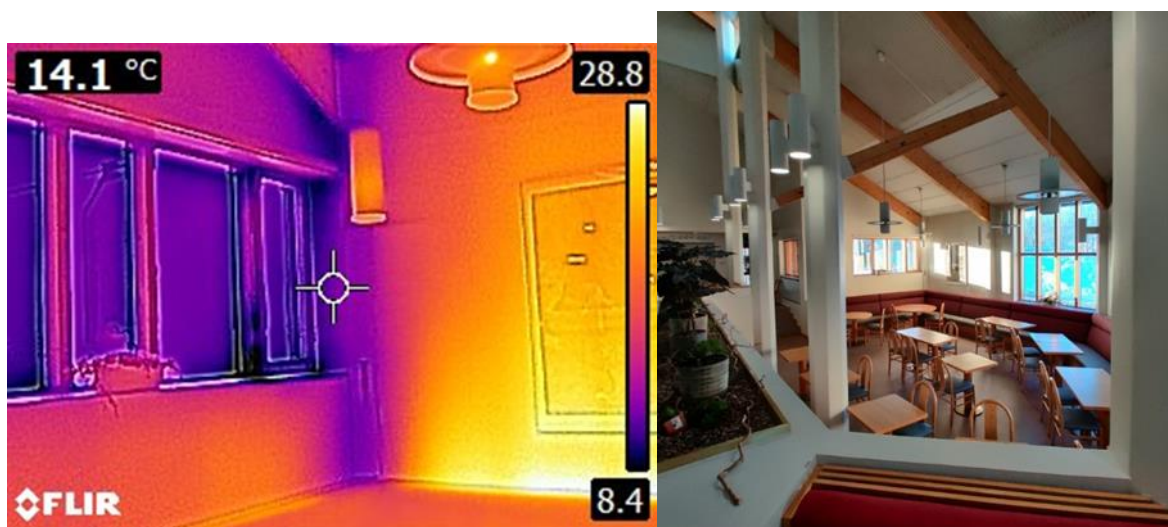
Kouvolatalon lämpökuvaukset suoritettiin helmikuun 16. päivä ja ulkolämpötila liikkui noin -8 asteessa ja sisälämpötila oli yleensä noin +20 astetta. Kuusankoskitalon lämpökuvaukset taas suoritettiin helmikuun 17. päivä, jolloin ulkolämpötila oli noin -15 astetta, ja sisälämpötila oli samoissa lukemissa kuin Kouvolatalolla. Sääolosuhteet olivat molempina päivinä tasaiset, eikä niillä pitäisi olla vaikutusta tuloksiin. Lämpökamerakuvat otettiin Kouvola- ja Kuusankoskitalon sisätiloissa lähinnä isoimmista saleista, huoneista sekä auloista. Lämpökuvauksissa keskityttiin pääosin ikkunoiden, ovien, seinien ja katon kulmien lämpövuotoihin.

5.4 Kohteiden lämpökuvaustulokset

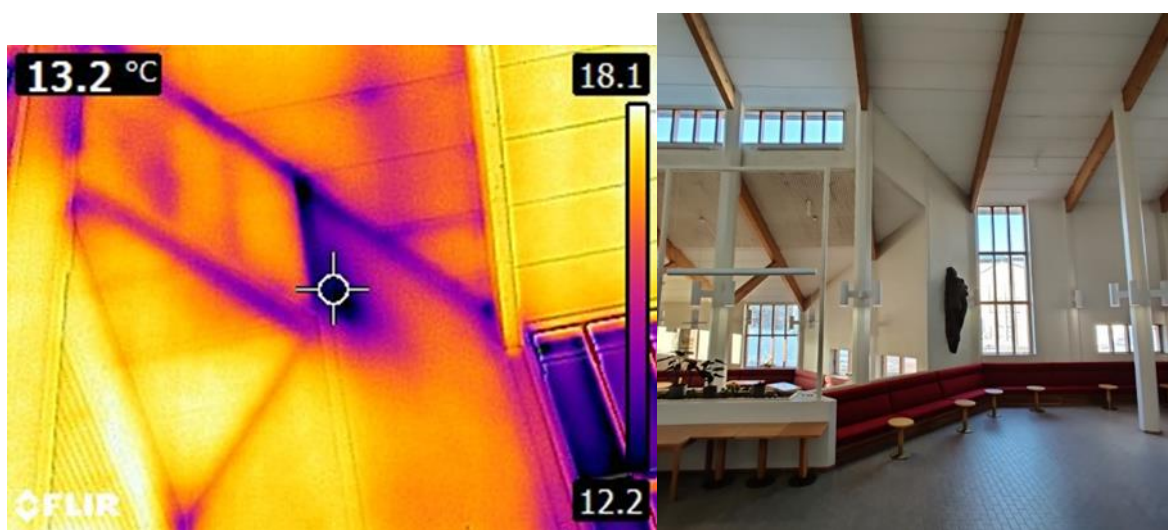
Kouvolatalon lämpökuvaukset olivat todella onnistuneet, sillä montaakaan lämpövuotoa ei rakennuksesta löytynyt. Kuvausten perusteella lämpövuotoja havaittiin lähinnä muutamassa eri huoneessa katon rakenteissa ja kulmissa. Pääosin katosta ei löytynyt lämpövuotoja tai rakenteellisia puutteita, mikä voidaan osittain selittää aikaisemmin tehdyllä kattoremontilla. Joidenkin huoneiden ikkunat päästivät hieman kylmää ilmaa sisälle, mutta pääosin ikkunatkin olivat hyväkuntoisia ja suuria puutteita ei löytynyt. Kouvolatalon seinistäkään ei lämpövuotoja montaa löytynyt, joten seinät olivat hyvin eristettyjä ja hyväkuntoisia. Lähes kaikki sisäänkäynnit olivat todella tiiviit ja laadukkaat, eikä niissä lämpövuotoja havaittu kuin yhdestä. Kouvolatalon lämpövuotojen määrät jäivät siis melko vähäisiksi, mikä myös kertoo kiinteistön hyvästä yleiskunnosta. Ulkoisesti paikat, joista lämpövuotoja havaittiin, olivat rakenteellisesti hyväkuntoisia. Lämpökuvien tulkitsemisen helpottamiseksi otetaan esimerkki kuvasta 11, josta näkee, että lämpökameralla otetussa kuvassa vasemmassa ylänurkassa

on tähdätyn kohteen lämpötila sekä oikealla olevasta palkista näkee kuvan muodostamien värien perusteella kuvan eri kohtien lämpötilat.

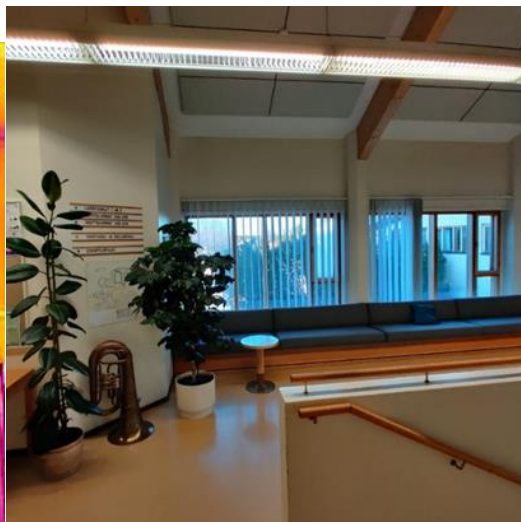
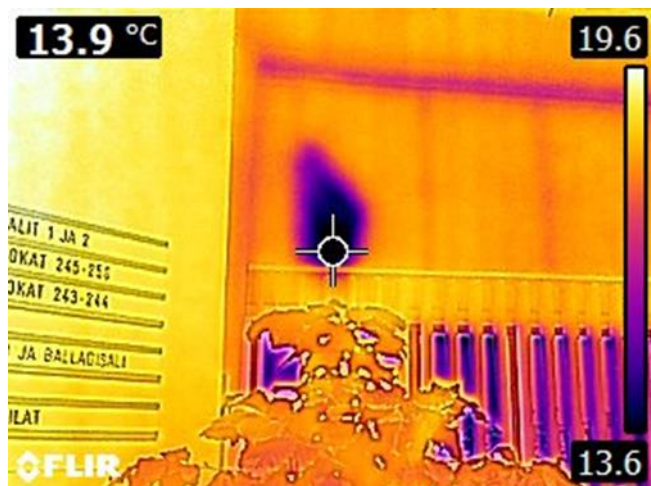
Täysin ilman lämpövuotohavaintoja ei Kouvolatalolla kuitenkaan jääty. Kouvolatalon pääaulan ruokalan ikkunoiden ympäriltä ja katon rajasta löytyi lämpövuotoja ja lämpötila laski-
kin niiden kohdalla noin 13 asteen lukemiin (kuva 10 ja 11). Muuten pääaulan alue ja pääsisäänkäynti olivat hyväkuntoisia. Kuvasta 12 huomaa, että musiikkiopiston toisen kerroksen välikäytävältä löytyi ikkunoiden yläpuolelta selkeä yksittäinen lämpövuoto. Kokoushuone Arvolasta löytyi selkeä lämpövuoto ikkunoiden reunoilta ja kokoushuone Resiinasta löytyi lämpövuoto katosta (kuva 13 ja 14). Arvolan ikkunoiden lähellä lämpötila oli noin kymmenen astetta ja Resiinassa mitattiin katosta noin 14 astetta.



