OAMK
OULUN AMMATTIKORKEAKOULU

Olli Vitikka

SIMON KUNNANTALON ENERGIATEHOKKUUTTA KEHITTÄVÄT TOIMENPITEET

SIMON KUNNANTALON ENERGIATEHOKKUUTTA KEHITTÄVÄT TOIMENPITEET

Olli Vitikka
Opinnäytetyö
Kevät 2018
Energiatekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Energiatekniikan tutkinto-ohjelma

Tekijä: Olli Vitikka
Opinnäytetyön nimi: Simon kunnantalon energiatehokkuutta kehittävät toimenpiteet
Työn ohjaaja: Jukka Ylikunnari
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2018 Sivumäärä: 54 + 8 liitettä

Insinöörityön tavoitteena oli tutkia peruskorjauksen tarpeessa olevan Simon kunnantalon energiansäästöpotentiaaleja energiakatselmusmaisesti edeten. Simon kunnantalon energiasaneerauksen suunnittelu on osa iiläisen yrityksen Micropolis Oy:n Talotekniikka-hanketta, jolla pyritään parantamaan Iin ja ympäryskuntien kiinteistöjen energiatehokkuutta ja kehittämään energiantuotantomuotoja.

Työn tilaajana oli Simon kunta. Vuonna 1973 valmistuneessa, sisäilmaongelmaisessa Simon kunnantalossa pidettiin energiaselvityksiä koskeva palaveri, jossa nostettiin esille rakennuksen vanhanaikainen ja puutteellinen ilmanvaihto, lämmöntalteenoton puuttuminen ja LED-tekniikkaan siirtyminen valaistuksessa. Myös energiantuotantomuotoja oli suositeltavaa tarkastella ja kiinnittää huomiota lämpöenergian tuotantoon ja jakeluun kiinteistössä.

Säästöpotentiaalien löytämiseksi tutkittiin rakennuksen nykyistä energiankulutusta. Tarkasteluvuosien 2014–2016 aikana kunnantalon lämpöenergiankulutus oli selvästi noussut, sillä kaksi jatkuvasti päällä ollutta ilmanvaihtokonetta kuluttivat ylimääräistä energiaa ja olivat silti riittämättömiä tarvittavan ilmanvaihdon aikaansaamiseksi. Ilmanvaihdon saneeraukseen liittyen konsultoitiin LVI-suunnittelijaa ja rakennuttajainsinööriä, minkä pohjalta pohdittiin eri ratkaisuvaihtoehtoja. Lämmönjakelun tasaisuuden arvioimiseksi mitattiin huonelämpötiloja ja järjestettiin kunnantalon henkilöstölle kysely. Lisäksi tutkittiin valaisimien uusimisen kannattavuutta ja ohjausjärjestelmien hyödyntämistä.

Merkittävimmät energiansäästömahdollisuudet löytyivät ilmanvaihdosta ja lämmityksestä. Työn lopputuloksena ehdotetaan kahden päätulo-poistoilmakoneen korvaamista uudella, lämmöntalteenotolla varustetulla laitteella, joka sijoitetaan pohjakerroksen konehuoneeseen nykyisten IV-koneiden paikalle. Sähköä säästetään siirtymällä LED-tekniikkaan ja liiketunnistimiin. Muita suositeltavia, mutta merkitykseltään kiireettömämpiä energiansäästötoimenpiteitä ovat patteriverkoston perussäätö, kaukolämmön sopimustehon tarkistus ja ikkunoiden sekä ovien tiivistämistarpeen tutkiminen seuraavien kymmenen vuoden sisällä.

Muutoksilla säästetään vuosittain 9 857 euroa sähkö- ja lämmityskuluissa ja vähennetään syntyviä hiilidioksidipäästöjä noin 32 tonnia. Ilmanvaihtosaneerauksen takaisinmaksuaika on kalliiden kanavaremonttien vuoksi määrittelemättömän pitkä, mutta investointi on ilmanlaadun parantamisen kannalta pakollinen toimenpide. Muiden investointien keskimääräinen takaisinmaksuaika on 5,7 vuotta. Lämmöntalteenotolla varustettu IV-kone maksaa itsensä takaisin alle kuudessa vuodessa.

Asiasanat: energiatehokkuus, energiakatselmus, ilmanvaihto, lämmöntuotanto, takaisinmaksuaika

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Bachelor of Engineering, Energy Technology

Author: Olli Vitikka
Title of thesis: Operations to Develop Energy Efficiency of Simo Municipal Hall
Supervisor: Jukka Ylikunnari
Term and year when the thesis was submitted: Spring 2018 Number of pages: 54 + 8

Simo Municipal Hall is about to be renovated. The goal of the thesis was to find energy-saving potentials in the building. This operation is a part of a building services project by an energy and environment company Micropolis Oy from Ii Municipality. Micropolis is developing energy efficiency and the forms of energy production of the properties located in Ii and the surrounding municipalities.

The subscriber of the project was Simo Municipality. Simo Municipal Hall, built in 1973, is suffering from indoor air problems. The air condition is not sufficient, there are no heat recovery systems and the old fluorescent tubes are about to be replaced with LED tubes. It was also recommended to explore new forms of energy production and heat energy distribution in the building.

Current energy consumption was analyzed to find the details in need of development. Heat energy consumption has increased during the reference period 2014–2016 because two ventilation units have been operating around the clock. Nevertheless, ventilation is not sufficient. HVAC designer and developer engineer were consulted about the problem to find investment options. Room temperatures were measured, and a survey was held to the staff to estimate the heat distribution. In addition to these, the viability of LED technology was calculated and possibilities to develop control systems were explored.

The most significant energy-saving potentials were found in the air condition and heating systems. It is recommended to replace two main ventilation units with a new one equipped with heat recovery system and redevelop the air condition ducts. The unit will be placed in the same machine room as the existing units. Replacing existing fluorescent lamps with LED tubes is profitable. It is also recommended to adjust the radiator system, check the district heating provisions and explore the need of weatherstripping the windows and doors within the next ten years.

With these modifications it is possible to save 9 857 euros annually on heating and electricity costs and reduce carbon dioxide emissions by 32 tons. The payback time of the ventilation renovation is impossible to define but the investment is mandatory due to indoor air problems. The average payback time of the other investments is about 5.7 years. The ventilation unit equipped with heat recovery system is a profitable investment – the payback time is under six years.

Keywords: air ventilation, energy efficiency, heat energy consumption

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ ... 3
ABSTRACT ... 4
SISÄLLYS ... 5
1 JOHDANTO ... 7
2 ENERGIATARKASTELU ... 8
2.1 Energiakatselmus ja rahoitus ... 8
2.2 Energiatodistus ... 9
3 SIMON KUNNANTALO OSANA TALOTEKNIIKKAHANKETTA ... 10
3.1 Micropolis ja talotekniikkahanke ... 10
3.2 Yleistietoa kohteen nykytilanteesta ... 10
3.3 Pääasialliset kehitettävät kohteet ... 12
3.3.1 Ilmanvaihto ... 12
3.3.2 Lämmöntalteenotto ... 13
3.3.3 Valaistus ... 13
3.3.4 Lämmön- ja sähköntuotantomuodot ... 13
4 KUNNANTALON NYKYINEN ENERGIANKÄYTTÖ ... 15
4.1 Lämpöenergiankulutus ... 15
4.2 Sähkönkulutus ... 19
4.3 Vedenkulutus ... 20
4.4 Kustannukset ... 21
5 ENERGIANSÄÄSTÖPOTENTIAALIEN TUTKINTA JA MAHDOLLISET TOIMENPITEET ... 23
5.1 Lämmitysjärjestelmien lämmöntuotanto ja -jakelu ... 23
5.1.1 Lämmöntuotantokapasiteetti ... 24
5.1.2 Patteriverkosto ... 25
5.1.3 Ilmanvaihtoverkosto ... 26
5.1.4 Lämmönjakelun tasaisuuden arviointi ... 26
5.2 Ilmanvaihtojärjestelmät ... 28
5.2.1 Laitteiston nykyinen toiminta ... 28
5.2.2 Huippuimurien korvaaminen tai varustaminen LTO:lla ... 29
5.2.3 Ilmanvaihtosaneerauksen toteutusvaihtoehdot ... 29
5.2.4 Suunnitelma käyntiajoista ... 33
5.2.5 Uudella laitteella saatava säästö ... 34

5.3 Valaistus ... 36
5.3.1 Nykyinen valaistus ... 36
5.3.2 LED-tekniikkaan siirtyminen ... 37
5.4 Ohjausjärjestelmät ... 38
5.4.1 Läsnäoloon perustuva ilmanvaihto ... 38
5.4.2 Valaistuksen liiketunnistimet ... 38
5.5 Vesi- ja viemärijärjestelmät ... 40
5.6 Rakenteet ... 41
6 INVESTOINTIEN KANNATTAVUUSLASKELMAT ... 42
6.1 Investoinnit ja takaisinmaksuajat ... 42
6.2 Hiilidioksidiekvivalentti ... 44
7 SUOSITELTAVAT TOIMENPITEET ... 46
7.1 Lämmöntuotanto ja -jakelu ... 46
7.2 Ilmanvaihto ... 46
7.3 Valaistus ... 47
7.4 Ohjausjärjestelmän käyttö valaistuksessa ... 47
7.5 Vesi- ja viemärijärjestelmät ... 48
7.6 Rakenteet ... 48
8 YHTEENVETO ... 49
LÄHTEET ... 51
LIITTEET ... 54

1 JOHDANTO

Energia ja sen säästäminen ovat aina ajankohtaisia asioita. 2000-luvun Suomessa on alettu kiinnittää aiempaa enemmän huomiota energiankulutusasioihin kansainvälistenkin energiatehokkuusvelvoitteiden myötä. Energiatehokas rakentaminen on taloudellisesti kannattavaa ja ympäristöystävällistä. Uudisrakennuksista pyritään tekemään mahdollisimman kustannustehokkaita, ja vanhaakin rakennuskantaa on syytä päivittää vastaamaan tämän päivän kulutustasoa.

Tämän opinnäytetyön tilaaja on Simon kunta, ja toimeksianto tapahtui iiläisen energia- ja ympäristöalan yrityksen Iin Micropolis Oy:n välityksellä. Työn tarkoituksena on selvittää, minkälaisilla toimenpiteillä peruskorjauksen tarpeessa olevan Simon kunnantalon energiatehokkuutta ja energiantuotantomuotoja voidaan kehittää. Työssä tutustutaan kohteeseen ja Micropoliksen käynnissä olevaan talotekniikkahankkeeseen ja selvitetään, mitä energiansäästöpotentiaaleja kyseisessä virastorakennuksessa on. Energiatehokkuuden kehittämiseksi otetaan selvää rakennuksen nykyisestä kulutuksesta ja teknisistä ongelmista ja puutteista. Myös vaihtoehtoisten energiamuotojen mahdollisuutta tulee tarkastella.

Työssä tutkitaan löydettyjä energiansäästöpotentiaaleja ja ehdotetaan niiden perusteella sopivia toimenpiteitä. Näille toimenpiteille tehdään mahdollisuuksien mukaan kannattavuuslaskelmat ja tutkitaan, kuinka suuri rahallinen säästö saadaan aikaiseksi ja mikä vaikutus muutoksilla on käyttäjämukavuuteen ja hiilidioksidipäästöihin. Tämän alustavan selvityksen perusteella päästään suunnittelemaan tarkemmin ja toteuttamaan Simon kunnantalon peruskorjauksen yhteydessä tehtäviä taloteknisiä muutoksia.

2 ENERGIATARKASTELU

Termillä energiatarkastelu viitataan tässä selvityksiin ja dokumentteihin, joista käy ilmi, mihin ja miten paljon energiaa kuluu kiinteistössä. Energiatarkastelussa huomioidaan rakennuksen sähkö- ja lämpöenergian kulutukset, joiden pohjalta pystytään arvioimaan rakennuksen energiatehokkuutta ja energiansäästömahdollisuuksia.

Eräänlaisia energiatarkastelun muotoja ovat kannattavuusarviota ja energiasaneerauksen rahoitusta varten tehtävä energiakatselmus sekä rakennuslupaan liittyvä energiatodistus. Tämä opinnäytetyö etenee energiakatselmusmaisesti aihealue kerrallaan.

2.1 Energiakatselmus ja rahoitus

Kohteesta, jossa on tarkoitus tehdä energiatehokkuutta kehittäviä toimenpiteitä, on suositeltavaa tehdä energiakatselmus. Kun käydään perusteellisesti läpi rakennus ja sen energiankäyttötiedot, saadaan selville energian turha kulutus, jonka pohjalta määritetään kannattavat toimenpiteet energian säästämiseksi. Energiakatselmuksen pohjalta voidaan hankkia myös siihen liittyvä energiatuki (1). Energiakatselmusraporttien laatua valvoo valtio-omisteinen asiantuntijayritys Motiva Oy.

Keskisuuriin kohteisiin (5 000–10 000 rm^3), jollainen Simon kunnantalokin on, vaaditaan energiatukea varten joko kiinteistön energiakatsastus tai kiinteistön energiakatselmus. Työ- ja elinkeinoministeriön (TEM) yleisohjeissa on määritelty saatavissa olevan energiatuen määrä. Koska kohteen energiatekninen vaikeusaste vaikuttaa energiakatselmuksen vaatimaan työmäärään, on kiinteistön energiakatselmuksen tukiperusteet jaettu kahteen haastavuusluokkaan:

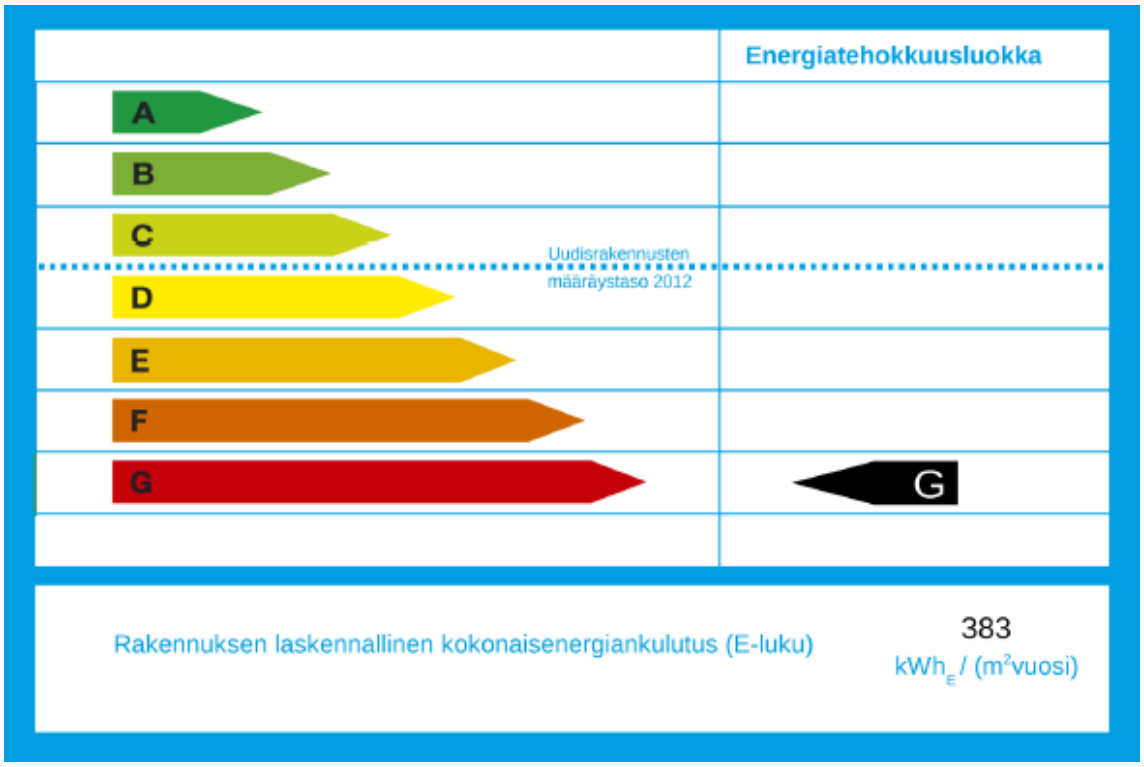
1. rakennukset, joissa on tavanomainen LVIS-tekniikka (esimerkiksi toimisto-, virasto-, hallinto-, koulu- tai liikerakennukset)
2. rakennukset, jotka on varustettu vaativalla LVIS-tekniikalla (esimerkiksi sairaalat, uimahallit, kylpylät ja suuret liikekeskukset).