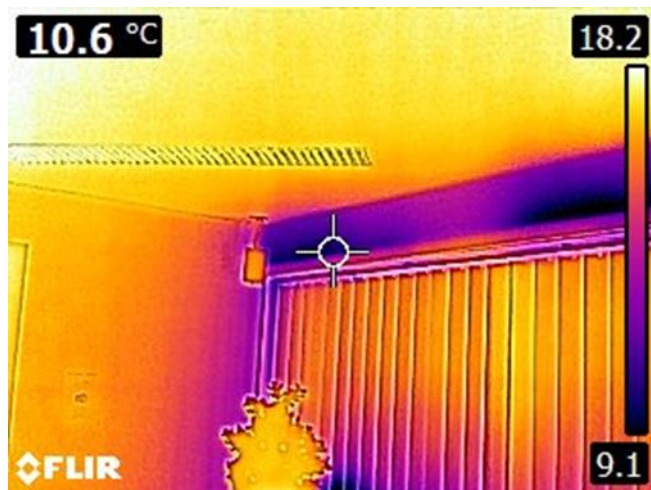
Kuva 10. Kouvolatalon ruokalan ikkunoiden lämpövuoto ja sijainti



Kuva 11. Kouvolatalon ruokalan katon lämpövuoto ja sijainti



Kuva 12. Musiikkiopiston 2. kerroksen välitilan lämpövuoto ja sijainti



Kuva 13. Kokousshuone Arvolan ikkunan lämpövuoto ja sijainti

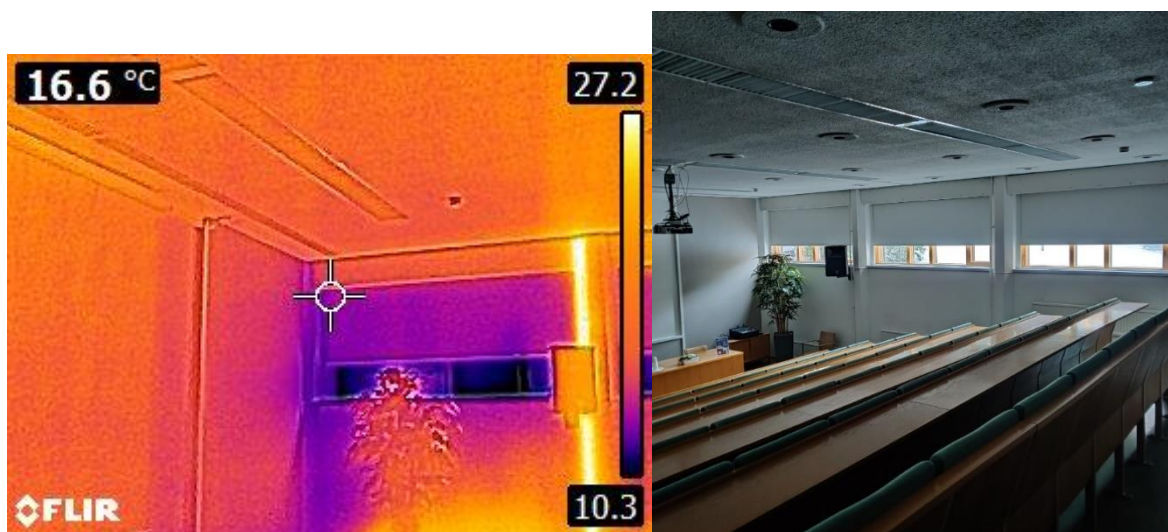


Kuva 14. Kokousshuone Resiinan katon lämpövuoto ja sijainti

Työhuoneista ainoastaan työhuoneesta 292 löytyi ikkunoiden ympäriltä pientä kylmyyttä ja lämpökamera antoi lämpötilaksi 13 astetta (kuva 15). Simelius-sali oli joka puolelta hyväkuntoinen, eikä lämpövuotoja havaittu, mutta Honka-salista löytyi yksi vuoto ikkunoiden yläpuolelta (kuva 16). Kouvolatalon maalaussalista taas löytyi pari lämpövuotoa. Näihin lukeutuivat katon rajasta löytynyt noin 13 asteen lämpövuoto (kuva 17), sekä sisäänkäynniltä tuleva kylmäilma. Maalaussalin sisäänkäyntinä toimii ainoastaan metallinen ovi, josta hohkaa läpi lähes pakkaslukemia (kuva 18). Kuten kuvasta 19 näkee, niin Kouvolatalon toimistotilojen välitilan katosta löytyi suuri lämpövuoto, kun sen lämpötilaksi havaittiin vain yli 8 astetta. Kouvolatalon alakerran tanssisalista löytyi katosta havainto lämpövuodosta, mutta sen lämpötila ei hirveästi laskenut lämpövuodon kohdalla (kuva 20).



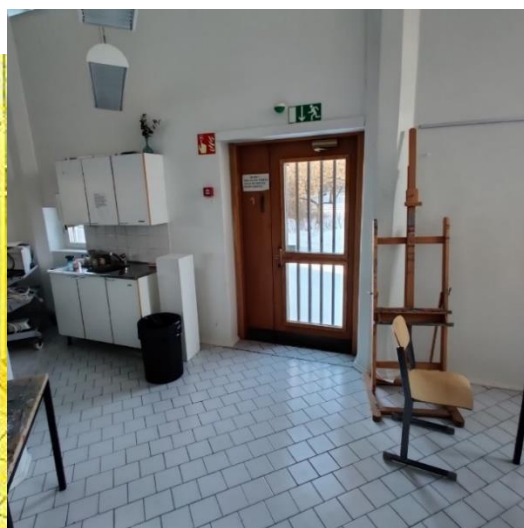
Kuva 15. Kouvolatalon työhuoneen 292 katon lämpövuoto ja sijainti



Kuva 16. Honka-salin ikkunoiden lämpövuoto ja sijainti



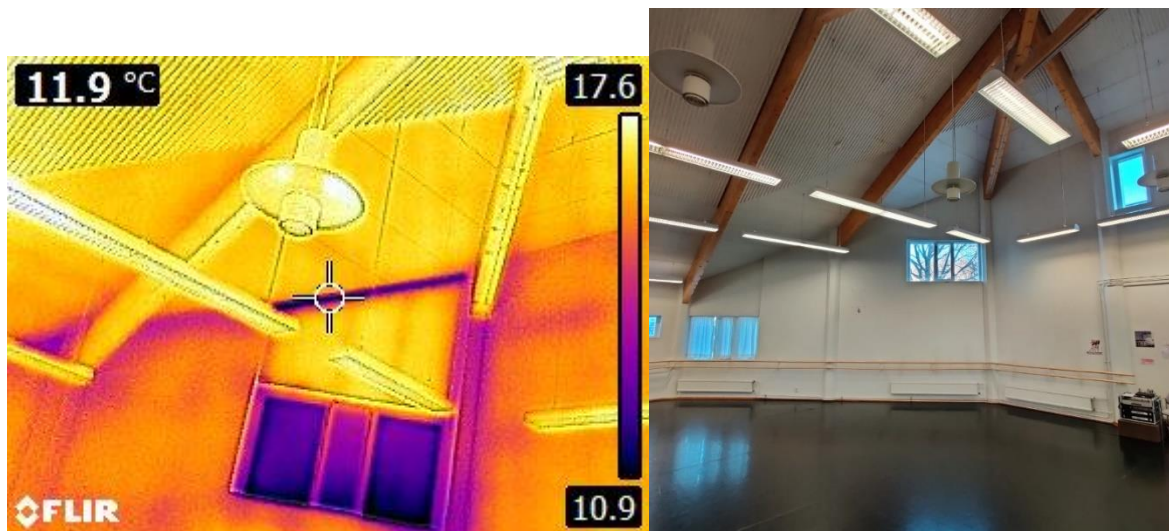
Kuva 17. Kouvolatalon maalaussalin katon lämpövuoto ja sijainti



Kuva 18. Kouvolatalon maalaussalin sisäänkäynnin lämpövuoto ja sijainti



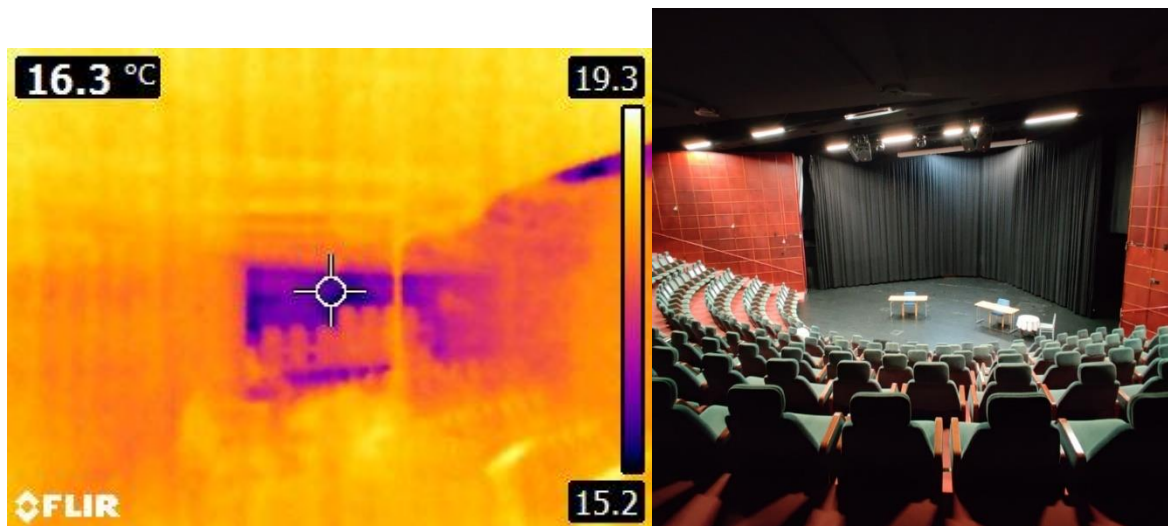
Kuva 19. Kouvolatalon toimistotilojen välitilan katon lämpövuoto ja sijainti