Edellisen perusteella tämän työn kohde kuuluu luokkaan yksi. (1.)

2.2 Energiatodistus

Energiatodistus on asiakirja, joka vaaditaan pääsääntöisesti kaikilta rakennuksilta, joita koskevat myös rakentamismääräyksissä esitetyt vaatimukset. Sen hankinnasta on vastuussa kiinteistön omistaja. Todistus on esitettävä uudisrakennuksen rakennuslupaa haettaessa ja olemassa olevaa rakennusta myytäessä tai vuokrattaessa. Vaatimus ei kuitenkaan koske kaikenlaisia tilanteita tai rakennuksia. Energiatodistusta käytetään työkaluna tilanteissa, joissa vertaillaan tai aiotaan parantaa rakennusten energiatehokkuutta. Vertailu on helppoa, sillä se perustuu ainoastaan rakennusten ominaisuuksiin eikä sen käyttäjiin. Todistuksen laatii ammattilainen, joka yleensä myös esittää suositeltavia toimenpiteitä rakennuksen energiatehokkuuden parantamiseksi. (2.)

Energiatodistuksesta ilmenevä energialuokka perustuu rakennuksen laskettuun energiatehokkuuden vertailulukuun eli E-lukuun. E-luku ilmaisee vuotuisen ostoenergiankulutuksen lämmitettyä nettoalaa kohden. Laskennassa eri energiamuodoille on määritetty kertoimet, jotka vaikuttavat lukuun. Vanhemmilla rakennuksilla, mm. pientaloilla ja virastorakennuksilla E-luku on usein luokkaa E–G, kuten Simon kunnantalolla (kuva 1). Uudemmilla olemassa olevilla rakennuksilla luokat C ja D ovat tavanomaisia. Uudisrakennuksia koskevien määräysten johdosta valmistuvien talojen energialuokka on yleensä korkeintaan C. (2.)



KUVA 1. Simon kunnantalon energialuokka ja E-luku (3.)

3 SIMON KUNNANTALO OSANA TALOTEKNIIKKAHANKETTA

Simon kunnantalon ja muiden julkisten rakennusten energiasaneeraukseen liittyvä ensimmäinen tapaaminen pidettiin Simossa lokakuussa 2017, jolloin vierailtiin kunnantalolla ja kartoitettiin rakennuksen toimenpiteitä vaativat yksityiskohdat. Palaveriin osallistuivat Iin Micropolis Oy:n johtava energiainsinööri Heidi Takalo ja projektipäällikkö Pekka Pääkkönen sekä Simon kunnalta kiinteistötyönjohtaja Seppo Arola ja teknisen toimen päällikkö Ilkka Soukka.

Ensin esitellään muitakin Micropoliksen hankkeeseen kuuluvia kohteita, minkä jälkeen paneudutaan tarkemmin kunnantaloon ja sen energiansäästöpotentiaaleihin.

3.1 Micropolis ja talotekniikkahanke

Iin Micropolis Oy:n projektit ovat EU-rahoitteisia hankkeita, joilla kehitetään Iin kuntaa ja ympäryskuntia hiilineutraaleiksi ja energiatehokkaiksi (4). Uuden Talotekniikka-hankkeen tavoitteena on tehdä kuntaomisteisissa rakennuksissa teknisiä perusparannuksia, joilla pystytään parantamaan rakennusten energiatehokkuutta, kehittämään energiantuotantomuotoja ja samalla vähentämään syntyviä hiilidioksidipäästöjä.

Vuoden 2018 aikana aletaan tehdä peruskorjaustoimenpiteitä Simon kunnan omistamissa kiinteistöissä. Kunnantalon lisäksi parannettavia kohteita ovat ylä- ja alakoulut, terveyskeskus sekä sähkölämmitteiset vuokrarivitalot. Kunnantalo katsottiin näistä kiinteistöistä kiireellisimmäksi, joten energiakatselmusten teko aloitettiin siitä. Samalla kunnantalon energiasaneeraus valikoitui tämän opinnäytetyön aiheeksi.

3.2 Yleistietoa kohteen nykytilanteesta

Simon kunnantalo (kuva 2) on kuntakeskuksessa sijaitseva vuonna 1973 valmistunut betonielementtinen toimistorakennus, jota on saneerattu vuosina 1990 ja 2000. Rakennuksen etupuolella on siipi, jossa on liike- ja harrastustiloja. Talon kaksi maanpäällistä kerrosta on virastokäytössä ja kellarikerroksessa on taide- ja nuorisotiloja, jotka ovat iltakäytössä. Ensimmäisessä kerroksessa on myös aikaisemmin asuinkäytössä olleita tiloja. Koko kiinteistön bruttopinta-ala on 1890 m^2.

KUVA 2. Simon kunnantalon julkisivu lokakuussa 2017

Rakennukselle on tehty pitkän tähtäimen toimintasuunnitelma (PTS) vuonna 2014 ja laadittu energiatodistus vuonna 2017. PTS:n laatimisen yhteydessä korjattavia yksityiskohtia löydettiin siinä määrin, että peruskorjaus on tarpeellinen. Samassa yhteydessä on syytä miettiä myös talotekniset ratkaisujen muutoksia. Energiatodistus (kuva 1) osoittaa, että rakennuksessa on parantamisen varaa energiatehokkuudessa. Rakennuksen talotekniikka ja kehitettävät asiat esitellään seuraavissa luvuissa.

Kunnantalon energiasaneerauksen kannattavuutta lienee syytä tarkastella myös tulevaisuuden tilankäytön kannalta. Ensimmäisessä työryhmän palaverissa tuli esille lähitulevaisuudessa tapahtuvan sosiaali- ja maakuntauudistuksen mahdollinen vaikutus kunnallisiin palveluihin. Uudistuksen seurauksena tarvittavien toimistotilojen määrä saattaa vähentyä niin paljon, ettei kunnantalolle ole enää käyttöä tulevaisuudessa. Tällöin tarvittavat virastotilat järjestyisivät mahdollisesti valtion virastotalosta. Lähtökohtana kuitenkin on, että energiaselvitykset tehdään.

3.3 Pääasialliset kehitettävät kohteet

Alustavissa keskusteluissa huomionarvoisiksi asioiksi nostettiin kunnantalon puutteellinen ja vanhanaikainen ilmanvaihto, lämmöntalteenoton puuttuminen ja vanhan loisteputkivalaistuksen uudistaminen. Myös lämmön- ja sähköntuotantomuotoja voidaan tarkastella.

Kiinteistön ilmastointia ja lämmitysjärjestelmiä ohjaa vuonna 2002 saneerattu ja 2015 päivitetty Siemensin keskitetty rakennusautomaatiojärjestelmä. Järjestelmän toimintaa ohjataan ensimmäisen kerroksen valvomosta.

3.3.1 Ilmanvaihto

Keskusteluissa tuli esille, että ilmanvaihto työtiloissa ei ole nykyisellään riittävän tehokas ja tasapainoinen ja kunnan työntekijät altistuvat sisäilmaongelmille. Ilmanvaihtojärjestelmä on myös osittain epäkunnossa, sillä osassa toisen kerroksen kokoustiloista ilma ei vaihdu. Ilmastointikoneita ei ole sammutettu kokonaan, vaan niitä on käytetty puolella teholla. Käynnistettäessä kanavistoihin kertynyt pöly lähtee kiertämään talossa aiheuttaen terveyshaittoja osalle henkilöstöstä.

Talossa on yhteensä neljä tarkasteltavaa ilmanvaihtokonetta. Näistä ensimmäinen laite TK 01 palvelee ensimmäisen ja toisen kerroksen toimistotiloja. Toinen tuloilmakone TK 02 palvelee toisessa kerroksessa olevia valtuustosalia ja kokoushuoneita. Laitteiston käsikäyttöinen käynnistys tapahtuu valtuustosalista, jolloin toiminto vaikuttaa kaikkiin kokoustiloihin. Sopiva ratkaisuvaihtoehto tälle voisi olla läsnäoloon perustuva ilmanvaihto. Kolmas kone TK 03 käy jatkuvasti ja palvelee kellarikerroksen nuorisotiloja ja neljäs kone TK 04 niin ikään kellarikerroksessa sijaitsevan entisen teletilan huoneita. Koneet TK 01 ja TK 02 ovat saneerausvuodelta 1990, jolloin toteutettiin myös jäähdytys. Ajatuksena on ollut korvata nämä ilmanvaihtokoneet yhdellä laitteella, jolloin poistoilmoille tehtäisiin veto kellarikerroksen kattilahuoneen edestä. Samalla uudistettaisiin ilmanvaihtokanavisto, ja myös ensimmäisen kerroksen entiset asuintilat tulisi laajentaa ilmastoinnin piiriin.

Ilmanvaihto kannattaisi siis päivittää nykyaikaiseen pellityksellä varustettuun järjestelmään, jota voitaisiin tehostaa automatiikalla, sillä ilmastoinnin ei ole tarpeen puhaltaa jatkuvasti. Kellarikerroksen tuloilmakoneet TK 03 ja TK 04 ovat alkuperäisiä laitteita vuodelta 1973, mutta päivittäminen ei vielä ole pakollista laitteiden tyydyttävän kunnon ja tilojen vähäisen käyttömäärän johdosta.

PTS:ssä on kuitenkin maininta uusimistarpeesta kymmenen vuoden sisällä. Lisäksi toisen kerroksen kahviossa on painovoimainen ”läpivirtaus”, jossa tiileen tehtyjen reikien kautta mahdollistuvat tuloilma ja poisto.

3.3.2 Lämmöntalteenotto

Rakennuksessa ei vielä ole lämmöntalteenottoa, mutta se on tarkoitus toteuttaa peruskorjauksen yhteydessä. Tällä hetkellä vesikatolla on kuusi huippuimuria (PF01–PF06), jotka voitaisiin poistaa lukuun ottamatta WC-tiloja palvelevaa poistoilmapuhallinta. Ratkaisulla saadaan vähennettyä ilmanvaihdon aiheuttamaa lämpöhäviötä, millä säästetään lämmityskuluissa ja parannetaan energiatehokkuutta.

3.3.3 Valaistus

Valaistus on toteutettu suurimmilta osin loisteputkivalaisimilla painonapein. Tarkoituksena on siirtyä LED-tekniikkaan, ja osassa valaisimista kannat on jo uusittu yhteensopiviksi LED-polttimoille. Uudistuksen yhteydessä kannattaa pohtia myös ohjausjärjestelmien tuomia mahdollisuuksia, sillä valaistus voisi toimia liiketunnistimien avulla. Tämä voitaisiin toteuttaa samalla teknologialla, kuin läsnäoloon perustuva ilmanvaihtokin. LED-tekniikkaan siirtyminen pudottaa valaistuksen energiankulutusta jo kolmannekseen nykyisestä, ja toteuttamalla valaistus älykkäällä tekniikalla vähennetään valojen turhaa palamista entisestään.

3.3.4 Lämmön- ja sähköntuotantomuodot

Kiinteistön lämmitysmuotona oli öljylämmitys vuoteen 2004 saakka, jolloin siirryttiin kaukolämmitykseen. Lämmönjakohuoneessa oleva kevytöljykattila on käyttökunnossa ja toimii tarvittaessa varalämmityslähteenä. Lämmönjakokeskus on uudistettu vuonna 2002. Lämmitys on toteutettu pumppukiertoisena vesikeskuslämmityksenä, ja lämpöenergiaa siirtyy sekä ilmanvaihtoverkostoa että patteriverkostoa pitkin.

Kunnantalon kaukolämpö on peräisin Simon hakeosuuskunnan ylläpitämältä lämpölaitokselta. Laitoksella tuotetaan kaukolämpöä Simon keskustassa 3–4 kilometrin laajuiselle alueelle kunnan kiin-

teistöihin. Vuonna 2004 käyttöönotetun, hakkeella lämpiävän kattilan teho on 1 MW ja varalla toimivan öljykattilan 2 MW. Vuosituotanto on reilut 4000 MWh ja vuotuinen öljynkulutus noin 20 000 litraa. Tulevaisuudessa tulisikin pohtia, voidaanko myös varatehon tuotossa käyttää uusiutuvaa energiaa eli esimerkiksi korvata öljykattila toisella pienemmällä hakekäyttöisellä kattilalla. Motiva ehdottaa lämpölaitoksen liittämistä energiatehokkuussopimuksen piiriin, ja onkin syytä selvittää, onko liitos mahdollinen ja voidaanko energiatukea saada.

Sähköntoimittajana toimii Rantakairan Sähkö Oy, joka on Simon ja Kuivaniemen sähkönkuluttajia palveleva yritys. Yhtiö on osakas Oulun Sähkönmyynti Oy:ssä. Sähkön hankinnasta ja tuotannosta vastaa Oulun Energia Oy. (5.)

4 KUNNANTALON NYKYINEN ENERGIANKÄYTTÖ

Simon kunnantalolla on seurattu energiankulutusta aktiivisesti jo vuosien ajan, ja vuoden 2018 alusta otettiin käyttöön huoltokirjajärjestelmä, joka havaitsee merkittävät muutokset kulutuksissa. Energiankulutukset vuosilta 2014, 2015 ja 2016 saatiin käyttöön energiakatselmusta varten (liite 1). Esitetyt laskelmat on tehty täysin näiden lukemalomakkeiden perusteella.

4.1 Lämpöenergiankulutus

Lämmitysenergian vuosittainen mitattu kulutus on kasvanut vuoden 2014 jälkeen. Kulutuksiin vaikuttaa usein vallitsevat sääolosuhteet, joten todellinen poikkeama voidaan havaita laskemalla rakennuksen normitettu lämmönkulutus.