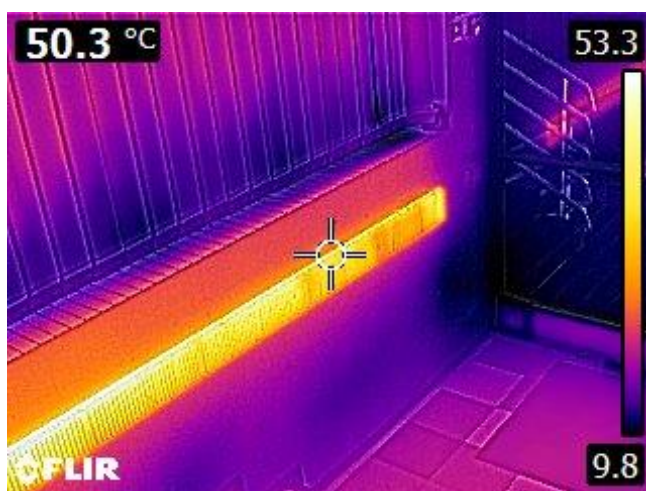
Kuva 20. Kouvolatalon tanssisalin katon lämpövuoto ja sijainti

Kuusankoskitalon lämpökuvauksista selvisi paljon enemmän rakenteellisia puutteita kuin Kouvolatalon lämpökuvauksista. Kuvaukset toivat ilmi lämpövuotoja rakennuksen todella monesta eri paikasta. Lämpövuotoja havaittiin niin katon ja seinien rakenteista kuin ikkunoista ja sisäänkäynneiltäkin. Varsinkin katon rakenteelliset puutteet ja sisäänkäynneiltä läpi tuleva kylmä ilma ovat suuria ongelmia ja vaikuttavat paljon rakennuksen energiatehokkuuteen. Katossa ei ollut aina pelkästään lämpövuotoja, vaan joissain tapauksissa katon rakenteena toimi ainoastaan ohut peltilevy, joka ei suojannut kylmältä ilmalta lähes ollenkaan. Sisäänkäynnit taas päästivät ovien väleistä ilmaa sisälle, eivätkä niiden luona olevat seinät suojanneet kylmältä ilmalta kunnolla. Juha Saarinen (2021.) kertoi, että tämä johtuu seinien ohuesta rakenteesta ja eristeiden vähyydestä.

Rakennuksen kaikista sisäänkäynneistä ainoastaan pääsisäänkäynti oli todella hyvässä kunnossa, sillä sen läheisyydestä ei lämpövuotoja havaittu. Myös Kuusaasali oli hyväkuntoinen, eikä lämpövuotoja löytynyt. Kuten kuvasta 21 näkee, Voikkaasalista taas löytyi pari pientä lämpövuotoa päätyseinän rakenteista, kuten monesta muustakin huoneesta oli löytynyt. Kuten kuvasta 22 näkee, lämpöpatterit hohkasivat monessa huoneessa todella kuumana. Juha Saarisen (2021.) mukaan, patterit on säädetty automaatiolla kuumimmalle asetukselle, huoneen kylmyyden ja ulkolämpötilan mukaan, mistä johtuu niiden täysillä pitäminen. Hukkalämpöä kertyy siis todella paljon, koska tämän takia patterit hohkaavat automaattisesti kuumimmillaan.

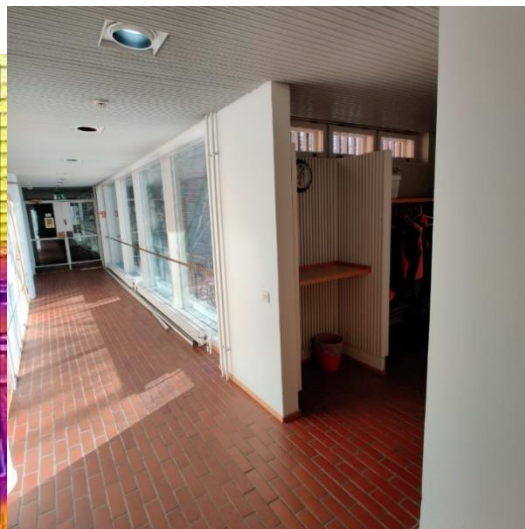


Kuva 21. Voikkaasalin seinän lämpövuoto ja sijainti

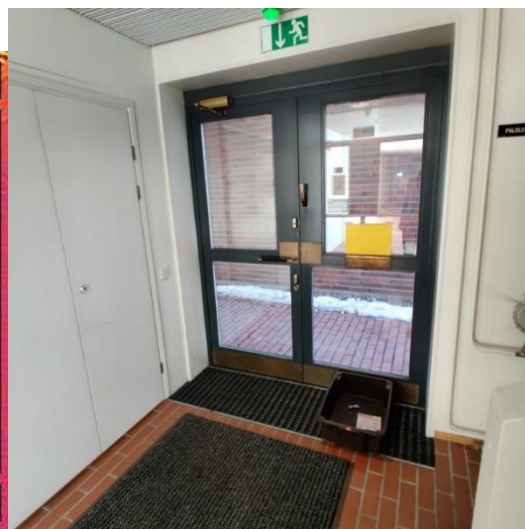


Kuva 22. Kuusaasalin pukuhuoneen lämpöpatteri

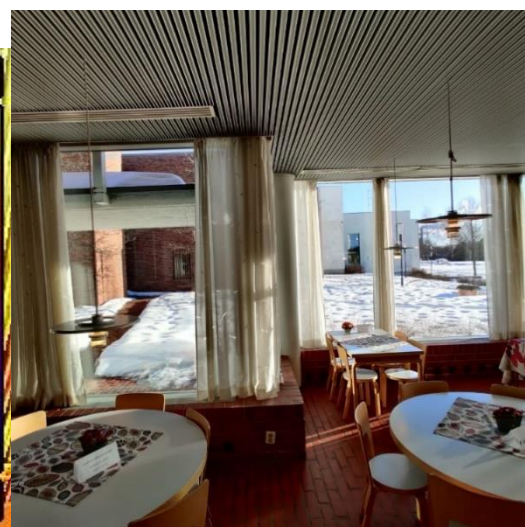
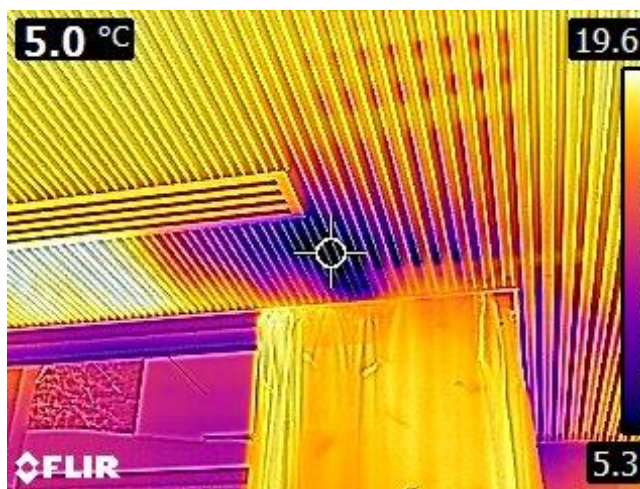
Kuusankoskitalon 1. kerroksen pitkän käytävän ikkunoista löytyi selkeitä lämpövuotoja (kuva 23). Pahimmillaan kyseisten ikkunoiden ympäriltä havaittiin lukemia nollan asteen molemmin puolin. Saman käytävän päästä löytyvän ulkosisäänkäynnin luota löytyi myös puutteita. Kyseisenä sisäänkäyntinä toimi ainoastaan metallinen ovi, jonka luota saatiin lämpötilaksi jopa miinuslukemia (kuva 24). Pääaulassa toimivan kahvilan tiloista löytyi katosta pari lämpövuotoa, joista ensimmäinen oli lämpötilaltaan noin viisi astetta (kuva 25). Palvelutiskin luota löytyi kahvilan toinen lämpövuoto, jonka lämpötila oli myös noin viisi astetta (kuva 26). Myös Kuusankoskitalon näyttelysalin tiloista löytyi seinistä ja katosta paljon lämpövuotoja (kuva 27 ja 28). Suurin syy tähän lienee kuvasta 29 nähtävä lasista tehty katon osa, joka päästää kylmää ilmaa paljon lävitse. Lisäksi Juha Saarinen (2021.) kertoi, että seinän eristeiden villassa saattaa olla puutteita. Kyseistä kattoratkaisua oli käytetty muutamassa kohdassa taidesalia. Myös seinien rakenteet vaikuttivat monesta paikasta ohuilta.



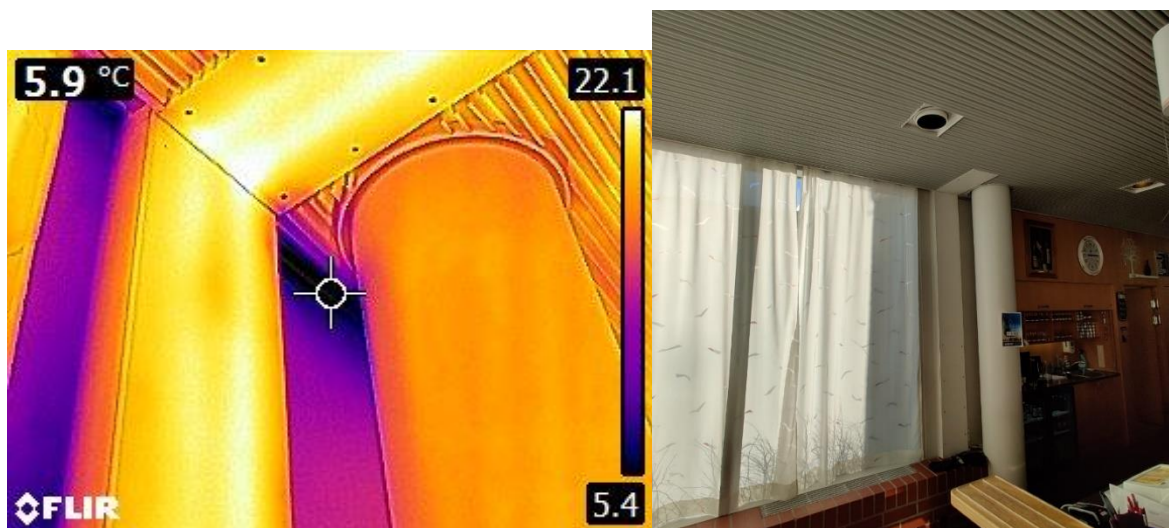
Kuva 23. Kuusankoskitalon 1. kerroksen käytävän ikkunan lämpövuoto ja sijainti