Normitetut lämmönkulutukset laskettiin kaavalla 1 (6).

$$Q_{norm} = \frac{s_{N\ vpkunta}}{s_{toteutunut\ vpkunta}} \cdot Q_{toteutunut} + Q_{lämmin\ käyttövesi} \qquad \textit{KAAVA 1}$$

jossa

Q_{norm} = rakennuksen normitettu lämmitysenergiankulutus

$s_{N\ vpkunta}$ = normaalivuoden tai -kuukauden (1971–2000) lämmitystarveluku vertailupaikkakunnalla

$s_{toteutunut\ vpkunta}$ = kuukauden tai vuoden toteutunut lämmitystarveluku vertailupaikkakunnalla

$Q_{toteutunut}$ = rakennuksen tilojen lämmittämiseen kuluva energia

$Q_{lämmin\ käyttövesi}$ = käyttöveden lämmittämisen vaatima energia

Kaavaa 1 käytettäessä on huomioitava, että käyttöveden lämmittämiseen kuluva energia on säästä riippumaton ja se on siksi ennen laskutoimitusta vähennettävä rakennuksen kokonaislämmitysenergiankulutuksesta, eli:

$$Q_{toteutunut} = Q_{kok} - Q_{lämmin\ käyttövesi}$$

jossa

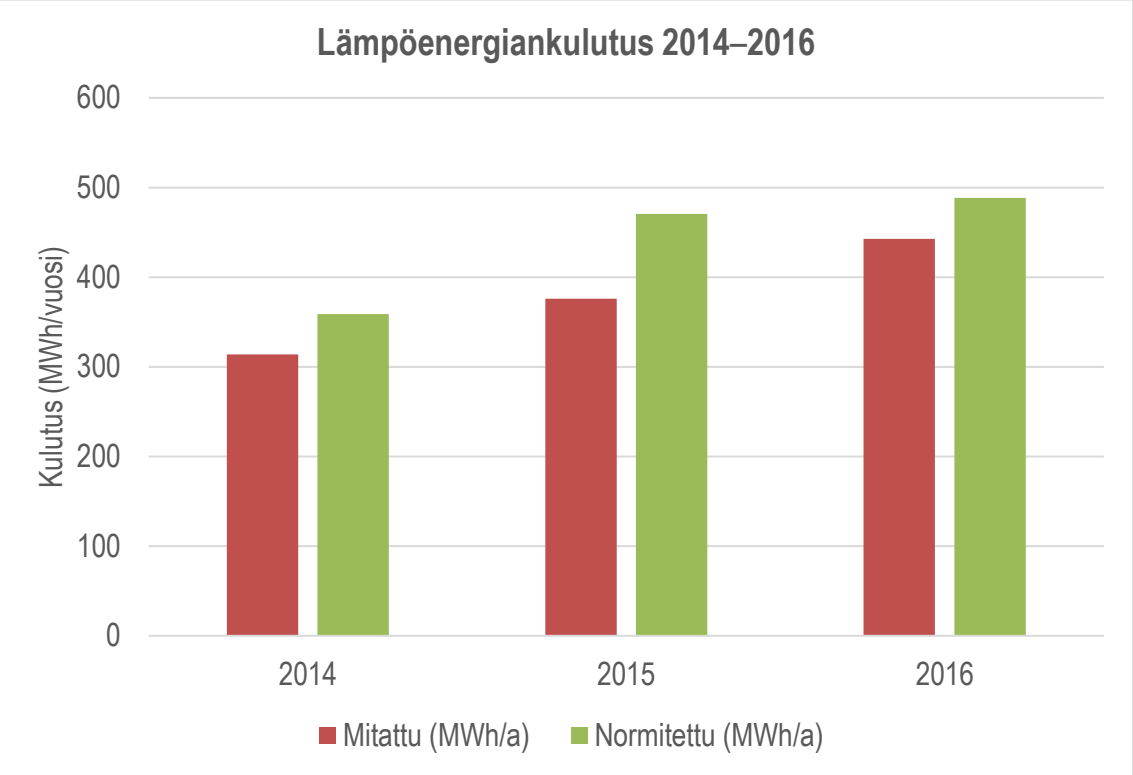
Q_{kok} = rakennuksen kokonaislämmitysenergiankulutus.

Mitattu kulutus, normitettu kulutus ja ominaiskulutus vuosilta 2014–2016 on koottu taulukkoon 1.

TAULUKKO 1. Lämpöenergian mitattu, normitettu ja ominaiskulutus vuosilta 2014–2016

Lämpöenergiankulutus	2014	2015	2016
Mitattu (MWh/a)	314	376	443
Normitettu (MWh/a)	359	471	489
Ominaiskulutus (kWh/m^3,a)	39	51	53

Normitetun kulutuksen luvuista huomataan, etteivät sääolosuhteet ole syy energiankulutuksen nousemiseen, ja että kulutus on kasvanut varsin tasaisesti tarkasteluvuosien aikana. Tässä näkyy selkeästi ilmanvaihdon lisääntynyt käyttö. Suurin muutos näyttää tapahtuneen vuonna 2015. Kulutustiedot on esitetty kaaviona (kuva 3).



KUVA 3. Simon kunnantalon lämpöenergian mitattu ja normalisoitu kulutus tarkasteluvuosina 2014–2016

Ilmanvaihtoon ja lämmitykseen kuluva energia eriteltiin suuntaa antavasti. Ilmanvaihdon kuluttama lämpöenergia laskettiin jokaiselle koneelle erikseen kaavalla 2 (7, s. 21).

$$Q_{iv} = \frac{t_d \cdot t_V \cdot \rho_i \cdot c_{pi} \cdot q_{v,tulo}((T_{sp} - \Delta T_{puhallin}) - T_{lto}) \cdot \Delta T}{1000}$$ *KAAVA 2*

jossa

Q_{iv} = ilmanvaihdon lämmitysenergian nettotarve, kWh

t_d = ilmanvaihtolaitoksen keskimääräinen vuorokautinen käyntiaikasuhde, h/24 h

t_v = ilmanvaihtolaitoksen viikoittainen käyntiaikasuhde, vrk/7 vrk

ρ_i = ilman tiheys, 1,2 kg/m^3

c_{pi} = ilman ominaislämpökapasiteetti, 1 kJ/(kg K)

$q_{v,tulo}$ = tuloilmavirta, m^3/s

T_{sp} = sisäänpuhalluslämpötila, °C

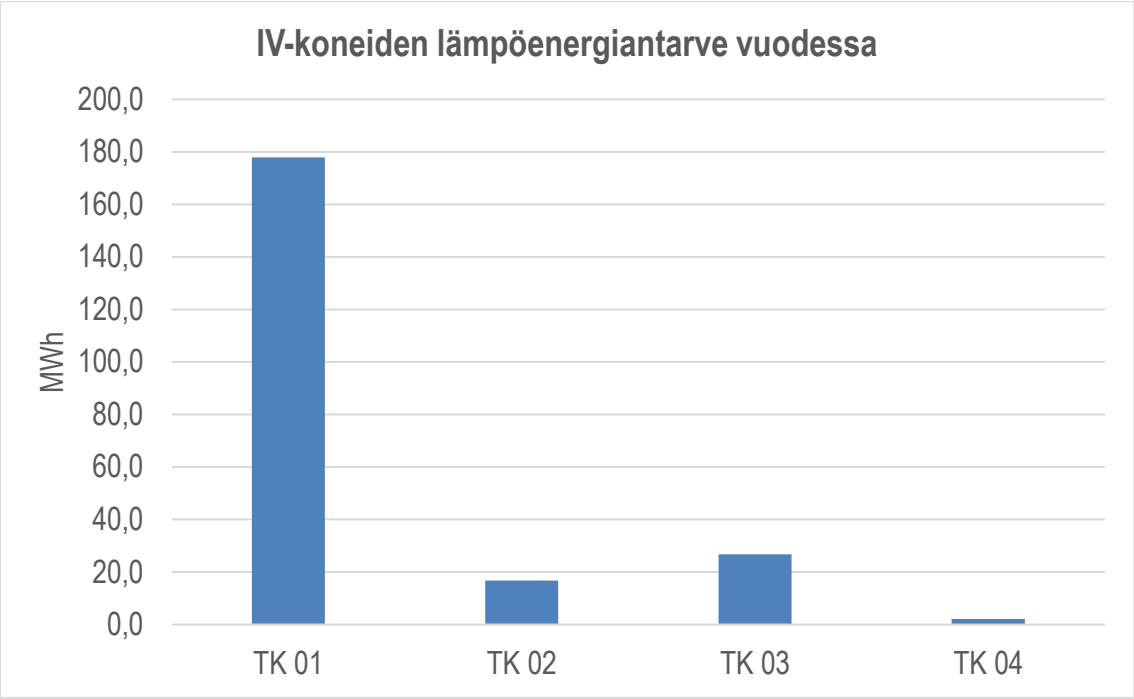
$\Delta T_{puhallin}$ = lämpötilan nousu puhaltimessa, °C, ei huomioitu

T_{lto} = lämmöntalteenottolaitteen jälkeinen lämpötila, °C, ei lämmöntalteenottoa

Δt = ajanjakson pituus, h

1000 = kerroin, jolla suoritetaan laatumuunnos kilowattitunneiksi.

Ilmanvaihtokoneiden TK 01 - TK 04 laskennallisesti arvioidut kulutukset on esitetty kuvassa 4.



KUVA 4. Ilmanvaihtokoneiden vuosittaiset lämpöenergiankulutukset

Laskelman perusteella laitteet TK 01 ja TK 03 ovat ilmanvaihtojärjestelmän suurimmat lämpöenergiankuluttajat. Lämpöenergian kulutusjakauma saatiin vähentämällä kokonaiskulutuksesta ilmanvaihdon ja käyttöveden osuudet. Loput lämpöenergiasta kului kiinteistön lämmitykseen. Rakennuksen käyttöveden lämmityksen tarvitsema energia laskettiin veden vuosikulutuksen ja lämpötilan muutoksen perusteella kaavan 3 (7, s. 24) mukaisesti.

$$Q_{lämmin\ käyttövesi} = \frac{\rho_v \cdot c_{pv} \cdot V_{lkv}(T_{lkv} - T_{kv})}{3600}$$ *KAAVA 3*

jossa

$Q_{lkv,\ netto}$ = lämpimän käyttöveden lämpöenergian nettotarve, kWh

ρ_v = veden tiheys, 1000 kg/m^3

c_{pv} = veden ominaislämpökapasiteetti, 4,2 kJ/(kJ K)

V_{lkv} = lämpimän käyttöveden kulutus, m^3

T_{lkv} = lämpimän käyttöveden lämpötila, °C

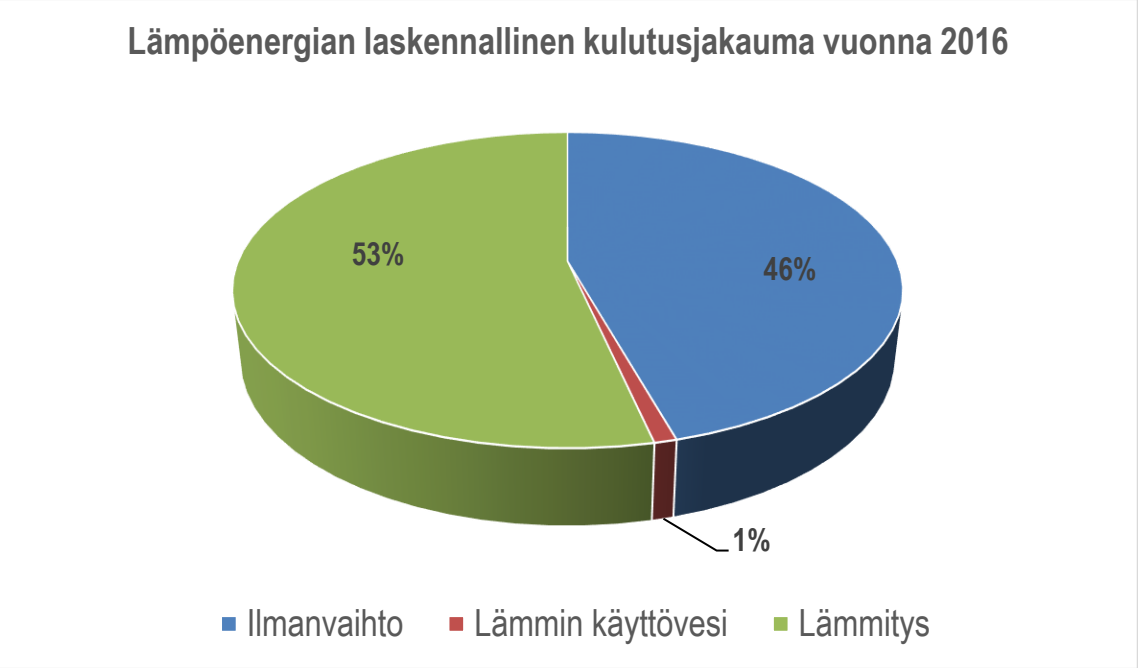
T_{kv} = kylmän käyttöveden lämpötila, °C

3600 = kerroin, jolla suoritetaan laatumuunnos kilowattitunneiksi, s/h.

TAULUKKO 2. Lämpöenergian kulutusjakauma vuonna 2016

Lämpöenergian laskennallinen kulutusjakauma vuonna 2016	MWh	Osuus
Ilmanvaihto	224	46 %
Lämmin käyttövesi	4,5	1 %
Lämmitys	260,5	53 %
YHT.	489	100 %

Luvuista huomataan, että ilmanvaihto kuluttaa merkittävän osan lämpöenergiasta. Kulutus on noin 16 prosenttiyksikköä suurempi kuin aiempina tarkasteluvuosina. Koska ilmanvaihtokoneiden käyttö on ollut epäsäännöllistä, on tarkkojen arvioiden tekeminen laskukaavalla hankalaa. Osuus voi olla laskettua suurempikin. Lämmityksen osuus on nyt hieman yli puolet lämpöenergian kokonaiskulutuksesta, kun aiempina vuosina se on ollut noin 70 %. Lämpimän käyttöveden kulutus on tyypillisen virastorakennuksen tavoin häviävän pieni. Kulutusjakauma on esitetty kaaviona kuvassa 5.



KUVA 5. Lämpöenergian laskennallinen kulutusjakauma vuonna 2016

4.2 Sähkönkulutus

Ensin tarkastellaan kunnantalon vuosittaisia sähkönkulutuksia. Kiinteistön sähkönkulutus on pysynyt likimain tasaisena tarkasteluvuosina (taulukko 3).

TAULUKKO 3. Mitattu sähkönkulutus vuosina 2014–2016

Sähkönkulutus 2014–2016	2014	2015	2016
Mitattu (MWh/a)	57	54	59
Ominaiskulutus (kWh/m^3, a)	6	5	6

Sähkönkulutus vaihtelee kuukausitasolla melko suuresti vuodenajan mukaan. Kuvasta 6 ilmenee sähkön kuukausittainen kulutus kilowattitunteina vuonna 2016.

KUVA 6. Kuukausittainen sähkönkulutus vuonna 2016

Sähkönkulutuksen määrään vaikuttavat viraston aukioloajat. Lomakautena heinäkuussa kulutus on vain puolet marras- ja joulukuun kulutuksesta. Vaikka toiminnan määrä väheneekin kesäaikaan ja ovet ovat suljettuina yleisöltä, on osa henkilöstöstä kuitenkin töissä. Kesäisin kulutusta lisää osaltaan myös jäähdytys.

4.3 Vedenkulutus

Vesimittarista saadut vedenkulutustiedot on esitetty taulukossa 4. Vedenkulutus rakennuksessa on virastotalojen tavoin alhainen, eikä merkittäviä muutoksia ole tapahtunut tarkasteluvuosien aikana.

TAULUKKO 4. Mitattu vedenkulutus vuosina 2014–2016

Vedenkulutus 2014–2016	2014	2015	2016
Mitattu (m^3/a)	343	281	285
Ominaiskulutus (dm^3/m^3, a)	37	30	31

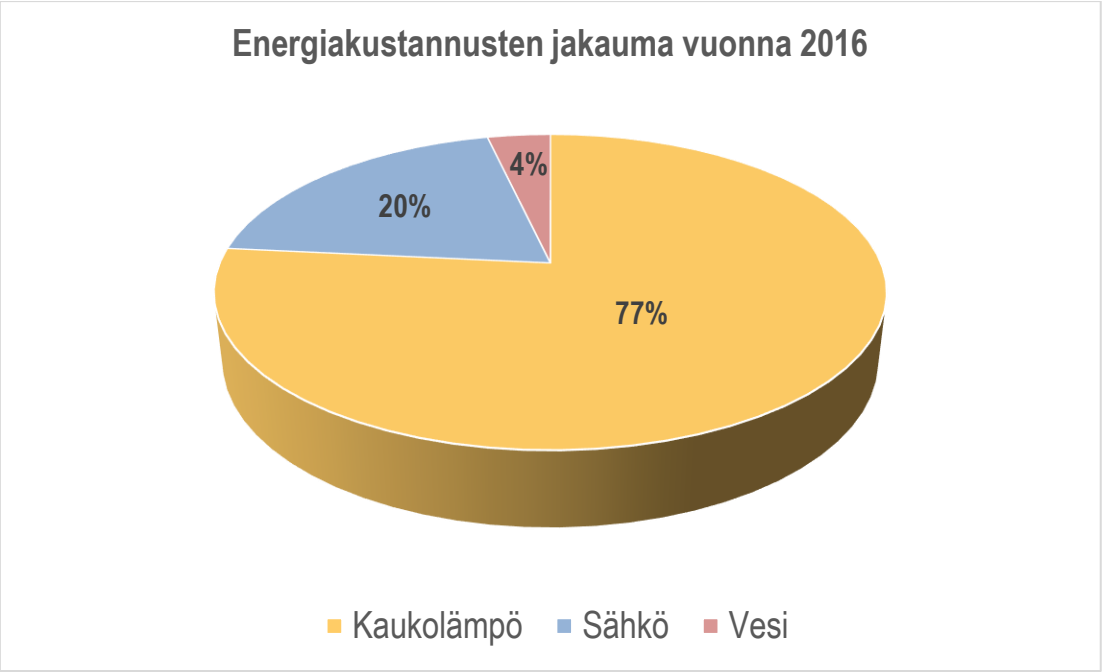
4.4 Kustannukset

Kannattavuuslaskelmissa käytetään verottomia (alv 0 %) hintoja lämmölle, sähkölle ja vedelle. Kaukolämmölle käytetään hintaa 46,09 €/MWh (8). Sähkölle käytetään hintaa 89,95 €/MWh, josta 38,55 €/MWh on myyntihinta (9) ja 51,40 €/MWh siirron hinta (10). Puhtaan käyttöveden hinta sisältäen jätevesimaksun on 3,38 €/m^3 (11.). Näiden hintojen avulla lasketut euromääräiset osuudet vuoden 2016 kulutukselle on esitetty taulukossa 5.