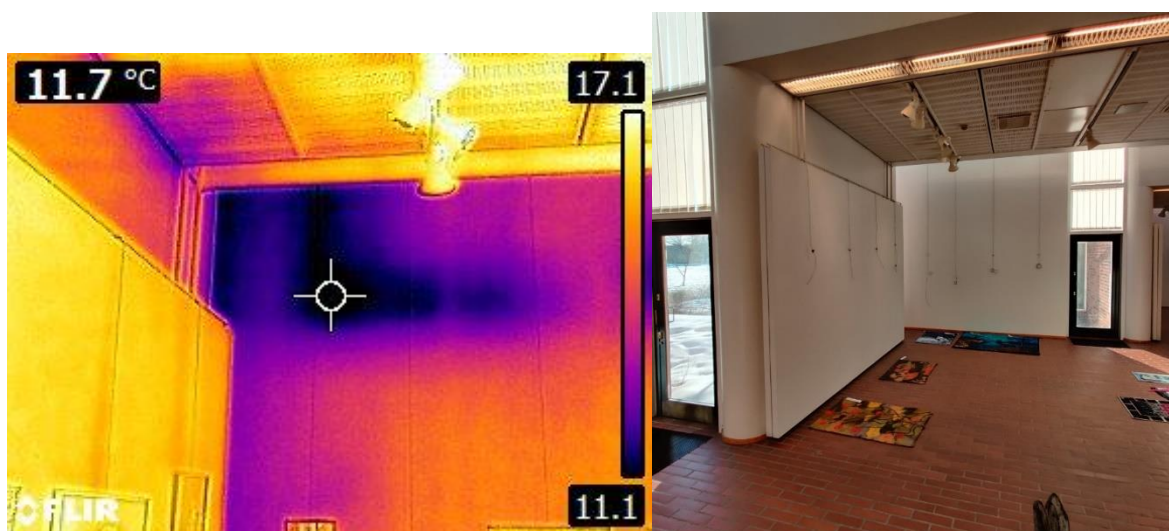
Kuva 24. Käytävän päädyn sisäänkäynnin lämpövuoto ja sijainti



Kuva 25. Kahvilan katon lämpövuoto ja sijainti



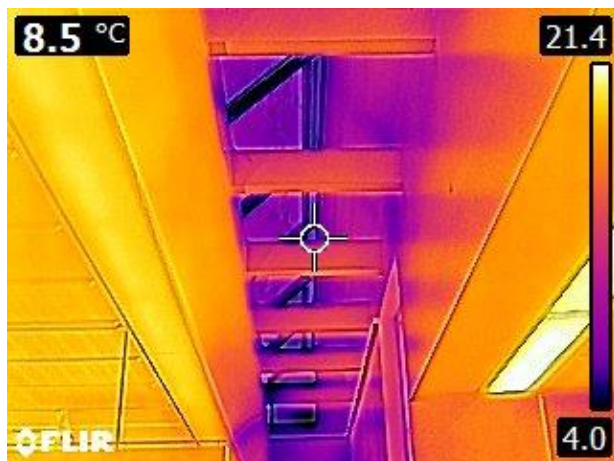
Kuva 26. Kahvilan palvelutiskin katon lämpövuoto ja sijainti



Kuva 27. Näyttelytilan seinän lämpövuoto ja sijainti

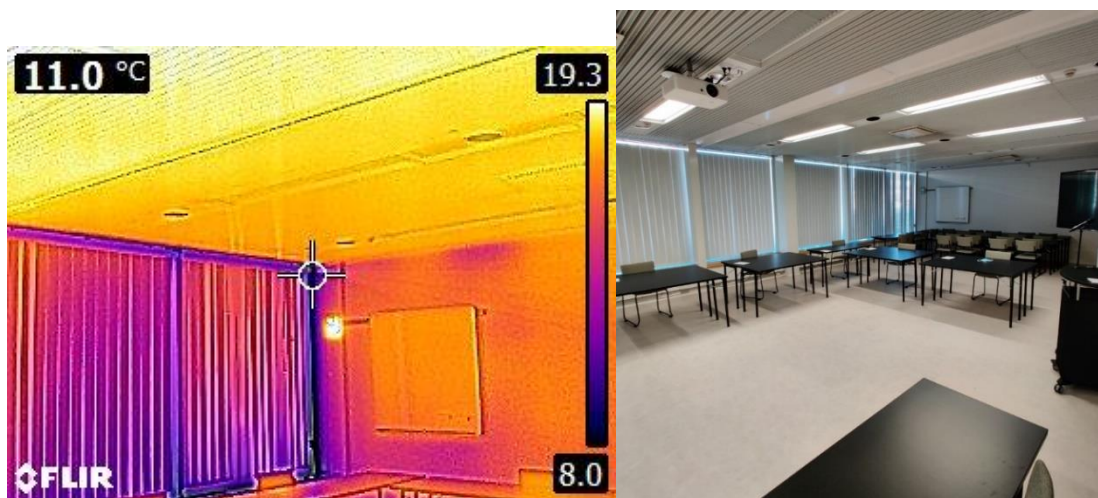


Kuva 28. Näyttelytilan katon lämpövuoto



Kuva 29. Näyttelytilan lasikatto

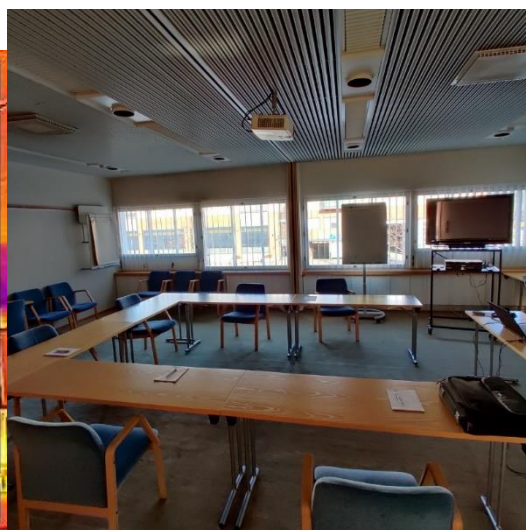
Monissa Kuusankoskitalon kokoushuoneissa, pukuhuoneissa sekä sisäänkäyntien välitiloissa katon lämpövuodot olivat suurin ongelma. Toki kyseisissä tiloissa myös monet ikkunat päästivät tosi usein kylmää ilmaa sisälle (kuva 30). Hirvelän ja Mattilan luentotiloista löytyi lämpövuotoja niin katosta kuin ikkunoistakin. Kuten kuvasta 31 näkee, niin Hirvelän luentotilasta pahimmat lämpövuodot havaittiin ikkunoiden läheltä, ja lämpötilaksi saatiin noin 16 astetta. Myös Mattilan ikkunoiden reunoilta löytyi huoneen suurimmat lämpövuodot (kuva 32). Kuusaasalin pukuhuoneiden säilytystilasta löytyi lämpövuotoja ikkunoista (kuva 33) sekä pukuhuoneiden ulkosisäänkäynnin välitilan seinästä (kuva 34). Kyseisten lämpövuotojen lämpötilat laskivat molempien kohdalla vain muutaman asteen lukemiin. Myös Kuusaasalin pukuhuoneista löydettiin samoja ongelmia, mutta lämpövuotojen lämpötilat olivat hieman korkeammat (kuva 35). Molempien pukuhuonekerroksien sisäänkäynneiltä (kuva 36 ja 37) löytyi selkeitä puutteita. Näissäkin sisäänkäynneissä ovena oli metallinen ovi, joka päästi pakkasilmaa sisälle huonon eristävyyden vuoksi. Lämpötilat laskivat ovien luona selkeisiin pakkaslukemiin.



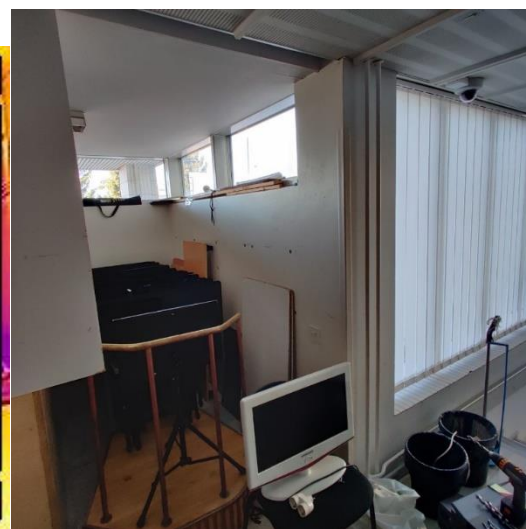
Kuva 30. 1. kerroksen kokoustilan ikkunan lämpövuoto ja sijainti



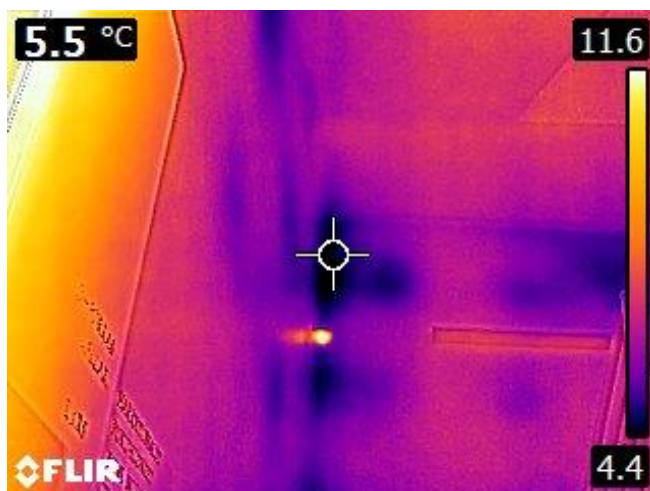
Kuva 31. Hirvelän luentotilan ikkunan lämpövuoto ja sijainti