TAULUKKO 5. Arvioidut energiakustannukset vuonna 2016

Energiakustannukset vuonna 2016	Hinta (€)	Osuus
Kaukolämpö	20 411	77 %
Sähkö	5 289	20 %
Vesi	963	4 %
YHT	**26 664**	**100 %**

Simon kunnantalon energiankäyttö maksaa taulukon mukaan vajaat 27 000 euroa vuodessa. Kuvassa 7 on esitetty kustannusjakauma kaaviona. Vaikka kaukolämpö onkin edullinen lämmitysmuoto tälle kiinteistölle, on rakennuksen lämmittäminen etenkin Suomen talviolosuhteissa kallista, ja siten lämmitys kattaa euromääräisesti leijonaosan rakennuksen ylläpitokustannuksista.



KUVA 7. Arvioitu energiakustannusten jakauma vuonna 2016

Kulutusten perusteella voidaan todeta, että lämmityskuluissa on säästövaraa. Selvää säästöä saadaan aikaiseksi jo lämmöntalteenottojärjestelmän toteuttamisen myötä. Ilmanvaihdon kuluttamaa lämpöenergiaa voidaan pienentää uusimalla ilmanvaihtokoneet ja samalla toteuttamalla ilmanvaihto mahdollisimman tasapainoiseksi ja läsnäoloon perustuvaksi joka puolelle rakennusta.

5 ENERGIANSÄÄSTÖPOTENTIAALIEN TUTKINTA JA MAHDOLLISET TOIMENPITEET

Edellä tutkittiin Simon kunnantalon energiankulutusta ja todettiin sen kasvaneen. Nyt siirrytään arvioimaan mahdollisia energiansäästöön tähtääviä toimenpiteitä. Tarkastelussa otettiin huomioon lämmitysjärjestelmät sisältäen lämmöntuotannon ja -jakelun, ilmanvaihtolaitteiston kunto ja käyntiajat, valaistukseen kuluva energia, mahdolliset laitteistojen käyttöä säätelevät ohjausjärjestelmät, vesi- ja viemärijärjestelmät sekä kiinteistön rakenteet.

5.1 Lämmitysjärjestelmien lämmöntuotanto ja -jakelu

Kunnantalo on ollut Simon hakeosuuskunnan kaukolämpöverkossa vuodesta 2004, eikä vaihtoehtoisten lämmöntuotantomuotojen tarkastelu ole kannattavaa. LPM Oy:n valmistama levylämmönsiirrinpaketti apulaitteineen on otettu käyttöön samana vuonna ja on vielä hyvässä kunnossa (kuva 8).

KUVA 8. Levylämmönsiirrin ja liitännät kunnantalon kellarissa

5.1.1 Lämmöntuotantokapasiteetti

Lämmöntuotannon osalta tarkasteltavaksi asiaksi jää selvittää, vastaako sopimusteho rakennuksen tämänhetkistä energiankulutusta. Peruskorjauksen yhteydessä toteutettava lämmöntalteenotto tulee joka tapauksessa laskemaan tehoa. Toisaalta loisteputkien tuottama lämpökuorma häviää, kun siirrytään valaistuksessa LED-tekniikkaan. Nykyiset mitoitustiedot on esitetty taulukossa 6.

TAULUKKO 6. Lämmityksen nykyiset mitoitustiedot

Mitoitustiedot	Käyttövesi	Lämmitys
Teho (kW)	130	260
Lämpötilat (°C)	70–25 / (10–55)	110–60 / (55–75)
Virtaama (l/s)	0,69	1,24 / (3,10)

Taulukon 6 tietojen perusteella voidaan laskea sopimusteho käyttäen kaavaa 4 (12, s. 5).

$$\phi = q_v \cdot \rho \cdot C_p \cdot (T_m - T_p) \qquad \textit{KAAVA 4}$$

jossa

Φ = sopimusteho, kW

q_v = kaukolämpöveden tilavuusvirta, dm^3/s

ρ = veden tiheys, 1 kg/dm^3

C_p = veden ominaislämpökapasiteetti, 4,2 kJ/(kg K)

T_m = kaukolämpöveden menolämpötila, °C

T_p = kaukolämpöveden paluulämpötila, °C.

Kun jäähtymä on 50 °C ja sopimustilausvesivirta 4,47 m^3/h, kunnantalon kaukolämmön sopimustehoksi saadaan 260,4 kW. Tehon ja virtaamien huippuarvoja ei kuitenkaan ollut saatavilla, joten tämänhetkisen kaukolämpötehon sopivuutta ei voitu arvioida. Tehoa ei ole tarkistettu pitkään aikaan, joten tarkastelu kirjataan suositeltavaksi toimenpiteeksi saneerauksen yhteydessä. Verkoston paine-ero oli 11.4.2018 mitattaessa noin 4 bar paineiden ollessa menoputkessa 6,5 bar ja paluupuolella 2,5 bar.

5.1.2 Patteriverkosto

Kiinteistössä on vesikiertoiset lämmityspatterit. Lämmityspattereissa on käyttöikänsä päähän tulevia termostaattisia patteriventtiilejä, jotka on suurilta osin uudistettu vuonna 1991 patteriverkoston säädön yhteydessä ja 2000-luvulla. Lämmitysverkosto on tasapainotettu ja perussäädetty vuonna 1999 ja uudelleen 2007, mutta lämpötiloja ei saatu täysin tasaisiksi. Verkostossa on kolme säätöpiiriä, joista yksi on ilmanvaihdolle ja kaksi lämmitykselle. Patteriverkoston kahden jälkisäätövyöhykkeen sulku- ja säätöventtiilit sekä kiertovesipumput ovat jo iäkkäitä. Yksi kiertovesipumpuista on vaihdettu taajuusmuuttajapumpuksi, muut ovat alkuperäisiä, perinteisiä Kolmeksin pumppuja. Päätuloilmakoneiden TK 01 ja TK 02 uusimisen yhteydessä vuonna 1990 on toteutettu myös jäähdytys, jota on käytetty harvakseltaan kesäisin. Jäähdytys tapahtuu suorahöyrysteisillä jäähdytyspattereilla. Koska osa patteriverkoston venttiileistä on tulossa käyttöikänsä päähän, niitä on valmistauduttava uusimaan tarpeen mukaan ja mahdollisesti remontin yhteydessä.

Patteriverkoston menoveden lämpötilaa säädellään ulkoilman lämpötilan mukaan. Kiinteistössä on erikseen säädöt kummallekin verkostolle sekä verkoston tasapainotuksessa määritetty esisäätö. Säätökäyriltä saadut ulkolämpötilaa vastaavat lämmitysveden lämpötilat on esitetty taulukossa 7.

TAULUKKO 7. Patteriverkoston säätöarvot

Lämmitysveden säätö	Ulkolämpötila	Veden menolämpötila
Patteriverkosto 1	-28 °C	66 °C
	15 °C	23 °C
Patteriverkosto 2	-28 °C	68 °C
	15 °C	22 °C
Esisäätö	-28 °C	75 °C
	15 °C	40 °C

5.1.3 Ilmanvaihtoverkosto

Patteriverkoston lisäksi lämmitys tapahtuu ilmanvaihtoverkoston kautta. Ilmanvaihtoverkosto on rakennusvuodelta 1973 ja sitä on osittain saneerattu vuonna 1990. Kaikki rakennuksen tuloilmakoneet on liitetty IV-verkoston lämpöjohtoverkkoon. Ilmanvaihtokoneiden linjasäätöventtiilit ovat hyväkuntoisia, päätuloilmakoneiden saneerausvuoden 1990 jälkeen vaihdettuja venttiileitä. Viime vuosina tiloissa on sisäilmaongelmien vuoksi käytetty ilmanvaihtoa ympärivuorokautisesti, mikä on selkeästi lisännyt lämpöenergian kulutusta.

5.1.4 Lämmönjakelun tasaisuuden arviointi

Lämmönjakelun tasapainoisuutta tutkittaessa laadittiin kysely talossa työskentelevälle henkilöstölle. Kyselyssä tiedusteltiin työntekijöiden mielipiteitä kunnantalon eri tilojen ja huoneiden lämpötilaolosuhteista. Kyselyyn vastasi viisi ihmistä, ja tulosten perusteella henkilöstö koki huonelämpötilat sopiviksi eikä havainnut merkittäviä lämpötilanmuutoksia esimerkiksi eri vuorokaudenaikojen välillä. Myöskään vedon tunnetta ei ole havaittu tiloissa. Sen sijaan jatkuvasti käynnissä olevaan ilmanvaihtoon oli odotetusti kiinnitetty huomiota.

Kiinteistönhuollon työntekijät kävivät mittaamassa huonelämpötilat eri puolella kunnantaloa aamuseitsemältä 1.4.2018, jolloin ulkolämpötila oli –9 °C. Huonekohtaiset termostaatit käytiin läpi ja säädettiin täysille vuorokautta ennen mittausta. Lämpötilat merkittiin rakennuksen pohjakuvaan huonekohtaisesti (liite 2). Näiden perusteella lasketut lämpötilojen keskiarvot ja keskimääräinen hajonta rakennuksen eri kerroksissa on esitetty taulukossa 8.

TAULUKKO 8. Kunnantalon sisälämpötilat 1.4.2018

Sisälämpötilat (°C)	1. kerros	2. kerros	Kellari
Keskimääräinen lämpötila	21,8	21,7	20,2
Keskihajonta	1,1	0,9	2,3
Pienin	19,9	19,6	13,8
Suurin	24,8	23,3	26,1

Lämpötilojen yhteenvedon perusteella lämmönjakelu on riittävän tasaista. Ensimmäisessä ja toisessa kerroksessa sijaitsevien huoneiden keskilämpötila on vajaat 22 celsiusastetta ja keskimääräiset poikkeamat noin asteen verran. Lämpötila on ihanteellinen toimistotyöskentelylle. Kylmimmän ja lämpimimmän tilan välillä on viitisen astetta lämpötilaeroa. Ensimmäisessä kerroksessa lämpimin tila oli talon siivessä sijaitsevan liiketilan odotushuone. Toisen kerroksen eteläpäädyssä sijaitsevassa toimistotilassa oli reilut 23 astetta lämmintä, mutta sekin on vielä kevyen istumatyön suositeltujen lämpötilarajojen sisäpuolella eli välillä 21–25 °C. Kellarikerroksessa, jossa on lähinnä vapaa-ajantoimintaa, lämpötilat ovat keskimäärin noin 20 astetta. Lämpimintä oli lämmönjakohuoneessa ja viileintä akkutilassa.

Koska lämpötilaerot ovat pieniä ja työntekijät tyytyväisiä huonelämpötilaan, tasapainotusta ja perussäätöä ei pidetä kiireellisenä toimenpiteenä, mutta se on kuitenkin mainittava suositeltavaksi toimenpiteeksi. Säädöillä nostetaan käyttäjämukavuutta osassa huoneista ja lämmityksen säätökäyrän optimoinnilla saavutetaan säästöjä, kun osaa huoneista ei lämmitetä yhtä kuumaksi kuin nykyisin. Lämpötiloissa ei kuitenkaan keskimäärin ole laskuvaraa mukavuuden kannalta. Huonelämpötilat kannattaa mitata jälleen ensi talvena ja vaihtaa patterikohtaisia venttiileitä tarvittaessa. Samalla voidaan tutkia uudestaan myös perussäädön kannattavuutta.

5.2 Ilmanvaihtojärjestelmät

Kunnantalon koko kiinteistössä on yhteensä viisi ilmanvaihtokonetta, joista yksi, lisäsiivessä sijaitseva vuonna 2001 päivitetty laite on jätetty tämän tarkastelun ulkopuolelle. Tarkasteltavia tulo-poistonilmanvaihtokoneita on rakennuksessa siis neljä:

- TK 01 vuodelta 1990, palvelee ensimmäisen ja toisen kerroksen toimistotiloja
- TK 02 vuodelta 1990, palvelee valtuustosalia ja kokoustiloja
- TK 03 vuodelta 1973, palvelee pohjakerroksen nuorisotiloja
- TK 04 vuodelta 1973, palvelee pohjakerroksen taide/harrastetiloja.

IV-koneet TK 01 ja TK 02 on varustettu taajuusmuuttajaohjauksilla sekä tuloilman lämmityksellä ja jäähdytyksellä. Missään laitteista ei ole lämmöntalteenottoa.

Tarkasteltavia huippuimureita on kuusi ja ne palvelevat eri tiloja seuraavasti:

- PF 01, rakennuksen etelä- ja länsipuolen toimistot
- PF 02, rakennuksen pohjois- ja itäpuolen toimistot sekä jälkiasennuksena hissihuone
- PF 03, kahvio ja WC-tilat
- PF 04, kokoustilat (kunnanhallitus)
- PF 05, kokoustilat (kunnanvaltuusto)
- PF 06, varustettu läpivientipiipulla ja alipainepellillä, rakennuksen eteläpään 1. kerroksen toimistot.

Vanhoja poistokanavia on kolme eri tiloissa:

- PK 03, nuorisotilat
- PK 04, taidetilat
- PK 05, ravintola.

5.2.1 Laitteiston nykyinen toiminta

Ilmanvaihtojärjestelmän nykyiset päätulo-poistoilmanvaihtokoneet TK 01 ja TK 02 eivät riitä huolehtimaan talon ilmanvaihdosta. Etenkin toisen kerroksen perimmäisissä toimistotiloissa sisäilma

vaihtuu huonosti. Riittämättömyyden osoittavat laitteiden tämänhetkiset käyntiajat: TK 01 on käynnissä ympärivuorokautisesti, josta arkisin 11 tuntia päivässä täysteholla ja muina aikoina puolella teholla, myös viikonloppuisin. TK 02 käy arkisin klo 7–16 puolella teholla, vaikka tiloja ei käytettäisi. Koska laitteet ovat nykyisin käynnissä näin paljon, niiden lämpöenergian kulutus on kasvanut merkittävästi. Lämmin ilma vaihtuu huoneissa, vaikka niissä ei olisi käyttäjiä. Lämmöntalteenoton puuttumisen johdosta lämpöenergiaa myös menee reilusti hukkaan.

Pohjakerroksen alkuperäiset tulo-poistoilmanvaihtokoneet TK 03 ja TK 04 ovat alun perin olleet käytössä vain satunnaisesti, taidetiloja palveleva TK 04 edelleenkin hyvin vähän. Laitteita on mahdollista käyttää vain yhdellä teholla. Nuorisotiloja palveleva IV-kone TK 03 on vuonna 2015 otettu ympärivuorokautiseen käyttöön kellarikerroksessa havaitun kosteusvaurion takia. Rakenteiden kastumisen seurauksena nuorisotilat saneerattiin ja ilmanvaihto päätettiin pitää jatkuvasti päällä tyydyttävän sisäilman takaamiseksi. Koneiden TK 01 ja TK 03 lisääntynyt käyttö selittää lämmitysenergian kulutuksen nousun vuonna 2015. Mikäli laitteiden käyttö jatkuu samoissa määrin, tulee nuorisotilojenkin ilmanvaihtokoneen uusiminen ajankohtaiseksi lähitulevaisuudessa.