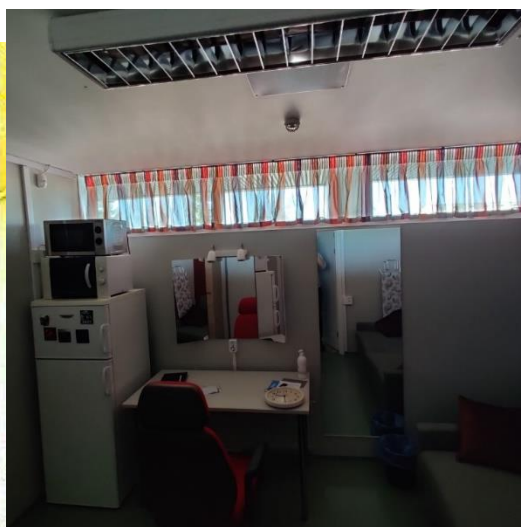
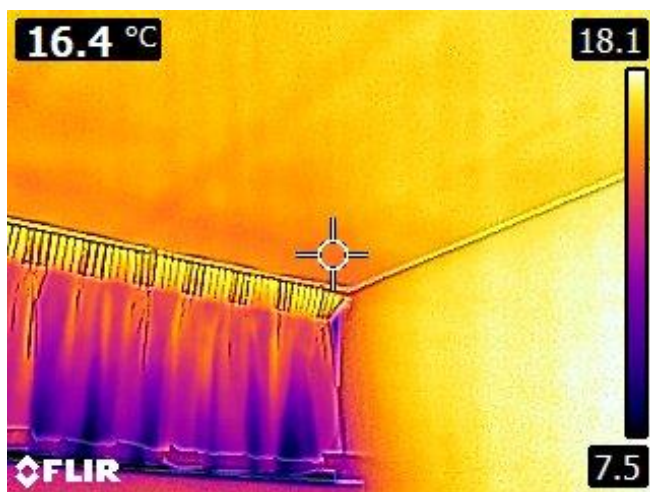
Kuva 32. Mattilan luentotilan ikkunan lämpövuoto ja sijainti



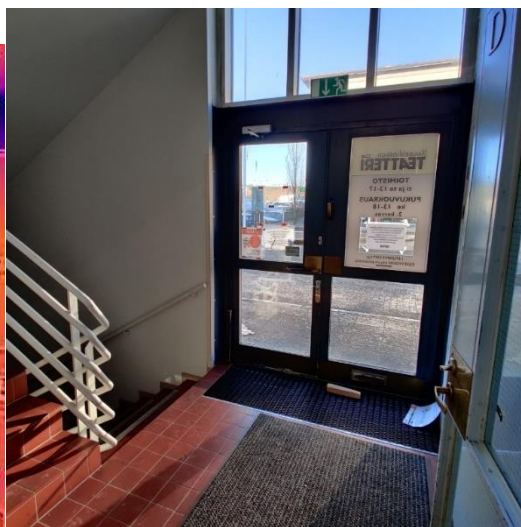
Kuva 33. Kuusaasalin pukuhuoneiden säilytystilan ikkunoiden lämpövuoto ja sijainti



Kuva 34. Kuusaasalin pukuhuoneiden ulkosisäänkäynnin välitilan lämpövuoto ja sijainti



Kuva 35. Kuusaasalin pukuhuoneen ikkunan lämpövuoto ja sijainti



Kuva 36. Kuusaasalin pukuhuoneiden ulkosisäänkäynnin lämpövuoto ja sijainti



Kuva 37. Kellari kerroksen sisäänkäynnin lämpövuoto ja sijainti

6 Energiatehokkuuden parantaminen

6.1 Ratkaisuja parempaan energiatehokkuuteen

Sähkönkulutuksesta koituvien kustannuksiin ja sähköntuottamiseen liittyen tehokkain ratkaisu olisi aurinkoenergian hyödyntäminen. Aurinkoenergian avulla rakennuksista pystytään tekemään omavaraisempia. Rakennuksien katolle asetettavilla aurinkokeräimillä pystytään keräämään energiaa talteen ja ottamaan se myöhemmin käyttöön tukemaan sähkönkulutusta. Aurinkoenergian hyödyntäminen toimisi hyvin rinnakkaisena sähköntuotantona, sillä talvisin sitä ei pystytä hyödyntämään yhtä hyvin sääolojen vuoksi. (Motiva 2020b.) Aurinkoenergiaa pystytään hyödyntämään myös lämmitykseen kaukolämmön rinnalla. Kaukolämmön tukena toimivat isot aurinkolämpöjärjestelmät ovat todella kustannustehokkaita. Kokeilumuotoisena tämä voisi olla toimiva ratkaisu. (Motiva 2020d.)

Muista lämmitysratkaisuista maalämmön hyödyntäminen on todella hyvä ratkaisu. Maalämpö on kustannustehokas tapa hyödyntää maaperään tai vesistöihin sitoutunutta energiaa. Maalämpö ottaa siis auringosta tulevan säteilyn maaperästä ja muuttaa sen energiaksi. Maalämpöä käyttäessä sen hyödyntäminen tulee pitkällä ajalla halvaksi, mutta alussa tehtävät investoinnit tulevat maksamaan aika paljon. Maalämpöä pystyy hyödyntämään koko vuoden ajan, sillä kesän aikana maaperän keräämä auringon säteily pysyy varastoituna maaperässä aina talveen asti. Maalämmön hyödyntämiseen on monia eri keinoja. Yleensä maahan poratulla lämpökaivolla lämpöenergia saadaan kerättyä varastoon, mutta maalämpöä voidaan kerätä myös vesistöön asetetulla keruuputkella tai maan alle asennetulla maapiirillä. Päälämmitysjärjestelmän vaihto toiseen tulee kuitenkin olemaan todella kallis investointi sekä paljon aikaa vievä urakka, joka kannattaa suorittaa vain, jos nykyinen menetelmä on todella kuluttava. (Maalämpö 2020.)

Järkevin ratkaisu lämmityksen kustannustehokkuuteen ja kulutuksen vähentämiseen olisi kuitenkin pienemmän kaukolämmön rinnalla toimivan lämmitysjärjestelmän hankkiminen. Aurinkoenergian hyödyntäminen on yksi varteen otettava vaihtoehto, mutta toinen voisi hyvinkin olla ilmalämpöpumput. Ilmalämpöpumppu on erittäin hyvä vaihtoehto, sillä sen avulla pystyy kierrättämään ulkoilmaa sisäilmaksi, joko rakennuksen lämmitykseen tai viilentämiseen. Ilmalämpöpumpun toimintaperiaate perustuu siis kylmätekniikkaan, jolla se muuntaa ulkoilman lämpöenergian käytettäväksi sisälle. Ilmalämpöpumpun käyttö parantaa myös yleisesti sisäilman kiertoa, sekä puhdistaa ilmaa pölystä ja bakteereista. (Ilmalämpöpumppu.) Ilmalämpöpumpulla pystyy myös vähentämään sisäilman kosteutta, mikä auttaa ehkäisemään rakennuksen homeutumista ja lahoutumista. Ilmalämpöpumpun hyviä puolia

ovat sen ympäristöystävällisyys sekä pieni hiilijalanjälki, jotka edesauttavat ympäristönkin suhteen. (Vattenfall.)

Myös ilmastointijärjestelmät tulee ottaa huomioon energiankulutusta tarkastellessa. Ilmastointeja tarkastellessa tulee ottaa huomioon ilmastoinnin hyötysuhde sen alueen kokoon, johon ilmastointijärjestelmällä tullaan vaikuttamaan. Jos ilmastointi on mitoitettu väärän kokoista aluetta varten, niin sen hyötysuhde tulee olemaan huomattavasti pienempi. Ilmastointien energiankulutusta pystytään parhaiten parantamaan optimoimalla niiden käyttöä siten, että niille ei kerry turhaa käytössä oloa vaan niitä käytetään vain, kun on tarpeellista. Tämän merkitys kasvaa entisestään, jos käytössä on useampi ilmanvaihtojärjestelmä. Ilmastointijärjestelmän putkistolle tulisi myös olla reilusti tilaa, jotta kanaville ei kerry liikaa mutkia, jotka vähentävät ilmanpainetta ja ilmastoinnin tehokkuutta. (Shemeikka ym. 1996, 23.)

Kiinteistön valaistuksen valinta ja käyttö vaikuttavat myös paljon energiankulutukseen. Valaistuksesta koituvaan energiatehokkuuteen voidaan vaikuttaa muun muassa valaistuksen valinnalla, kiinteistön ominaisuuksilla sekä valaistuksen käytöllä. Rakennuksen katosta ja seinistä pystyy tekemään valoa heijastavat, mikä luo lisää valoisuutta huoneisiin. Lisäksi ulkoa tuleva valo kannattaa huomioida jo rakennusvaiheessa esimerkiksi ikkunoiden muodossa. Valaisimien energiaa säästävillä vaihtoehtoilla ja oikeinmitoitettulla määrällä voidaan vaikuttaa myös energiatehokkuuteen. Erilaisiin valaisinratkaisuihin liittyen on todettu, että LED-valaisimien vaihtaminen tyypillisten T8-loisteputkien tilalle vähentää kokonaisenergiankulutusta, sillä LED-valaisimet ovat noin 50 prosenttia vähemmän sähkövirtaa kuluttava ratkaisu. (Teknologian tutkimuskeskus VTT 2012.) Lisäksi niiden jäähtymiseen kuluva sähköenergian määrä on pienempi. Myös suuri tekijä energiatehokkuuden parantamisessa on valaisimien käytön merkitys. Valaisimien tarpeettomaan käyttöön voidaan vaikuttaa itsestään sammuvilla valoilla, jos tilaa ei käytetä tai valaisimia voidaan himmentää, jotta niitä voidaan käyttää yhteistyössä päivänvalon kanssa. (Shemeikka ym. 1996, 48.)