5.2.2 Huippuimurien korvaaminen tai varustaminen LTO:lla

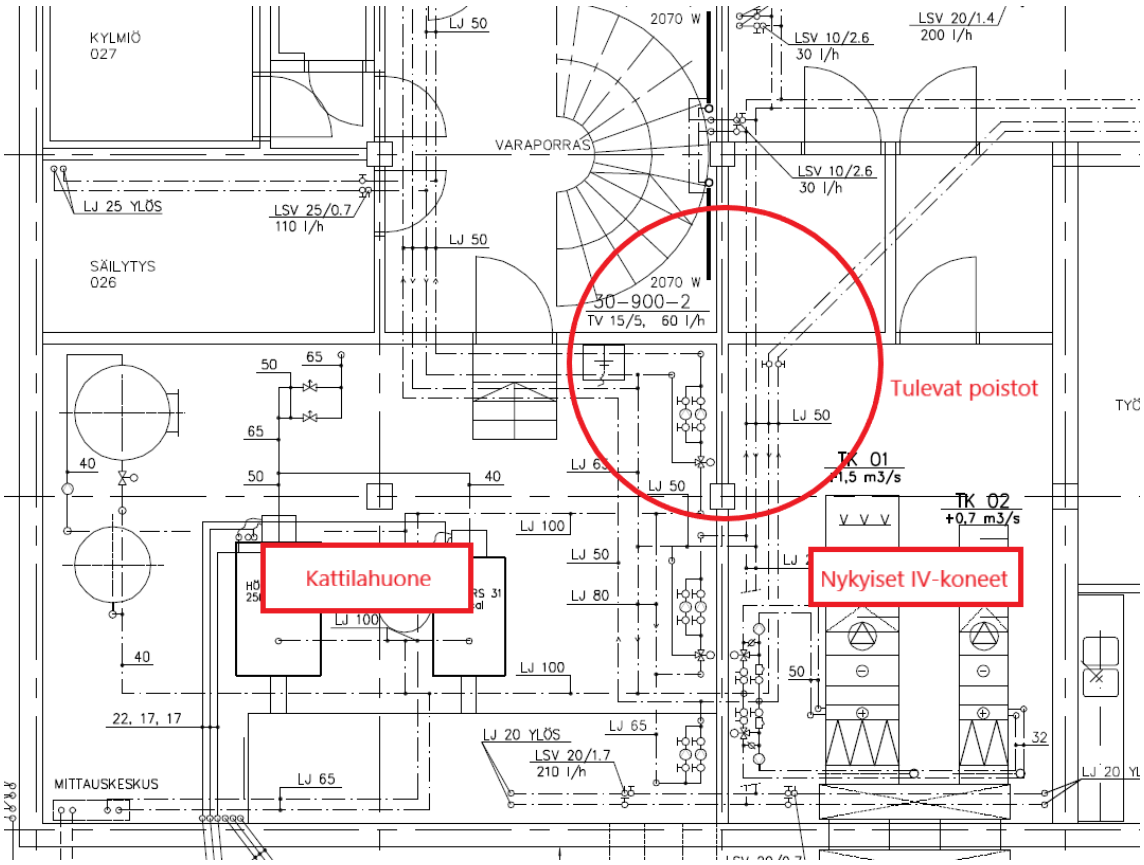
Mikäli IV-koneet TK 01 ja TK 02 korvataan uudella lämmöntalteenottojärjestelmällä varustetulla ilmanvaihtokoneella, voidaan tarkastella olemassa olevien huippuimurien poistamista lukuun ottamatta WC-tiloja ja kahviota palvelevaa laitetta PF 03. Saneerauksen yhteydessä lopuille tiloille on mahdollista rakentaa yhteinen poisto, joka sijoittuisi pohjakerrokseen kattilahuoneen viereen.

Toisaalta lämmöntalteenottojärjestelmät olisi mahdollista toteuttaa myös nykyisten poistopuhaltimien yhteyteen, ja tällöin huippuimureita ei tarvitsisi poistaa. Kummankin vaihtoehdon kannattavuutta on tutkittava.

5.2.3 Ilmanvaihtosaneerauksen toteutusvaihtoehdot

IV-koneet TK 01 ja TK 02 sijaitsevat pohjakerroksessa melko ahtaassa tilassa lämmönjakohuoneen vieressä. Uuden, isomman laitteiston sijoittaminen tähän pieneen tilaan voi osoittautua pulmalliseksi. Myöskin uusille poistoille on varattava tilaa (kuva 9). Ratkaisu voisikin olla lämmönjakohuo-

neen ja IV-konehuoneen välisen seinän purkaminen, jolloin tilat yhdistyvät yhdeksi kokonaisuudeksi ja pinta-alaa on enemmän käytettävissä. Ilmanvaihdon saneeraus olisi mahdollista toteuttaa monella tapaa, ja tässä kappaleessa esitelläänkin kolme eri teoreettista vaihtoehtoa sekä urakkaa suunnittelevan Granlundin työryhmän näkemykset. Vaihtoehdot A–C tulivat ilmi konsultoitaessa Iin kunnan rakennuttajainsinööri Jukka Härkiniä. Härkinin kanssa ei tehty kierrosta Simon kunnantalolla. Sen sijaan LVI-suunnittelijoiden kanssa kierrettiin rakennus läpikotaisin ja pohdittiin työn toteuttamistapoja huhtikuussa 2018. Tätä työtä tehtäessä suunnittelu oli vielä täysin kesken, mutta suunnittelijoilla oli kuitenkin alustava näkemys tulevasta saneerauksesta.



KUVA 9. Pohjakuva kellarikerroksen teknisistä tiloista, korostettuna poistojen mahdollinen sijainti

Vaihtoehto A: Koko ilmastointitekniikan uusiminen, laitteeseen LTO

Mikäli nykyiset laitteet korvataan uudella ilmanvaihtokoneella, joka on varustettu lämmöntalteenottojärjestelmällä, on todennäköisesti koko olemassa oleva ilmanvaihtokanavisto uusittava. Nykyiset ilmavirtaukset ovat 1,5 m^3/s ja 0,7 m^3/s, mutta uuden, kapasiteetiltaan isomman LTO:lla varustetun laitteen mitoitettu ilmavirtaus olisi lähes 3,0 m^3/s. Tällöin isompi kanavisto vie entistä enemmän

tilaa ja nykyinen kanavisto jää liian suppeaksi. Kunnantalon kerrosten huonekorkeus on varsin matala, joten katonrajassa oleva tila loppuu helposti kesken joka kerroksessa.

Toimenpide vaatii täyden rakenteellisen saneerauksen, jossa joudutaan purkamaan alas lasketut katot ja uusimaan paljon talotekniikkaa: molemmat tulo-poistoilmakoneet, kaikki ilmanvaihtokanavat ja valaistus, sillä valaisimet runkoineen tulee purkaa remontin edestä. Investointi tulisi kalliiksi ja sen takaisinmaksuaika olisi pitkä. Härkinin mukaan esimerkiksi lissä sijaitsevan Valtarin yläkoulun yksitasoisen osuuden (1500 m^2) vastaavanlainen ilmastointisaneeraus tuli maksamaan 20 %:n energiatuki huomioiden noin 250 000 euroa. Kunnantalon epävarma tulevaisuus huomioon ottaen investointi olisi hintava ja siksi iso riski.

Vaihtoehto B: Koneiden TK 01 ja TK 02 uudistaminen, LTO huippuimureihin

Toimenpiteiltään vähäisempi ja edullisempi vaihtoehto on laitteiden TK 01 ja TK 02 saneeraus siten, että lämmöntalteenottoa ei toteutettaisi kiinteästi ilmanvaihtokoneeseen, vaan huippuimurit säilytettäisiin ja toteutettaisiin glykolipohjainen lämmöntalteenottojärjestelmä. Laitteisto liitettäisiin poistopuhaltimiin, jolloin lämpö saataisiin hyödyksi. Tämä vaatisi glykoliputkien vetämisen kellarikerrokseen, mutta suuremmalta saneeraukselta säästyttäisiin, koska kanavarakenteita ei tarvitsisi välttämättä suurentaa. Alkuperäisiä ilmanvaihtokanavia vuodelta 1973 tulisi mahdollisesti uudistaa, mutta toimenpide ei vaatisi aiempaa enemmän tilaa talotekniikalle. Samalla tulisi laajentaa ilmastointi palvelemaan myös ensimmäisen kerroksen toimistoiksi muutettuja entisiä asuintiloja.

Vaihtoehto C: Koneiden TK 01 ja TK 02 korvaaminen rakennuksen ulkopuolelle sijoitettavalla laitteella, jossa LTO

Kolmas tarkasteltava vaihtoehto olisi poistaa TK 01 ja TK 02 käytöstä ja sijoittaa korvaava ilmanvaihtokone lämmöntalteenottoineen muualle kuin kellarikerroksen ahtaaseen konetilaan. Usein tällainen yksikkö sijoitetaan rakennuksen välikatolle. Kiinteistö on kuitenkin tasakattoinen eikä yksikön sijoittaminen ole ongelmatonta: välikatolla ei ole riittävästi tilaa ja talon palkkirakenne voi osoittautua ongelmaksi. Huolella tehtynä ratkaisu voisi olla toimiva, mutta hintava. Välikatolle sijoittaminen tulisi kyseeseen harjakattoisessa rakennuksessa. Erilaisia rakennuksen ulkopuolelle sijoitettavia lämmönsiirrinyksiköitä valmistaa esimerkiksi Retermia.

LVI-suunnittelijoiden näkemys

Paikalla käyneiden Granlundin edustajien mukaan pohjakerroksen tekniseen tilaan mahtuu vanhat koneet korvaava laite, mutta ylimääräistä tilaa ei ole (kuva 10). Korvaavan laitteen mitoitetuksi ilmavirraksi arvioitiin vain noin 2,2 m^3/s. Lämmöntalteenotto toteutettaisiin glykolipohjaisena, ja samalla kaikki huippuimurit poistettaisiin. Rakennuksen ulkopuolelle sijoitettavaa ilmanvaihtokoneyksikköä ei pidetty realistisena vaihtoehtona korkeiden kustannusten vuoksi. Suunnitelmassa on siis teoreettisten vaihtoehtojen A ja B piirteitä.

KUVA 10. IV-konehuone on tilaltaan niukka. Kuvassa keskellä näkyy suurempi laite, TK 01, TK 02 on vasemmalla.

Palaverin perusteella suurimmaksi haasteeksi nousee kanavarakenteiden niukkuus eri puolella taloa, erityisesti 2. kerroksessa, jossa sijaitsevat valtuustosali ja kokoushuoneet. Ne eivät tarvitse jatkuvaa ilmanvaihtoa mutta käyttötilanteissa kuitenkin suuremmat kanavakoot muita huoneita isomman henkilömäärän takia. Koska huonekorkeutta ei voida enää madaltaa, tulee rakenteisiin tehdä erityisratkaisuja ainakin kyseisten tilojen ilmanvaihdon suhteen. Toimenpide vaatii sisäkattojen purkamisen ja kanavoinnin uusimisen. Sisäkattojen uusimiselle ei kuitenkaan ole tarvetta, vaan

samat katot voitaisiin asentaa uudelleen. Vyöhykepellityksen toteuttaminen jäi vielä pohdinnanvaraiseksi asiaksi, mutta tavoitteena on kuitenkin eriyttää toimistojen ja neuvottelutilojen ilmanvaihto siten, ettei tiloissa tapahtuisi tarpeetonta laitteiston käyttöä.

Toimistoille menevät ilmanvaihtoputket mahtuvat entiseen tapaan kattorakenteisiin. Vaihtoehtona pohdittiin kuitenkin päätelaitteiden tuomista keskelle toimistojen kattoja, sillä peremmälle viety tulokanava vaihtaa tehokkaammin huoneen hengitysilmaa. Tässäkin ilmeni ongelma: tulokanavien vetäminen vaatisi valaisimien purkamisen toimistojen katosta, sillä niitä on sijoitettu poikittain suhteutettuna suunniteltuihin kanavavetoihin. Nykyiset puhaltimet on sijoitettu kiinteisiin kanavarakenteisiin eli seinille ovien yläpuolelle.

Saneerauksen yhteydessä kannattaa laajentaa ilmanvaihto myös ensimmäisessä kerroksessa sijaitseviin entisiin asuintiloihin, jotka on muutettu toimistokäyttöön. Tiloissa on tällä hetkellä pelkät poistot. Vaihtoehtona mainittiin myös erillisen, kapasiteetiltaan pienemmän laitteen asentamista tiloihin.

Vaikka ilmanvaihdon suunnittelu onkin vielä kesken, saatiin Granlundilta kustannusarvio laitteelle, jäähdytyskoneille, rakennusautomaatiolle sekä ilmanvaihto- ja lämpöjohtotöille. Arviossa ei huomioitu rakennustekniikkaa eikä sähkötöitä. Lämmöntalteenotolla saatava lämpöenergiansäästö arvioitiin laskelmilla, joissa käytetyt kaavat on esitelty luvussa 5.2.5. Tarkempia tietoja on investointilaskelmassa (liite 5) ja arvio kannattavuudesta luvussa 7.

5.2.4 Suunnitelma käyntiajoista

Sisäilmaongelmien vuoksi suositeltuja minimikäyntiaikoja (toimistorakennukselle 10 h/vrk) ei voida käyttää. Ehdotetaan, että ilmastointisaneerauksen jälkeen ilmanvaihto palvelisi toimistoja arkisin kello 7–16 täydellä teholla ja muina aikoina 30 %:n teholla. Valtuustosaliin ja kokoushuoneisiin voisi olla jatkuva vaikutus 30 %:n teholla, ja ilmanvaihtoa tehostettaisiin kokouksien ajaksi. Pohjakerroksen nuorisotilat ovat avoinna keskiviikkoisin ja torstaisin kello 14–20. Kosteusvaurion aiheuttamien sisäilmaongelmien vuoksi suositellaan kuitenkin jatkamaan ympärivuorokautista käyttämistä, kunnes TK 03 vaihdetaan tulevaisuudessa uuteen yksikköön.

TAULUKKO 9. Ilmanvaihtokoneiden nykyiset ja suunnitellut käyntiajat

Nykyiset käyntiajat			Ehdotettavat käyntiajat		
IV-kone	**Alue**	**Käyntiaika**	**IV-kone**	**Alue**	**Käyntiaika**
TK01	Toimistotilat	24 h/vrk, joista ma-pe klo 7-18 täydellä teholla, muulloin 50 %	**Uusi laite TK01**	Toimistotilat, valtuustosali, kokoushuoneet	toimistot ark. klo 7-16 täydellä teholla, muulloin 30 % teholla, valtuustosali ja kokoushuoneet jatkuvasti 30 % teholla, tehostus käyttötilanteissa
TK02	Valtuustosali, kokoushuoneet	ma-pe klo 7-16 50 % teholla			
TK03	Nuorisotilat	24 h/vrk	**TK03**	Nuorisotilat	24 h/vrk saneeraukseen asti, saneerauksen jälkeen osateholla tilojen käyttöaikojen ulkopuolella
TK04	Taidetilat	tarpeen mukaan	**TK04**	Taidetilat	taidekerhopäivinä yms.

5.2.5 Uudella laitteella saatava säästö

Nykyisin TK 01 on käynnissä täydellä teholla keskimäärin 15,9 tuntia päivässä seitsemänä päivänä viikossa, kun huomioidaan käyttö puolella teholla virastoaikojen ulkopuolella. Lisäksi virastoaikoina puolella teholla käyvä TK 02 on käynnissä keskimäärin 4,5 tuntia päivässä viitenä päivänä viikossa. Mikäli uutta konetta käytetään taulukossa 9 ehdotettujen käyntiaikojen mukaan, on keskimääräinen käyttö täydellä teholla 11,3 tuntia vuorokaudessa seitsemänä päivänä viikossa. Laitteen lyhyempien käyttöaikojen lisäksi energiansäästöä tulee lämmöntalteenotosta.

Lämmöntalteenotolla talteen otetut kuukausittaiset tehot laskettiin kaavalla 5 (7, s. 21). Tehot laskettiin jokaiselle kuukaudelle erikseen.

$$\phi_{lto} = \eta_{a,ivkone}\, t_d\, t_v\, \rho_i\, c_{pi}\, q_{v,poisto}\, (T_s - T_u)$$ *KAAVA 5*

jossa

ϕ_{lto} = lämmöntalteenotolla talteen otettu kuukauden keskimääräinen teho, W

$\eta_{a,\ ivkone}$ = ilmanvaihtokoneen lämmöntalteenoton poistoilman vuosihyötysuhde, -

t_d = ilmanvaihtolaitoksen keskimääräinen vuorokautinen käyntiaikasuhde, h/24h

t_v = ilmanvaihtolaitoksen viikoittainen käyntiaikasuhde, vrk/7 vrk

ρ_i = ilman tiheys, 1,2 kg/m^3

c_{pi} = ilman ominaislämpökapasiteetti, 1000 J/(kg K)

$q_{v,\ poisto}$ = poistoilmavirta, m^3/s

T_s = sisälämpötila, °C

T_u = ulkolämpötila, °C.

Kuukausittaisten talteen otettujen tehojen perusteella laskettiin edelleen lämmöntalteenoton jälkeinen kuukauden keskimääräinen tuloilmalämpötila. Lämpötilat laskettiin kuukausittain kaavalla 6 (7, s. 21).

$$T_{lto} = T_u + \frac{\phi_{lto}}{t_d\, t_v\, p_i\, c_{pi}\, q_{v,tulo}} \qquad \textit{KAAVA 6}$$

jossa

T_{lto} = lämmöntalteenottolaitteen jälkeinen lämpötila, ºC

T_u = ulkoilman lämpötila, °C

ϕ_{lto} = lämmöntalteenotolla talteen otettu kuukauden keskimääräinen teho, W

t_d = ilmanvaihtolaitoksen keskimääräinen vuorokautinen käyntiaikasuhde, h/24h

t_v = ilmanvaihtolaitoksen viikoittainen käyntiaikasuhde, vrk/7 vrk

ρ_i = ilman tiheys, 1,2 kg/m^3

c_{pi} = ilman ominaislämpökapasiteetti, 1000 J/(kg K)

$q_{v,\ tulo}$ = tuloilmavirta, m^3/s.

Uuden ilmanvaihtokoneen lämmitysenergian nettotarve laskettiin kaavalla 2. Lukemat laskettiin jokaiselle kuukaudelle erikseen. Laskennan tulokset on esitetty taulukossa 10. Laskennassa käytettiin seuraavia tietoja/oletuksia:

- glykolilämmöntalteenoton poistoilman vuosihyötysuhde 50 %
- sisäänpuhalluslämpötila 17 °C
- sisälämpötila 22 °C
- tuloilmavirta 2,5 m^3/s (poistoilmavirta yhtä suuri)
- lämpötilan nousu puhaltimessa 0,5 °C.

- t_d = 11,27 ja t_v = 7.

TAULUKKO 10. Uuden laitteen lämpöenergiankulutus kuukausittain

Kulutus per kk, uusi laite	T	H	M	H	T	K	H	E	S	L	M	J	YHT.
LTO:n jälk. läm-pötila (°C)	7,5	8	9,75	11,5	13,5	16	17	16,5	15,5	14	9,5	9	
LTO:lla talteen otettu teho (kW)	3,4	3,3	2,9	2,5	2,0	1,4	1,2	1,3	1,5	2,0	3,0	3,1	**27,6**
Kulutus (MWh/a)	8,3	7,1	6,2	4,5	2,8	0,4	0,0	0,0	0,9	2,8	6,2	6,9	**46,1**

TK 01 ja TK 02 kuluttavat nykyisellään jopa 195 MWh lämpöenergiaa vuodessa. Kaavoilla tehdyn laskelman mukaan uuden laitteen kulutus olisi vain noin 46 MWh. Tämä tarkoittaa, että säästöpotentiaali kokonaiskulutukseen nähden olisi noin 30 %.

5.3 Valaistus

Valaistus on toteutettu pääosin loisteputkilla, ja kytkentä tapahtuu kaikissa tiloissa painonappien avulla. Tarkoituksena on vaihtaa loisteputkivalaisimet ledikäyttöiseksi. Toimenpiteellä pudotetaan valaistuksen energiankulutusta jopa lähes kolmannekseen nykyisestä. Ohjausjärjestelmiä käsitte-levässä luvussa (5.4) tarkastellaan myös liiketunnistinten käyttöä valaistuksessa.

5.3.1 Nykyinen valaistus

Pihavalaistuksessa käytetyt elohopeahöyrylamput ja pienoisloistelamput on jo korvattu LED-tekniikalla. Sisätiloissa kahden käytävän osalta valaisimet on jo päivitetty siten, että 28 kpl loisteputkivalaisimia (36 W) on korvattu 20 lediputkivalaisimella (22 W). Vaikka lamppujen määrää vähennettiin, on valaistusteho silti koettu riittäväksi.

Kunnantalon valaisimista suurimmassa osassa käytetään vielä vanhoja loisteputkia. Toimistoissa on yhteensä 61 kpl valaisimia, joissa jokaisessa on kaksi 58 W:n loisteputkea. Lisäksi osassa toimistoista on 22 kpl valaisimia, joissa on kaksi 36 W:n loisteputkea. Käytävillä on edelleen 28 kpl vanhoja putkivalaisimia (36 W), jotka voitaisiin uusia samoin tavoin kuin aiemmillakin käytävillä. Ensimmäisen ja toisen kerroksen aulatiloissa on yhteensä 34 valaisinta, joissa on neljä 18 W:n loisteputkea.

5.3.2 LED-tekniikkaan siirtyminen

Käytävillä valaisimien määrää vähennetään, sillä uudet ledilamput ovat vanhoja loisteputkia kirkkaampia ja riittävät siten käytävien valaisemiseen. Uusia lediputkia tarvitaan siis vähemmän. Muissa tiloissa pidetään käytettävien valaisimien määrä samana ja korvataan vanhat valaisinputket uusilla. Tarkastuskierroksella ei havaittu huonokuntoisia kantoja, ja yksittäisiä valaisimia voidaan uusia tarpeen mukaan.

Valaisimia vaihdetaan

- käytävillä: 28 loisteputkivalaisimesta (36 W) 20:een vaihdetaan lediputki (23 W), ylimääräiset valaisimet poistetaan käytöstä
- toimistoissa:
    - 61:een kahden loisteputken (58 W) valaisimeen vaihdetaan putket, eli 122 kpl lediputkivalaisimia (20 W)
    - 22:een kahden loisteputken (36 W) valaisimeen vaihdetaan putket, eli 44 kpl lediputkivalaisimia (14 W)
- ensimmäisen ja toisen kerroksen auloissa: 34:ään neljän loisteputken (18 W) valaisimeen vaihdetaan putket, eli 136 kpl lediputkivalaisimia (8 W).

LED-valaistukseen siirtymisen tarkat investointilaskelmat ovat liitteessä 3. Valaistuksen uusimisen kannattavuus arvioidaan luvussa 7.

5.4 Ohjausjärjestelmät

Rakennuksessa on käytössä Siemensin vuoden 2002 rakennusautomaatiojärjestelmä, joka on saneerattu ja päivitetty vuonna 2015. Tuolloin otettiin käyttöön uusi Desigo Insight -pöytävalvomo, joka havaitsee mahdolliset muutokset ja häiriöt talotekniikan toiminnassa.

Palaverissa todettiin, että olemassa olevan tekniikan hyödyntämismahdollisuuksia energian säästämiseksi kannattaa tutkia. Läsnäoloon perustuva ilmanvaihto pienentäisi koneellisen ilmanvaihdon energiankulutusta silloin, kun tiloissa ei ole ketään. Lisäksi tulee selvittää, kannattaako rakennukseen toteuttaa älykästä valaistustoimintoa, jossa valojen toiminta perustuisi niin ikään läsnäoloon tarkasteltavissa tiloissa.

5.4.1 Läsnäoloon perustuva ilmanvaihto

Älykästä ilmanvaihtoa harkittiin aiemmin vaihtoehtona tiloihin, joissa oleskelu on epäsäännöllistä. Kuitenkin suurin osa ilmastoitavista tiloista on toimistoja, joissa työskentelyaika on säännöllinen eikä läsnäoloon perustuvalla ilmanvaihdolla saataisi aikaan merkittäviä säästöjä pitkälläkään aikavälillä. Kokoustilojen ja valtuustotilojen käyttö puolestaan on niin epäsäännöllistä, että ilmastoinnin tehostus istuntojen käyttöajaksi riittää, ja tämä toiminto voidaan säätää manuaalisesti vyöhykepellitystä hyödyntäen. Talon nykytekniikka on pitkälti soveltumatonta hyödynnettäväksi optimaalisten sisäilmamäärien mittaamiseen ja kalliisiin, älykkäisiin järjestelmiin investoiminen on jo lyhyelläkin päättelyllä kannattamatonta.

5.4.2 Valaistuksen liiketunnistimet

Nykyinen painonapein toimiva valaistus on koettu hankalaksi etenkin käytävätiloissa (kuva 11), sillä oikean katkaisimen löytäminen on varsinkin satunnaisille kävijöille vaivalloista. Valot myös jäävät usein tarpeettomasti palamaan, mistä syntyy turhaa energiankulutusta. Aikareleellä varustetut valaisinkytkimet ehkäisisivät valojen turhaa palamista, mutta ratkaisu ei huomioisi sitä tosiasiaa, että kytkimet sijaitsevat käytävien päissä eivätkä esimerkiksi ripoteltuina pitkin käytäviä. Valaistuksen ohjaaminen olisi siis edelleen vaivalloista.

Käytäviin ja sisäänkäynteihin onkin toivottu liiketunnistimilla varustettuja valaisimia. Toimistoihin ja kokoustiloihin automaattista valaistusta ei koeta yhtä välttämättömäksi, joten läsnäolotunnistimia ei tarkastella. Pääsisäänkäynnin valaisimet ovat Siemensin ohjausjärjestelmän piirissä, joten niiden palamista voidaan säädellä erikseen. Tutkitaan siis liiketunnistimien toteuttamista ainoastaan käytävien valaistukseen.

KUVA 11. Käytävien valaistukselle toivotaan liiketunnistimia. Kuva on otettu kunnantalon 2. kerroksesta.

Sisätilojen liiketunnistimia, joilla voidaan ohjata muun muassa valaistusta, on olemassa erityyppisiä. Nyt kannattaa tarkastella nimenomaan käytävätiloihin suunniteltuja malleja. Esimerkkinä tässä työssä käytettiin Steinelin mallia Dual HF (kuva 12). Liiketunnistimilla varustettavia käytäviä on kunnantalon ensimmäisessä ja toisessa kerroksessa yhteensä neljä, ja jokainen niistä on yli 30 metriä pitkä.

KUVA 12. Steinelin valmistama käytävän liiketunnistin Dual HF (16)

Pohjakerroksen käytäville ei tarkasteltu liiketunnistimien hankkimista, sillä tilat ovat verrattain vähän käytössä. Maanpäällisissä kerroksissa on toimintaa joka arkipäivä, joten säästöpotentiaalit ovat selvästi suuremmat. Tarkasteltavista liiketunnistimista käytävämallin Dual HF toimintasäteeksi on mainittu 20 metriä. Ensimmäisen ja toisen kerroksen kaikki käytävät ovat yli 20 metriä pitkiä, joten yksi tunnistin käytävää kohti ei riitä. Käytävillä olevia 40 valaisinta ohjaisi siis kaikkiaan kahdeksan tunnistinta.

Tarkasteltavat liiketunnistimet kuuluvat tukkumyyntiohjelmaan kotimaan jälleenmyynneissä, joten kappalehinnat arvioitiin ulkomaalaisten nettimarkkinoiden perusteella. Laskelmissa käytettiin hintaa 120 euroa/kpl. Investointilaskelma on liitteessä 4 ja hankinnan kannattavuutta on arvioitu luvussa 7.

5.5 Vesi- ja viemärijärjestelmät

Vedenkulutus kiinteistössä on niin vähäistä, että energiapotentiaalien etsiminen vesi- ja viemärijärjestelmistä päätettiin jättää suppeaksi. Näin ollen myöskään paineenkorotuksen käyttöön liittyviä vesivirtamittauksia ei suoritettu. Talossa tehdyillä kierroksilla ei havaittu vuotavia putkia tai epäkuntoisia vesikalusteita. Lavuaarit ja kaksitoimiset WC-istuimet ovat pääosin saneerausvuodelta 1994, ja kaikki valurautaviemärit on joko pinnoitettu tai vaihdettu muovisiksi vuonna 2012.

Eräs käyttövesiverkoston energiansäästöpotentiaali on verkoston tasapainotus. Toimenpiteellä on mahdollista vähentää ylimääräisen veden määrää verkostossa ja säästää näin pumppaus- ja lämmityskustannuksissa. Painotukseltaan investointi ei kuitenkaan ole kannattava, sillä vedenkulutus muodostaa hyvin pienen osan kokonaiskulutuksesta.

5.6 Rakenteet

Rakennus on tyypillinen 1970-luvun tasakattoinen betonielementtirakennus. Sen kantavat rakenteet eli ulkoseinät, pilarit ja palkit ovat teräsbetonia. Yläpohja on toteutettu ristikkopuurakenteena mineraalivillaeristyksineen. Julkisivut ovat teräsbetonisia Kenitex-pinnoitettuja sandwichelementtejä, joita ei tuulettuvuuden takia ole täysin saumattu. Pinnoite on jonkin verran rapautunut, ja ikkunakalterit on hiljattain poistettu ruostumisen johdosta. Kattoikkunoissa on ollut vuotoja, jotka on kuitenkin korjattu, ja ikkunat on tiivistetty uudelleen. Yläpohjan eristyksessä on ristikkopuurakenne ja eristeenä käytetty mineraalivillaa. Rakennuksen vaipassa ei havaittu energiatalouden parantamisen kannalta merkittäviä uudistamiskohteita.

Kunnantalon ikkunat ovat kolmelasisia ja ne on uusittu vuonna 2001. Niiden sisärakenteissa on puiset umpiolasielementit ja ulkorakenteissa on käytetty alumiinia. Ikkunoiden välissä on sälekaihtimet. Merkittäviä vuotoja ikkunoissa ei havaittu, joten uusimisen tarvetta ei ole. Viimeisimmänkin ikkunaremontin arvioitu takaisinmaksuaika on peräti noin 40 vuotta. Ikkunoiden ja ovien tiivistämisen tarvetta kannattaa tutkia 5–10 vuoden sisällä. Saneerauksen hinta on noin 4 000–5 000 euroa.

6 INVESTOINTIEN KANNATTAVUUSLASKELMAT

6.1 Investoinnit ja takaisinmaksuajat

Alla on lueteltu mahdolliset investoinnit ja niiden arvioidut kustannukset, saatavat säästöt ja takaisinmaksuajat. Laskelmat suoritettiin annuiteettimenetelmällä käyttäen sisäisenä korkona viittä prosenttia. Tässä käytettiin kaavaa 7. Takaisinmaksuajat määritettiin käyttämällä Excelin toimintoa ”Entä jos -analyysi”.

$$Kiint.\,pääomakulut = \frac{(1+sis.korko)^{TMA} \cdot sis.korko}{(1+sis.korko)^{TMA}-1} \cdot nettoinvestointi \qquad \textit{KAAVA 7}$$

jossa
TMA = takaisinmaksuaika.