6.2 Kouvotalon kehittämis ehdotukset ja investoinnit

Kehittämis ehdotukset

Kouvotalon omavaraisuuden ja energiatehokkuuden parantamiseksi suurimmat kehittämis ehdotukset ovat omavaraisuuden tavoittelu aurinkoenergialla, sähkönkulutuksen vähentäminen valaisimien uusimisella ja automatisoinnilla sekä lämmityksen tueksi hankittavat ilmalämpöpumput. Aurinkokeräimillä sähkön- ja lämmönkulutusta saadaan pienemmäksi tuottamalla osa siihen kuluvaan energiasta itse. Aurinkoenergian saa myös kätevästi asennettua kaukolämmön tueksi. Lisäksi sähkönkulutusta saataisiin pienemmäksi

vaihtamalla niiden valaisimien lamput LED-valaisimiin, joissa ei niitä vielä ole. Samalla niiden automatisoinnilla valaistuksen saisi optimoitua käyttöä vastaavaksi. Ilmalämpöpumput taas pystyvät pienentämään lämmitykseen kuluva energiaa tuottamalla lämpöä ulkoa otettavasta ilmasta. Ilmalämpöpumput pystyvät tukemaan myös Kouvotalon ilmastointijärjestelmää, vaikka se onkin lähes kokonaan uusittu ja täysin toimiva. Nämä olisivat pieniä investointeja, joiden avulla Kouvotalon energiatehokkuutta saadaan paljon alemmas.

Lämpökuvausten tulosten perusteella Kouvotalon eristykseen ei tarvitse koskea. Kouvotalon seinät ovat hyvin eristettyjä ja ulkoisestikin hyvässä kunnossa. Myös katto on suurimaksi osaksi todella hyvässä kunnossa käynnissä olevan kattoremontin ansiosta. Sen sijaan Kouvotalon ikkunoiden uusiminen sekä kunnan tarkistaminen ovat hyödyllisimmät keinot rakennuksen energiatehokkuuden parantamiseksi ja niistä kertyvän lämpöhukan pienentämiseksi. Myös sisäänkäynnin kunnostus maalaussalin puolelta olisi toivottavaa sen päästäessä paljon kylmää ilmaa sisälle. Tietysti yksittäiset seinän tai katon havaitut lämpövuodot tulee huomioida ja kunnostaa niille kohdistuvan tulevaisuuden remontoinnin aikana. Muuten Kouvotalon lämpökuvaukset eivät paljastaneet mitään huomioimisen arvoista, ja rakennus on todella hyväkuntoinen.

Investoinnit

Kaikkien kehittämis ehdotusten investointien tarkkoja kustannuksia ei pystytty tarkasti selvittämään, sillä joissain tapauksissa tiedonhaku olisi vaatinut eri valmistajien tai urakoitsijoiden kilpailuttamista ja tarjouspyyntöä. Täten kaikille investoinneille ei myöskään pystynyt tekemään takaisinmaksuarviota. Ensimmäiset investoinnit Kouvotalolla tulevat olemaan aurinkoenergiajärjestelmän lisääminen kaukolämmön tueksi, joidenkin valaisimien uusiminen ja automatisointi sekä ilmalämpöpumppujen hankinta. Aurinkosähköjärjestelmään investoiminen tulisi maksamaan arviolta noin 1100 €/kWp. Jos aurinkosähköjärjestelmän suuruus tulisi olemaan noin 40 kWp, niin se tulisi siis maksamaan noin 44 000 euroa. Hinta koostuu suunnittelusta, asennuksesta sekä laitteistojen kustannuksista. (Motiva 2020e.) Sen kokoluokan aurinkosähköjärjestelmän vuosituotanto olisi arviolta noin 35 000 kWh (European commission 2018). Tämän kokoluokan aurinkosähköjärjestelmä on kuitenkin jo todella iso, mutta sillä saataisiin tuotettua iso osa Kouvotalon sähkönkulutuksesta.

Jos kaikki Kouvotalon valaisimet uusittaisiin, niin se tulisi tietysti kustantamaan enemmän, mutta tulee ottaa huomioon, ettei kaikkia valaisimia kuitenkaan uusita suurimman osan ollessa jo hyväkuntoisia. Kustannuksien hinta tulisi siis olemaan valaisimien määrästä riippuva. Hankittavien LED-valaisimien lisäksi Kouvotalolle asennettaisiin liiketunnistimia, jotka toimisivat valaisimien katkaisijoina. Liiketunnistimet tulisivat kustantamaan noin muutamankymmentä euroa yhtä kappaletta kohden. Yksittäinen liiketunnistin pystytään

liittämään yhden tilan valaisimien katkaisijaksi. Uusien valaisimien ja liiketunnistimien avulla sähkönkulutus vähenisi pitkässä juoksussa entisestään. Valaisimiin ja liiketunnistimiin kuuluvat kustannukset jäävät niin pieniksi, että niiden takaisinmaksu aika olisi myös olemattoman pieni. (Nerg 2021.)

Jos Kouvolatalolle hankkisi koko rakennuksen kattavan ilmalämpöpumppuihin verrattavissa olevan järjestelmän, niin se tulisi maksamaan noin satoja tuhansia euroja. Sen sijaan järkevin vaihtoehto olisi investoiminen isoon normaalin malliseen ilmalämpöpumppujärjestelmään, joka tukee maksimissaan kolmea pienempää ilmalämpöpumppua. Nämä voisi täten asentaa Kouvolatalon isoimpiin huoneisiin ja saleihin. Yksi kolmea järjestelmää tukeva ilmalämpöpumppu kustantaa arviolta noin 1000 - 4000 euroa. Kouvolatalolle tulisi kuitenkin tarvittaessa hankkia useampi kolmen ilmalämpöpumpunjärjestelmä salien ja huoneiden suuren lukumäärän vuoksi, jotta rakennukselle olisi niistä enemmän hyötyä. Ilmalämpöpumppujen kustannukset tulevat siis hieman kasvamaan, niitä hankittavasta määrästä riippuen. Ilmalämpöpumppujen avulla tultaisiin säästämään lämmityksen energiankulutuksessa todella paljon. (Nerg 2021.)

Kouvolatalon lämpökuvauksissa ei havaittu montaa kehityskohtaa. Ainoat suuret investoinnit lämpökuvausten perusteella tulisivat olemaan ikkunoiden ja maalaussalin sisäänkäynnin uusiminen ja korjaaminen. Lisäksi lämpökuvauksissa havaitut yksittäiset lämpövuodot tulisi paikata tulevaisuudessa toteutettavien remonttien rinnalla, jotta kuluissa voitaisiin säästää tätä kautta. Esimerkiksi yläpohjan heikkouksien kunnostamisella saadaan lämpövuodot korjattua ja tämä ei ole edes hirveän kallista. Yläpohjan lisälämmöneristäminen tulee helpomaksi kuin muut eristys toimenpiteet ja takaisinmaksuaika pysyy muutamassa vuodessa. (Energiakorjaus 2013.) Ikkunoiden kunnostukseen tulisi sisällyttää uusiin ikkunoihin investoiminen, niiden asentaminen ja tiivisteiden laitto. Maalaussalin sisäänkäynnille tulisi hankkia uusi pääovi, joka ei päästä kylmää ilmaa sisälle vanhan tavoin. Tiivisteiden laatu ja ilmanpitävyys tulevat olemaan tärkein kohta, jotta energiatehokkuus paranee. Maalaussalin sisäänkäynnin uusiminen ei myöskään kustannuksien puolesta tule olemaan iso investointi. Kaikkien Kouvolatalolla suoritettavien investointien avulla rakennuksen energiatehokkuus paranee huomattavasti, ottaen huomioon kaikki niistä saatavat hyödyt. Lisäksi tulee tarkasti huomioida, että kannattaako Kouvolatalon panostaa sekä aurinkoenergiaan, että ilmalämpöpumppuihin. Näistä toisen pois jättämällä investointien ja korjausten hintaa saisi huomattavasti alemmas.

6.3 Kuusankoskitalon kehittämisehdotukset ja investoinnit

Kehittämisehdotukset

Kuusankoskitalon energiatehokkuuden parantamiseksi tärkeimmät kehittämisehdotukset ovat samat kuin Kouvolatalollakin eli omavaraisuuden tavoittelu aurinkoenergialla, valaisimien uusiminen ja automatisointi sekä ilmalämpöpumppujen hankinta. Näiden investointien lisäksi Kuusankoskitalon ilmastointijärjestelmä tulee uusia, sillä se on todella huonokuntoinen. Uudella ilmastointijärjestelmällä saadaan sähkönkulutusta pienemmäksi vanhaan järjestelmään verrattuna sekä sen tuottamaa ilmanvaihtoa saadaan tehostettua oikeanlaisilla mitoituksilla ja säätöjen optimoinnilla. Ilmastointijärjestelmän uusimisen saisi tehtyä samalla kertaa, kun Kuusankoskitaloa remontoidaan muutenkin. Nämä investoinnit tulisivat vaikuttamaan huomattavasti Kuusankoskitalon energiatehokkuuteen.

Lämpökuvausten tulosten perusteella Kuusankoskitalon eristykset ja seinien rakenteet tulisi suurimmaksi osaksi uusia. Lämpökuvauksissa huomasi, että monessa kohtaa rakennusta on vain ohut seinä eristämässä kylmää ilmaa, kuten esimerkiksi sisäänkäyntien käytävien välitiloissa ja maalaussalin katon kulmissa. Eristykset ja seinät voisi uusia samalla kertaa katon kanssa, sillä molemmista löytyi paljon lämpövuotoja. Kuusankoskitalolta löytyi lämpökuvauksissa myös monia muita puutteita, kuten monien ikkunoiden ja lähes kaikkien sisäänkäyntien lämpövuodot. Ikkunat tulee siis uusia lähes kokonaan sekä niiden katon rajan kunto tarkistaa. Sisäänkäynnit täytyy myös vaihtaa paremmin kylmää eristäviin oviin ja tehdä niiden välitiloista lämpimämmät seinien eristeiden parantamisella. Kuusankoskitalon lämpökuvausten avulla havaittujen epäkohtien kunnostamisella sen energiatehokkuutta saadaan parannettua merkittävästi. Kun lämpövuodot saadaan korjattua, niin lämmitykseen ei kulu niin paljon energiaa ja lämpöpattereiden lämmönsäädöt saadaan samalla kuriin.