Takaisinmaksuajan tavoitteeksi määritettiin kymmenen vuotta. Hinnat ovat arvonlisäverottomia ja niissä on huomioitu myös energiatuki (15 %) lukuun ottamatta IV-saneerauksen hintaa kokonaisuudessaan. Koska täyden saneerauksen takaisinmaksuaika on laskelmien perusteella erittäin pitkä, energiatukea ei välttämättä saada koko kustannusarvion osalta. Tuen saaminen riippuu Business Finlandin energiatuen takaisinmaksuajalle asetettujen kriteerien täyttymisestä. Sen sijaan pelkästään uuden IV-koneen TK 01 asentaminen on energiansäästön kannalta kannattava toimenpide, jolle saatiin takaisinmaksuajaksi 5,9 vuotta energiatuen kanssa. Mikäli energiatukea ei saada investoinneille, ovat hinnat ja takaisinmaksuajat hieman korkeammat. Toisaalta osaan investoinneista voi olla mahdollista saada jopa 20 %:n energiatuki. Investointien tarkempi kannattavuuslaskelma on liitteessä 5.

1. IV-saneeraus kokonaisuudessaan

- hinta-arvio 148 000 euroa (sis. tulopoistoilmakoneen sekä ilmanvaihtotyöt, lämpöjohtotyöt, jäähdytyskoneet ja rakennusautomaation)
- vuosittainen säästö 6 755 euroa
- takaisinmaksuaika yli 50 vuotta

Korvaava IV-kone TK 01

- hinta-arvio asennuksineen 34 000 euroa, sis. energiatuen
- vuosittainen säästö 6 755 euroa
- takaisinmaksuaika 5,9 vuotta

2. LED-valaisimet

- hinta-arvio ilman asennusta 4 515 euroa
- vuosittainen säästö 1 405 euroa
- takaisinmaksuaika 3,6 vuotta

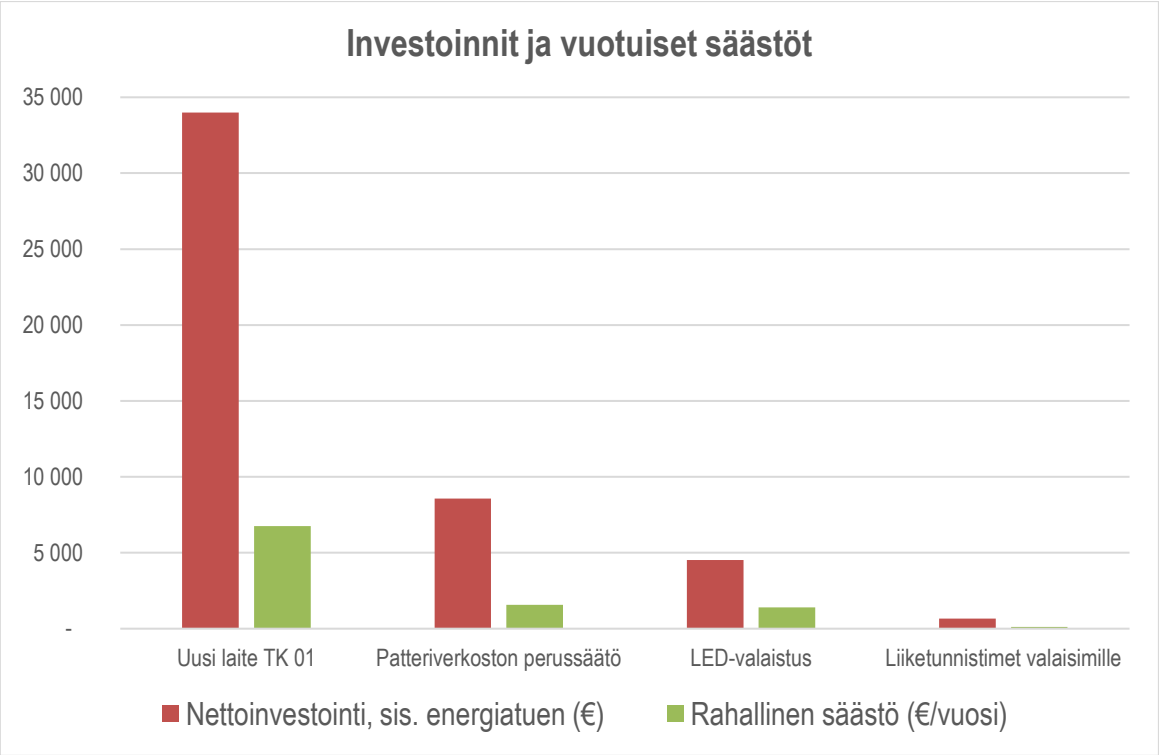
3. Liiketunnistimet valaisimille

- hinta-arvio 658 euroa
- vuosittainen säästö 120 euroa
- takaisinmaksuaika 6,6 vuotta

4. Patteriverkoston perussäätö

- hinta-arvio 8 569 euroa
- vuosittainen säästö 1 429 euroa
- takaisinmaksuaika 7,3 vuotta

Jos arvioidaan, että IV-saneeraus muilta kuin uuden laitteen sekä sen asentamisen osalta maksaa noin 108 000 euroa ja koneelle saadaan 15 %:n energiatuki, investoinnit ovat yhteensä 155 742 euroa. Ilmanvaihtosaneeraus kokonaisuudessaan investointina ei maksa itseään takaisin realistisessa ajassa korkeiden pääomakulujen johdosta. Muiden investointien keskimääräinen takaisinmaksuaika (mukaan lukien pelkkä TK 01) on 5,7 vuotta. Yhteensä muutoksilla säästetään vuosittain 9 857 euroa lämmitys- ja sähkökuluissa. Kuvassa 13 on esitetty taloudellisesti kannattavat investoinnit, eli IV-saneeraus kokonaisuudessaan on jätetty pois ja huomioitu vain korvaavan laitteen TK 01 asennus.



KUVA 13. Taloudellisesti kannattavat investoinnit

6.2 Hiilidioksidiekvivalentti

Arvioidaan investoinneilla saavutettavan energiankulutuksen pienenemisen myötä tapahtuvaa CO_2-päästövähenemää. Investointikohtaiset arvioidut vähenemät on esitetty taulukossa 11.

TAULUKKO 11. Investointikohtainen arvioitu hiilidioksidipäästöjen vähenemä

CO_2-päästöjen vähenemä	Energiankulutuksen arvioitu pieneneminen (MWh/vuosi)	Hiilidioksidipäästöjen vähenemä (kg/vuosi)	Käytetty kerroin (14.) ($kgCO_2/MWh$)
TK 01 ja TK 02 korvaaminen	147	23 597	161
Patteriverkoston perussäätö	31	4 911	
LED-valaistukseen siirtyminen	16	3 281	210
Liiketunnistimet valaisimille	1	281	
YHT.	**195 MWh/vuosi**	**32 151 kg/vuosi**	

Päästöjen vähentämisessä ratkaiseva tekijä on energiantuotantomenetelmä. Simon hakeosuuskunnan hiilidioksidipäästöjä olisi mahdollista pienentää korvaamalla lämpölaitoksen raskaspolttoöljyllä käyvä varatehokattila biomassakattilalla. Sitran taulukoiden mukaan päästövähenemä siirryttäessä käyttämään pientä biomassakattilaa olisi keskimäärin 301 tonnia hiilidioksidia tuotettua gigawattituntia kohden (15.). Tämän perusteella Simon kunnantalolla käytetyn lämpöenergian hiilidioksidipäästöt pienenisivät noin 147 tonnia vuodessa. Lämpölaitoksen vuosituotanto on 4 000 MWh, joten vaikutus on kokonaisuudessaan paljon suurempi. Ympäristöystävällisiin ratkaisuihin panostaminen on järkevää ja hyvä asia myös itsenäisenä pysyvän paikkakunnan imagon kannalta.

7 SUOSITELTAVAT TOIMENPITEET

Suositeltavia toimenpiteitä löydettiin jonkin verran talo- ja sähkötekniikan osa-alueilta, merkittävimpänä kuitenkin ilmanvaihdon saneeraus. Luvussa on aihealueittain lueteltu kaikki toimenpiteet, jotka suoritettujen kannattavuuslaskelmien mukaan tai muilla perusteilla koettiin suositeltaviksi.

7.1 Lämmöntuotanto ja -jakelu

Koska huippuarvoja kaukolämmön tehon ja virtaaman osalta ei ole käytettävissä, ehdotetaan kyseisten tietojen keräämistä. Tietojen perusteella voidaan tarkistaa, vastaako nykyinen kaukolämmön sopimusteho rakennuksen lämpöenergian tarvetta.

Patteriverkoston tasapainotus ja perussäätö ovat suositeltavia mutta eivät kiireellisiä toimenpiteitä käyttäjätyytyväisyyden ja suhteellisen pienten huone- tai tilakohtaisten lämpötilaerojen johdosta. Tasapainotuksen ja säätökäyrän optimoinnin tarve kannattaa kuitenkin tutkia uudelleen päätuloilmakoneiden ja valaistuksen uusimisen jälkeen, sillä lämmitys tapahtuu myös ilmanvaihdon kautta ja loisteputkien aiheuttama lämpökuorma häviää. Ehdotetaan sisälämpötilojen mittaamista ja huonekohtaisten patteritermostaattien tarkastusta ja tarpeenmukaista vaihtoa uudelleen talvella 2019. Mikäli lämpötiloissa on edelleen selvää hajontaa, suositellaan perussäätöä, joka tulee kustantamaan lämpöpatteria kohden 80–120 euroa eli yhteensä reilut 10 000 euroa (17). Oikein tehdyllä patteriverkoston perussäädöllä voidaan saavuttaa jopa 10–15 % säästö energiankulutuksessa (18.). 10 prosentin säästöllä takaisinmaksuaika olisi alle viisi vuotta. Koska lämpötiloissa oli vain pientä eroa, laskelmissa käytettiin arvioituna säästönä 7 %:a, jolloin takaisinmaksuaika on noin 6,5 vuotta.

7.2 Ilmanvaihto

Ilmanvaihtokoneet TK 01 ja TK 02 korvataan uudella päätulo-poistoilmanvaihtokoneella. Pohdituista teoreettisista vaihtoehdoista A–C yksikään tuskin toteutunee sellaisenaan, vaan saneeraus tulee tapahtumaan yksityiskohtaisesti rakenteet huomioiden. LVI-suunnittelijoiden näkemys sisältää piirteitä vaihtoehdoista A ja B. Todennäköisintä on, että uusi ilmanvaihtokone asennetaan poh-

jakerroksen konehuoneeseen nykyisten tilalle, ja kaikki huippuimurit poistetaan, mikä tarkoittaa yhteisten poistojen vetämistä kellariin. Lämmöntalteenotto toteutetaan glykolipohjaisena. Laitteisto asennuksineen tulee Granlundin mukaan kustantamaan arvonlisäverottomana 148 000 euroa. Investoinnin takaisinmaksuaika nousee korkeiden pääomakulujen johdosta järjettömän suureksi, mutta uudistus on tehtävä rakennuksen sisäilman parantamisen vuoksi. Investoinnille ei välttämättä saada energiatukea. Mikäli kuitenkin tarkastellaan pelkästään koneiden uudistamista ilman kanavistojen saneerausta, on investointi ehdottomasti kannattava myös taloudellisesti. Lämmöntalteenotolla varustettu laite säästää jopa 147 MWh lämpöenergiaa vuodessa, ja pelkän ilmanvaihtokoneen osalta takaisinmaksuaika onkin 5,9 vuotta.

Pohjakerroksen laitteen TK 03 uusimisen tarvetta on tulevaisuudessa tarkasteltava nuorisotilojen käyttöasteen perusteella. Tällä hetkellä laite puhaltaa jatkuvasti täydellä teholla, mutta saneerauksen jälkeen käyttöä olisi mahdollista jatkaa osateholla aikoina, jolloin tiloissa ei ole toimintaa.

7.3 Valaistus

Ehdotetaan valaistuksen päivittämistä LED-tekniikkaan. Investointi maksaa esimerkkilaskelman perusteella arvonlisäverottomana, energiatuki huomioiden ja ilman asennuskustannuksia noin 4 500 euroa, ja maksaa itsensä takaisin energiansäästön ansiosta alle neljässä vuodessa. Tarkastellut valaisimet kuluttavat sähköä nykyisellään noin 25 000 kWh, mutta ledivalaistukseen siirryttäessä kulutus putoaa alle 10 000 kilowattituntiin vuodessa.

7.4 Ohjausjärjestelmän käyttö valaistuksessa

Kiinteistön nykyisiä ohjausjärjestelmiä ei hyödynnetä, vaan asennetaan yhteensä kahdeksan liiketunnistinta neljään eri käytävään rakennuksen ensimmäisessä ja toisessa kerroksessa. Investointi on ilman asennuskuluja noin 800 euroa ja takaisinmaksuaika energiatuki huomioiden alle seitsemän vuotta. Lisäksi valojen palamista saadaan vähennettyä jopa 70 %. Suhteellinen vaikutus kokonaiskustannuksiin on melko pieni, koska uusi ledivalaistus kuluttaa muutenkin vähän energiaa. Esimerkkilaskelmassa käytettiin myös melko kalliita liiketunnistimia. Tunnistimilla kuitenkin lisätään käyttömukavuutta, sillä valokatkaisimien etsimisestä käytävillä päästään eroon. Lähitulevaisuudessa kannattaa tarkastella liiketunnistimien asentamista myös pohjakerroksen käytäviin, jonne valot unohtuvat helposti turhaan palamaan.

7.5 Vesi- ja viemärijärjestelmät

Vesi- tai viemärijärjestelmistä ei vähäisen vedenkulutuksen vuoksi löydetty merkittäviä säästöpotentiaaleja. Yksittäisiä vesikalusteita on kuitenkin varauduttava uusimaan vuotojen varalta.

7.6 Rakenteet

Rakennuksen vaipasta ei löydetty energiatalouden kannalta merkittäviä säästöpotentiaaleja. Sen sijaan ikkunoiden ja ovien tiivistämisen tarvetta kannattaa tutkia seuraavien kymmenen vuoden sisällä. Nykyisellään henkilöstö ei ole havainnut vedon tunnetta rakennuksessa. Tiivistystyö maksaa noin 4 000–5 000 euroa, ja toimenpiteellä voidaan vähentää lämpöhäviöitä ja siten säästää lämpöenergiankulutuksessa 5–10 % (19).

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli kartoittaa Simon kunnantalon energiankulutus ja selvittää, minkälaisilla toimenpiteillä energiatehokkuutta voidaan kehittää. Työn luonne tuli hyvissä ajoin selväksi: 45 vuotta vanhan virastorakennuksen varsinainen rakenteellinen energiatehokkuuden parantaminen on hyvin hankalaa. Energiatodistus osoitti rakennuksen energiatalouden olevan heikolla tasolla. Tosiasia onkin, ettei tavoitteena ollut parantaa E-lukua vaan kehittää rakennuksen sisäistä energiankäyttöä ja samalla kohentaa käyttömukavuutta. Uuden päätulo-poistoilmakoneen myötä E-luku tulee kuitenkin paranemaan reilusti, ja energiatehokkuus nousee luokkaan E tai F.

Energiansäästöratkaisuilla on niin taloudellisesti kuin ympäristöllisestikin suotuisia ja innovatiivisia vaikutuksia Simon kunnalle. Iin Micropolikselta saatiin hyviä neuvoja työn viemiseksi eteenpäin siten, että siitä olisi kunnalle mahdollisimman paljon käytännön hyötyä. Projekti etenikin kiinteistötyönjohtajan ja teknisen toimen päällikön toiveita kuunnellen. Kunnallisissa rakennuksissa on energiatehokkuuden osalta vielä paljon tekemistä, ja kunnantalon saneeraus onkin hyvä alku laajemmille uudistuksille.

Kiinteistöstä oli viimeisen kymmenen vuoden sisällä laadittu erilaisia energiankäyttöön liittyviä selvityksiä energiatodistuksen ja pitkän tähtäimen suunnitelman lisäksi. Selvityksissä todettiin, että energiatehokkuuden kannalta suuria säästöpotentiaaleja ei löytynyt. Tutkituista energiankulutustiedoista kuitenkin voitiin päätellä, että kulutus oli muutaman viime vuoden aikana noussut selvästi, ja samalla sisäilmaongelmat olivat jatkuneet. Saneeraus on siis käytännössä välttämätön toimenpide. Rakennuksesta oli vuosien varrella pidetty hyvää huolta ja kulutusta seurattu aktiivisesti, minkä vuoksi haastetta oli kuitenkin helppo lähestyä.