Investoinnit

Aurinkoenergiaan, valaisimiin ja ilmalämpöpumppuihin liittyen kustannusarviot ja takaisinmaksuajat ovat lähes samat kuin Kouvolatalon vastaavissa. Aurinkosähköjärjestelmän tulisi kuitenkin olla noin puolet pienempi kuin Kouvolatalolla eli noin 20 kWp, jonka hinta-arvio olisi siis noin 22 000 euroa (Motiva 2020e). Tämän kokoisella aurinkosähköjärjestelmällä päästäisiin vuosituoannossa noin 17 500 kWh:n lukemiin (European commission 2018). Kuusankoskitalon valaisimien ja ilmalämpöpumppujen hinta-arvio on myös pienempi, Kouvolatalon ollessa noin puolet pienempi rakennus. Valaisimien ja liiketunnistimien hinta määrytyy niitä hankittavan määrän mukaan. Ilmalämpöpumppujenkin kustannukset riippuvat niitä hankittavasta määrästä. (Nerg 2021.)

Uuden Ilmastointijärjestelmän vuoksi Kuusankoskitalon investointien määrä kasvaa. Kuusankoskitalon ilmanvaihtojärjestelmän uusimiseen koituvien kustannusten hintaa on vaikea arvioida, sen ollessa todella iso investointi rakennuksen koon puolesta. Kouvolatalolla käynnissä olevan ilmanvaihtojärjestelmän uusimisen kustannuksiin verratessa voi arvioida Kuusankoskitalon ilmanvaihtojärjestelmän kustannukset. Investoinnin kustannukset koostuvat muun muassa ilmanvaihtojärjestelmän suunnittelusta, asennuksesta sekä laitteistojen kustannuksista. Ilmastointijärjestelmän takaisinmaksuaika olisi myös melko korkea, sen ollessa suhteellisen kallis remontti ja rahallisen hyödyn ollessa pienempi verratessa esimerkiksi edellä mainittuihin investointeihin. Investointina ilmanvaihtojärjestelmä on kuitenkin todella hyödyllinen yleisen ilman laadun parantamisessa ja huoneiden viilennyksessä kesäisin. (Nerg 2021.)

Lämpökuvausten perusteella samoja investointeja kuin Kouvolatalolla olisivat ikkunoiden uusiminen sekä sisäänkäyntien uusiminen. Ikkunat tulisivat arviolta kustantamaan hieman vähemmän rakennuksen ollessa lähes puolet pienempi ja ikkunoitakin on täten hieman vähemmän kuin Kouvolatalolla. Sisäänkäyntien korjaukset tulevat taas maksamaan enemmän kuin Kouvolatalolla, sillä uusittavia sisäänkäyntejä on pari enemmän. Lisäksi Kuusankoskitalon lämpökuvauksissa havaittujen puuteiden korjaamiseen sisältyy muun muassa seinien eristeiden uusiminen. Tämä tulisi toteuttaa samalla kerralla, kun Kuusankoskitalon katto korjataan, sillä senkin rakenteista havaittiin lämpövuotoja. Molemmat remontit kannattaa siis toteuttaa samalla kerralla.

Seinien eristämisen suhteen paras ratkaisu olisi niiden eristäminen ulkopuolelta, jotta vanhat eristeet saadaan kuivatettua paremmin. Jos rakenteissa havaitaan paljon kosteus vaurioita, niin tulisi nekin kunnostaa samalla kerralla, kun eristeet vaihdetaan uusiin. Katon peruskorjaukseen ja uusimiseen liittyen voi ottaa mallia Kouvolatalolla tehdystä kattoremontista ja sitä kautta kilpailuttaa kustannuksien hinnat. Kuusankoskitalon eristeiden ja rakenteiden kunnostaminen tulisi kustantamaan todella paljon, kaikkiin muihin korjauksiin ja investointeihin verratessa. (Vinha 2016.) Kaikkien eristeiden korjaaminen tai vaihtaminen tulee olemaan sen verran kallis työ ja takaisinmaksuaika niin kova, että kannattaa harkita vaihtoehtona yläpohjan lisälämmöneritystä ja lämpövuotojen paikkaamista. Tämä olisi selvästi halvempi ratkaisu. (Energiakorjaus 2013.) Nämä korjaukset tulisivat kuitenkin olemaan tärkeimmät kehityskohdat Kuusankoskitalolla, sillä ne parantaisivat rakennuksen energiatehokkuutta enemmän kuin yksittäiset investoinnit.

Kaikkien Kuusankoskitalolla suoritettavien investointien kustannukset tulisivat maksamaan yhteensä huomattavasti enemmän kuin Kouvolatalon investoinnit. Kustannuksien hintaa nostaa niin ilmanvaihtojärjestelmän uusiminen kuin suuremmat remontit Kuusankoskitalon

rakenteisiin ja eristyksiin liittyen. Kuusankoskitalo onkin nykyisin huonommassa kunnossa kuin Kouvolatalo, joten investointien kustannuksia oletettiin jo alun perin suuremmiksi. Edellä mainitut hankinnat tulevat siis todella suureen tarpeeseen ja energiatehokkuus parantuu niiden myötä merkittävästi. Myös Kuusankoskitalon suhteen tulee lisäksi huomioida, että onko tarpeellista ja kannattaako panostaa sekä aurinkoenergiaan, että ilmalämpöpumppuihin.

7 Yhteenveto

Rakennuksen energiatehokkuus ja sen avulla säästäminen koostuu monesta eri osa-alueesta, jotka tulee ottaa huomioon. Tärkeimpiä kohtia energiatehokkuuden parantamisessa ovat rakenteiden eristeiden laatu ja tiiviys, energia- ja kustannustehokkaat lämmityksen ja sähköntuotannon valinnat sekä vähän sähköä kuluttavat laitteistot ja järjestelmät. Tietysti myös rakennuksen säädöistä ja kulutuksesta huolehtivien tahojen tulisi optimoida sähkön käyttö oikein, jotta sitä ei mene hukkaan tai kuluteta turhaan. Pienilläkin valinnoilla voidaan vaikuttaa huomattavasti rakennuksen energiatehokkuuteen, kuten esimerkiksi energiatehokkaammalla valaistuksella ja sen käytön optimoinnilla. Näihin asioihin etsittiin opinnäytetyössä ratkaisuja, jotta kulttuuritalojen energiatehokkuutta saataisiin parannettua erilaisten kehittämis ehdotusten ja investointien avulla. Opinnäytetyön tuloksena saatiin paljon erilaisia vaihtoehtoja energiatehokkuuden ja omavaraisuuden parantamiseksi.

Mitä rakennuksen rakenteisiin tulee, niiden täytyy olla tiiviit ja hyvin lämpöä eristävät. Tällöin lämmitysenergiaa säästetään, sillä rakennuksen rakenteiden läpi tuleva lämpöhukka on mahdollisimman pieni ja rakennuksen energiatehokkuus paranee. Rakenteiden lisäeristyksellä ja tiivistämisellä rakennuksen energiatehokkuutta saadaan parannettua merkittävästi, mutta se täytyy tehdä huolella ja oikein, jotta ongelmilta vältytään. Esimerkiksi liiallisella eristämällä voidaan saada ongelmia rakenteisiin ja sen hengittävyys voi huonontua. Eristämisestä koituvan työ määrän vuoksi se kannattaa kuitenkin ajoittaa oikein, kuten esimerkiksi julkisivuremontin kanssa tehtäväksi, jotta rakenteisiin ja ikkunoihin ei tarvitse turhaan koskea. Myös ikkunoiden ja sisäänkäyntien lämpövuotojen korjaamisella pystytään parantamaan huomattavasti rakennuksen energiatehokkuutta, mutta varsinkin uudet ikkunat tulee valita harkiten ja energiatehokkuutta suosien.

Sähkölukutukseen liittyen energia- ja kustannustehokas ratkaisu olisi osittainen omavaraisuus uusiutuvaa energiaa hyödyntämällä. Tähän yleinen ja helppo ratkaisu olisi esimerkiksi aurinkoenergian hyödyntämien katoille asennettavilla aurinkopaneeleilla. Näin rakennus parantaa omavaraisuutta sähköntuotannon suhteen. Lämmityksestä koituviin kuluihin voidaan taas vaikuttaa parhaiten hankkimalla rinnakkainen lämmitysjärjestelmä. Päälämmitysjärjestelmän vaihto on usein teknisesti vaikeaa toteuttaa ja sen kustannukset ovat hyötyihin nähden suuret. Siksi se kannattaakin toteuttaa vain äärimmäisessä tilanteessa. Päälämmityksen rinnalle hankittava toinen lämmitysratkaisu taas olisi edullisempi ja helpompi ratkaisu.

Tulevaisuudessa molemmat Kouvolaan kulttuuritalot saavat parannettua omavaraisuuttaan ja energiatehokkuuttaan ottamalla huomioon opinnäytetyön kehittämis ehdotukset ja suunnitellut investoinnit. Investointien tarkemmista kustannuksista ja niiden sopivuudesta

tarkasteluihin kiinteistöihin, tulee kuitenkin tehdä vielä tarkasteluja. Näin investoinneille saataisiin laskettua myös tarkemmat takaisinmaksuajat ja katsoa sitä kautta, että kuinka kannattavaksi ne tulisivat. Opinnäytetyön avulla saa kuitenkin hyvän pohjan erilaisia hankintoja ja kehittämis ehdotuksia miettiessä.

Lähteet

Energiakorjaus 2013. Yläpohjan lisälämmöneristys. Viitattu 15.4.2021. Saatavissa https://www.ouka.fi/documents/486338/20578333/Pientalo_7_Ylapohja_2013_02_01.pdf/d5d25711-aa62-4224-af89-909119f62376

Energiatehokkuuslaki 1429/2014.

Energiateollisuus. Aurinkosähkö. Viitattu 18.1.2021. Saatavissa <https://energia.fi/energiasta/energiantuotanto/sahkontuotanto/aurinkovoima>

European commission 2019. Photovoltaic geographical information system. Viitattu 26.4.2021. Saatavissa https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/#PVP

FLIR 2020. FLIR E6-XT. Viitattu 18.2.2021. Saatavissa <https://www.flir.eu/products/e6-xt/>

Ilmalämpöpumppu. Ilmalämpöpumppu info. Viitattu 5.12.2020. Saatavissa <https://www.ilmalampopumppu.fi/tietoa/>

Ilmasto-opas 2018. Energiatehokkuustoimista on taloudellista hyötyä. Viitattu 21.12.2020. Saatavissa <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/hillinta/-/artikkeli/75ef09a7-01a2-489a-862e-0dce463a8e1c/energiatehokkuustoimista-on-taloudellista-hyotya.html>

Ilmatieteenlaitos 2016. Leudontuvat talvet muuttavat rakennusten energiantarvetta. Viitattu 20.1.2021. Saatavissa <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/tiedote/137299104>

Kouvolan kulttuuritalot 2020a. Kouvola-talo. Viitattu 2.12.2020. Saatavissa <https://www.kouvolankulttuuritalot.fi/etusivu/kouvola-talo/>

Kouvolan kulttuuritalot 2020b. Simelius-sali. Viitattu 15.4.2021. Saatavissa <https://www.kouvolankulttuuritalot.fi/etusivu/kouvola-talo/kouvola-talon-tilat/simelius-sali/>

Kouvolan kulttuuritalot 2020c. Kouvola-talon tilat. Viitattu 2.12.2020. Saatavissa <https://www.kouvolankulttuuritalot.fi/etusivu/kouvola-talo/kouvola-talon-tilat/>

Kouvolan kulttuuritalot 2020d. Kuusankoskitalo. Viitattu 2.12.2020. Saatavissa <https://www.kouvolankulttuuritalot.fi/etusivu/kuusankoskitalo/>

Kouvolan kulttuuritalot 2020e. Kuusaasali. Viitattu 2.12.2020. Saatavissa <https://www.kouvolankulttuuritalot.fi/etusivu/kuusankoskitalo/kuusankoskitalon-tilat/kuusaasali/>

Kouvolan kulttuuritalot 2020f. Galleria. Viitattu 2.12.2020. Saatavissa <https://www.kouvolankulttuuritalot.fi/etusivu/kuusankoskitalo/kuusankoskitalon-tilat/galleria/>

Kouvolaan kulttuuritalot 2020g. Ulkonäyttämö. Viitattu 2.12.2020. Saatavissa <https://www.kouvolankulttuuritalot.fi/etusivu/kuusankoskitalo/kuusankoskitalon-tilat/ulkonayttamo/>

Kouvolatalo. Koulutus- ja kulttuurikeskus. Esite. Kouvolaan kaupungintalon arkisto.

Maalämpö. Maalämpö. Viitattu 4.12.2020. Saatavissa <http://www.maalampo.fi/>

Motiva 2016a. Kulutuksen normitus auttaa kulutusseurannassa. Viitattu 29.4.2021. Saatavissa https://www.motiva.fi/files/16105/Motiva_Kulutuksennormitus_laskentakaavat-ja-ohjeet_12-2016.pdf

Motiva 2018a. Ikkunoiden korjaaminen. Viitattu 26.1.2021. Saatavissa https://www.motiva.fi/koti_ ja_ asuminen/remontoi_ ja_ huolla/ikkunoiden_ korjaaminen

Motiva 2018b. Ilmavuodot ja lisäeristys. Viitattu 26.1.2021. Saatavissa https://www.motiva.fi/koti_ ja_ asuminen/remontoi_ ja_ huolla/ilmavuodot_ ja_ lisaeristys

Motiva 2019a. Kaukolämpö. Viitattu 16.2.2020. Saatavissa https://www.motiva.fi/koti_ ja_ asuminen/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/lammitysmuodot/kaukolampo

Motiva 2019b. Lämmitysjärjestelmän valinta. Viitattu 14.1.2021. Saatavissa https://www.motiva.fi/koti_ ja_ asuminen/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta

Motiva 2019c. Kulutuksen normitus. Viitattu 29.4.2021. Saatavissa https://www.motiva.fi/julkinen_sektori/kiinteiston_energian kaytto/kulutuksen_normitus

Motiva 2020a. Maalämpöpumppu, MLP. Viitattu 18.1.2021. Saatavissa https://www.motiva.fi/koti_ ja_ asuminen/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/lammitysmuodot/maalampopumppu_mlp

Motiva 2020b. Aurinkolämpöjärjestelmät. Viitattu 18.1.2021. Saatavissa https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkolampo/aurinkolampojarjestelmat

Motiva 2020c. Ilmanvaihto. Viitattu 18.1.2021. Saatavissa https://www.motiva.fi/koti_ ja_ asuminen/remontoi_ ja_ huolla/energiatehokas_sahkolammitys/ilmanvaihto

Motiva 2020d. Kaukolämmön tuottaminen aurinkolämmöllä. Viitattu 16.3.2021. Saatavissa https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkolampo/aurinkolampojarjestelmat/kaukolammon_tuottaminen_aurinkolammolla

Motiva 2020e. Aurinkosähköjärjestelmien hinta. Viitattu 1.4.2021. Saatavissa https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/jarjestelman_valinta/aurinkosahkojarjestelmien_hinta

Nerg, P. 2021. Projektipäällikkö. Lahden Automaatio ja Sähköpalvelu Oy. Haastattelu 2.4.2021.

Opetus- ja kulttuuriministeriö 2020. Tutkijoiden näkemyksiä koronaepidemian vaikutuksista ja tarvittavista toimenpiteistä. Viitattu 20.1.2021. Saatavissa <https://minedu.fi/documents/1410845/4996910/Tutkijoiden+n%C3%A4kemyksi%C3%A4+koronaepidemian+vaikutuksista+ja+tarvittavista+toimenpiteist%C3%A4/c2128ade-43e4-03ac-6037-aa7b02877493/Tutkijoiden+n%C3%A4kemyksi%C3%A4+koronaepidemian+vaikutuksista+ja+tarvittavista+toimenpiteist%C3%A4.pdf>

Paloniitty, S. 2020. Rakennusten lämpökuvaus miehittämättömällä ilma-aluksella (UAV). Rakennusteollisuuden Koulutuskeskus. Opinnäytetyö. Viitattu 14.12.2020. Saatavissa <https://www.paloniitty.fi/wp-content/uploads/tutkimusraportti.pdf>

Pirinen, M. 2020. Talotekniikan asiantuntija. Kouvola kaupunki. Haastattelu 30.11.2020.

Rakentaja 2013. Ulkoseinän lisäeristys sisä- ja ulkopuolelta. Viitattu 26.1.2021. Saatavissa https://www.rakentaja.fi/artikkelit/10444/ulkoseinan_lisaeristys_saint_gobain_isover.htm

Saarinen, J. 2021. Tekninen isännöitsijä. Kouvola kaupunki. Haastattelu 25.2.2021.

Shemeikka, J., Kosonen, R., Hoving, P., Laitila, P. 1996. Rakennuksen sähköenergiankulutuksen tavoitearvot. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Viitattu 1.2.2021. Saatavissa <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/tiedotteet/1996/T1756.pdf>

Suomen talokeskus Oy. Lämpökuvaus. Viitattu 14.12.2020. Saatavissa <https://www.talokeskus.fi/lampokuvaus/>

Tahkola, K. 2011. Passiivi- ja matalaenergiatalojen energiamittaukset. Oulun seudun ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. Viitattu 20.1.2021. Saatavissa https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/28061/Tahkola_Kimmo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Työ- ja elinkeinoministeriö. Energiatehokkuus. Viitattu 21.12.2020. Saatavissa <https://tem.fi/energiatehokkuus>

Vallox a. Energiatehokas ilmanvaihto. Viitattu 18.1.2021. Saatavissa

https://www.vallox.com/tietoa_ilmanvaihdosta/energiatehokas_ilmanvaihto.html

Vallox b. Ilmanvaihtokoneen vaihto: Uusi ilmanvaihtokone voi maksaa itsensä takaisin parissa vuodessa. Viitattu 8.3.2021. Saatavissa

https://www.vallox.com/tietoa_ilmanvaihdosta/ilmanvaihtokoneen_vaihto_uusi_ilmanvaihtokone_voi_maksaa_itsensa_takaisin_parissa_vuodessa.html

Valvira 2016. Kosteus- ja mikrobivaurioiden korjaaminen. Viitattu 26.1.2021. Saatavissa

<https://www.valvira.fi/ymparistoterveys/terveydensuojelu/asumisterveys/kosteusvauriot>

Vattenfall. Ilmalämpöpumpun hyödyt. Viitattu 5.12.2020. Saatavissa

<https://www.vattenfall.fi/ilmalampopumppu/ilmalampopumpun-hyodyt/>

Vihersalo, T. 2013. Rintamamiestalon energiatehokkuuden parantaminen saneerauksen yhteydessä. Hämeen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. Viitattu 14.12.2020. Saatavissa

<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/65709/Rintamamiestalon+energiatehokkuuden+parantaminen.pdf?sequence=1>

Vinha, J. 2016. Vanhojen ulkoseinien lisäeristäminen. Rakenna Oikein. Viitattu 8.4.2021.

Saatavissa <https://www.rakennaoikein.fi/vanhojen-ulkoseinien-lisaeristaminen-99896/uutiset.html>

VisitKouvola 2016. Kouvola-talon edusta. Viitattu 16.2.2021. Saatavissa

<https://visitkouvola.fi/fi/m/143/kouvolatalo>

Ympäristö 2020. Rakennuksen energia- ja ekotehokkuus. Viitattu 21.12.2020. Saatavissa

https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennuksen_energia_ja_ekotehokkuus