Puutteellinen ilmanvaihto ja sen mukanaan tuomat sisäilmaongelmat olivat rakennuksen suurin haaste. Tulo-poistoilmakoneiden todellinen lämpöenergiankulutus oli vaikea arvioida, sillä laitteita oli tarpeen mukaan käytetty välillä ympärivuorokautisesti ja osateholla. Ilmanvaihdon osuus lämpöenergian kulutuksesta arvioitiinkin karkeasti. Ilmanvaihtosaneerauksen suunnittelu tapahtui LVI-työryhmän, alan asiantuntijoiden ja Simon kunnan teknisen toimen henkilöiden visioiden ja toiveiden mukaisesti. Tämän työn valmistumishetkellä suunnittelu oli vielä kesken, joten saneerauksen taloudellisen kannattavuuden laskelmissa jouduttiin tekemään oletuksia.

Myös lämmityksestä löydettiin säästömahdollisuuksia. Ilmanvaihtokoneiden uudistuksen yhteydessä toteutuu lämmöntalteenotto, mutta kehitettävää on myös lämmönjakelun tasaamisessa. Patteriverkoston kuntoa ja toimintaa kartoitettiin. Kunnantalon henkilöstölle järjestettiin tyytyväisyyskysely huonelämpötiloista, ja huonekohtaiset lämpötilat mitattiin ja analysoitiin koko rakennuksesta. Todettiin, etteivät lämpötilaerot olleet suuria ja keskilämpötila oli tavanomainen, mutta osa huoneista oli silti liian kuumia. Patteriverkoston perussäätö on suositeltava toimenpide, kunhan ensisijaiset investoinnit on tehty ensin.

Sähkön säästämiseksi vanhat loisteputkivalaisimet suositellaan vaihtamaan mahdollisimman pian lediputkiksi, ja uudistus onkin jo tehty talon kahdelle käytävälle. Käytävien valaisimien liiketunnistimiin kannattaa myös investoida, sillä tällä toimenpiteellä säästetään yhä enemmän energiaa ja parannetaan käyttömukavuutta. Älykkäiden ohjausjärjestelmien hankkiminen ja asentaminen eivät ole tarpeenmukaisia toimenpiteitä korkeiden kustannusten ja verrattain vähäisen hyödyn vuoksi.

Merkittävät rakenteelliset investoinnit ovat suuri riski rakennuksessa, jonka tulevaisuuden käyttötarve on epävarmaa. Vireillä oleva sosiaali- ja maakuntauudistus voi toteutuessaan vähentää merkittävästi virastotilan tarvetta. Mikäli toiminta kunnantalolla jatkuu tavalliseen tapaan, kannattaa energiansäästöpotentiaalien etsiminen myöhemminkin. Esimerkiksi ovien ja ikkunoiden tiivistäminen voi olla ajankohtainen toimenpide kymmenen vuoden sisällä. Samalla on varauduttava uusimaan yksittäisiä vesikalusteita vuotojen varalta.

Tässä selvityksessä esitetyt investoinnit ovat yhteensä 155 742 euroa ja takaisinmaksuaika energiansäästötoimenpiteiden osalta keskimäärin 5,7 vuotta. Kallis ilmanvaihtosaneeraus kanavaremontteineen on energiansäästön puolesta kannattamaton toimenpide, sillä investoinnin kiinteät pääomakulut ovat joka vuosi saavutettavia säästöjä suuremmat. Laskennallinen takaisinmaksuaika on yli 50 vuotta. Tosiasia onkin, että uudistuksia on toisinaan toteutettava käyttömukavuus ja tässä tapauksessa työntekijöiden terveydentila edellä. Vuosittainen säästö lämmityksen ja sähkön osalta on arvion mukaan 198 MWh eli 9 857 euroa ja hiilidioksidipäästöjen vähenemä noin 32 tonnia. Jokainen suositelluista toimenpiteistä ollaan alustavasti toteuttamassa, osa jo kuluvan vuoden aikana, mikä tarkoittaa, että tämä opinnäytetyö valmistui oikeaan aikaan. Työn etenemistä vauhdittivat Simon teknisen osaston toimihenkilöiden, Iin Micropoliksen projektinvetäjien ja Iin kunnan rakennuttajainsinöörin luja kokemus sekä innokas ja yhteistyökykyinen suhtautuminen hanketta kohtaan. Tuloksena saatiin energiansäästöselvitys, joka muodostaa suuntaa antavan kuvan talotekniikan saneerauksen kustannuksista sekä taloudellisista ja toiminnallisista vaikutuksista.

LÄHTEET

1. Kiinteistön energiakatselmukset. 2018. Motiva Oy. Saatavissa: https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiakatselmustoiminta/tem_n_tukemat_energiakatselmukset/energiakatselmusmallit/kiinteiston_energiakatselmus. Hakupäivä 29.1.2018.

2. Mikä on energiatodistus? 2018. Motiva Oy. Saatavissa: http://energiatodistus.motiva.fi/mika-on-energiatodistus. Hakupäivä 30.1.2018.

3. Hirn, Marjatta 2017. Energiatodistus: Simon kunnantalo.

4. Projektit. 2018. Micropolis Oy. Saatavissa: http://www.greenpolis.fi/projektit/. Hakupäivä 11.2.2018.

5. Yritys. 2018. Rantakairan Sähkö Oy. Saatavissa: http://rantakaira.fi/yritys/. Hakupäivä 13.2.2018.

6. Laskukaavat: Lämmitysenergiankulutus. 2017. Motiva Oy. Saatavissa: https://www.motiva.fi/julkinen_sektori/kiinteiston_energiankaytto/kulutuksen_normitus/laskukaavat_lammitysenergiankulutus. Hakupäivä 20.2.2018.

7. D5 2012. 2013. Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. D5 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö. Saatavissa: http://www.ym.fi/download/noname/%7B8C5C3B41-E127-4889-95B0-285E9223DEE6%7D/40468. Hakupäivä 27.2.2018.

8. Kaukolämmön energia- ja perusmaksut. 2018. Oulun Energia Oy. Saatavissa: https://www.oulunenergia.fi/tuotteet-ja-palvelut/lampoa-kotiin/kaukolampohinnasto/kaukolammon-energia-ja-perusmaksut. Hakupäivä 5.3.2018.

9. Sähkön hinta. 2018. Oulun Energia Oy. Saatavissa: https://www.oulunenergia.fi/sahkon-hinta. Hakupäivä 5.3.2018.

10. Siirtohinnat. 2015. Rantakairan Sähkö Oy. Saatavissa: http://rantakaira.fi/wp-content/uploads/2016/06/RKS_Siirtohinnat_20150101.pdf. Hakupäivä 5.3.2018.

11. Vesi- ja jätevesimaksut. 2016. Simon Vesihuolto Oy. Saatavissa: http://www.simo.fi/files/Tiedostot/Vesi_ja_jatevesimaksut_01102016.pdf. Hakupäivä 5.3.2018.

12. Teho ja vesivirta kaukolämmön maksuperusteina. Suositus K15/2014. Energiateollisuus. Saatavissa: https://energia.fi/files/586/Teho_ja_vesivirta_SuositusK15_2014.pdf. Hakupäivä 14.3.2018.

13. Rintamäki, Hannu. 2012. Mikä on sopiva lämpötila toimistossa? Duunitohtori-palsta, Työpiste-verkkolehti. Saatavissa: https://www.ttl.fi/tyopiste/mika-sopiva-lampotila-toimistossa. Hakupäivä 7.4.2018.

14. Yhteenvetojen CO2 -päästöjen laskentaohjeistus sekä käytettävät CO2 -päästökertoimet. 2012. Motiva Oy. Saatavissa: https://www.motiva.fi/files/8887/CO2-laskentaohje_Yhteenvedot.pdf. Hakupäivä 10.4.2018.

15. Energiasektorin cleantech-teknologiat lisäävät työllisyyttä ja parantavat vaihtotasetta. 2015. Sitra Management Oy. Saatavissa: https://www.sitra.fi/julkaisut/energiasektorin-cleantech-teknologiat-lisaavat-tyollisyytta-ja-parantavat/. Hakupäivä 11.4.2018.

16. Steinel HF-tunnistimet. 2018. Tuotekatalogi. Saatavissa: http://tuoteluettelo.hedtec.fi/tuotekuvat/e37894. Hakupäivä 11.4.2018.

17. Lämmitysverkon perussäätö tarjoaa haastetta: Samat olot asuntoon 1 ja 47. 2015. Omataloyhtiö.fi. Saatavissa: https://www.omataloyhtio.fi/artikkelit/12230/lammitysjarjestelman_perussaato.htm. Hakupäivä 12.4.2018.

18. Patteriverkoston perussäätö. 2017. Motiva Oy. Saatavissa: https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/taloyhtiot/patteriverkoston_perussaato. Hakupäivä 13.4.2018.

19. Ikkunoiden ja ovien tiivistäminen hyödyttää. 2016. Rakentaja.fi. Saatavissa: https://www.rakentaja.fi/artikkelit/13651/tiivistaminen_ikkunat_ovet_rakennuske-mia_rk.htm. Hakupäivä 18.4.2018.

LIITTEET

Liite 1. Simon kunnantalon kulutustiedot 2014–2016

Liite 2. Kunnantalon huonelämpötilat 1.4.2018

Liite 3. Investointilaskelma: siirtyminen LED-tekniikkaan

Liite 4. Investointilaskelma: liiketunnistimet

Liite 5. Energiansäästöpotentiaalien investointilaskelma

KULUTUSTIEDOT 2014–2016 LIITE 1/1

SUOMEN TALOKESKUS OY
Eskolantie 1, 00720 Helsinki
p. 90-345 3011

KULUTUSSEURANTA

MITTARIEN LUKEMALOMAKE

Kiinteistön nimi: Kunnan Virasto 2014

Paikkakunta:

Rakennusvuosi | Rakennustilavuus Rm³ | Asuntopinta-ala m² | Liikepinta-ala m² | Kiinteistötyyppi | Lämmitysmuoto | KL-kuluttajakoodi

Toteutunut lukemispäivämäärä	Asukkaiden lukumäärä	ENERGIA MWh	Vaihdettu		°C Meno	Paluu	Mittarin tyyppi / Mittarin no. Mittarin lukema	Vaihdettu	Kuukausikulutus	Vertailukulutus	Sähkömittari: Mittarin no. X 40 / Mittarikerroin Mittarin lukema kWh	Vaihdettu	Kuukausikulutus kWh	Vertailukulutus kWh	Vesimittarit: Pääsvesimittari Mittarin n:o Mittarin lukema m³	Vaihdettu	Kuukausikulutus m³	Vertailukulutus m³	Lämmin käyttövesimittari Mittarin n:o Lämpötila °C	Huomautukset
		3056,29					86599			089	28614				00095					
TAMMIKU 31.1	1. Poltto 2. Poltto	3148,96		51,07	93	66	90541,0			25341,1	28829		6320	6513	87		42			
HELMIKU 28.2		3182,51		34,26	87	49	91390,6		25353	032			4680	4685	115		28			
MAALIKU 2.4		3218,20		35,68	90	49	92279,6			032	29006		4680	4606	143		28			
HUHTIKU 30.4		3246,70		28,50	91	51	92945,0		25374	032	29108		4080	4126	168		25			
TOUKOKU 30.5		3264,54		17,84	79	42	93346,6		25393	032	29212		4160	418	199		24			
KESÄKUU 28.6		3274,05		9,57	74	47	93593,7		25410	033	29306		3760	3937	212		20			
HEINÄKUU 31.7		3278,66		4,61	75	44	93712,4		25428	032	29413		4280	4217	237		25			
ELOKUU 1.9		3285,04		6,38	79	47	93877,3			032	29529			3201	263		26			
SYYSKUU 30.9		3298,33		13,29	82	46	94210,2			032	29641				297		34			
LOKAKUU 25.10		3324,43		28,10	83	49	95003,1		25471	032	29744				330					
MARRASKU 1.12		3365,34		38,91	85	53	96156,2				29905				366					
JOULUKU 2.1		3410,34		45,0	86	54	97678,8				30033				388					
TAMMIKU				31																
Yhteensä				314,05							36760				343					

↑ energiatililta

KULUTUSTIEDOT 2014–2016 LIITE 1/2

SUOMEN TALOKESKUS OY
Eskolantie 1, 00720 Helsinki
p. 90-345 3011

KULUTUSSEURANTA

MITTARIEN LUKEMALOMAKE

Kiinteistön nimi: Kunnon virasto 2015

Paikkakunta:

Rakennusvuosi	Rakennustilavuus Rm³	Asuntopinta-ala m²	Liikepinta-ala m²	Kiinteistötyyppi	Lämmitysmuoto	KL-kuluttajakoodi

Mittarin tyyppi .....
Mittarin no. .....

Toteutunut lukemispäivämäärä	Asukkaiden lukumäärä	ENERGIA 34103,4 kWh	Vähdettu		°C Meno	Paluu	Mittarin lukema 97678,8 m³	Vähdettu	Kuukausikulutus	Vertailukulutus
TAMMIKUU 5.2	1. Poltto 2. Poltto	3466,53		26,19			99430,2			
HELMIKUU 28.2		3496,25		29,72			100139,5			
MAALISKUU 31.3		3534,34		38,09	91	51	101002,0		25523	032
HUHTIKUU 30.4		3564,32		29,98	89	43	101671,2		25541	032
TOUKOKUU 1.6		3584,68		20,36	86	41	102102,3		25561,7	032
KESÄKUU 30.6		3601,62		16,94	79	39	102463,6		25588,6	032
HEINÄKUU 1.8		3614,41		12,79	74	40	102766,3		25626,4	032
ELOKUU 31.8		3624,97		10,56	77	41	103018,7		25652,8	032
SYYSKUU 1.10		3645,94		20,97	81	43	103515,3		25674,9	032
LOKAKUU 31.10		3686,76		40,82	85	49	104519,6		25693,6	032
MARRASKUU 30.11		3729,55		42,79	87	48	105542,8		25713,4	032
JOULUKUU 31.12		3786,27		56,72	89	56	107103,4			032
TAMMIKUU										
Yhteensä		375,93					9424,6			

Toteutunut lukemispäivämäärä	Sähkömäärämittari: Mittarin no. ..... Mittarikerroin ×40 Mittarin lukema kWh	Vähdettu	Kuukausikulutus kWh	Vertailukulutus kWh	Vesimittarit: Päävesimittari Mittarin n:o: Mittarin lukema m³	Vähdettu	Kuukausikulutus m³	Vertailukulutus m³	Lämmin käyttövesimittari Mittarin n:o: Lämpötila °C	Huomautukset
TAMMIKUU 5.2	30173				414					
HELMIKUU 28.2	30278				434					
MAALISKUU 31.3	30381				459					
HUHTIKUU 30.4	30503				487					
TOUKOKUU 1.6	43654				~~531~~					
KESÄKUU 30.6	30714		1056		531					
HEINÄKUU 1.8	30826				549					
ELOKUU 31.8	30951				569					
SYYSKUU 1.10	31089		42290		595					
LOKAKUU 31.10	161				622					
MARRASKUU 30.11	5807				647					
JOULUKUU 31.12	11845				669					
TAMMIKUU										
Yhteensä			54085		281					

~~vuoden aikana 21.10~~

KULUTUSTIEDOT 2014–2016

SUOMEN TALOKESKUS OY
Eskolantie 1, 00720 Helsinki
p. 90-345 3011

KULUTUSSEURANTA

MITTARIEN LUKEMALOMAKE

Kiinteistön nimi: Kunnavirasto 2016

Pitkäkunta:

Rakennusvuosi | Rakennustilavuus Rm³ | Asuntopinta-ala m² | Liikepinta-ala m² | Kiinteistötyyppi | Lämmitysmuoto | KL-kuluttajakoodi

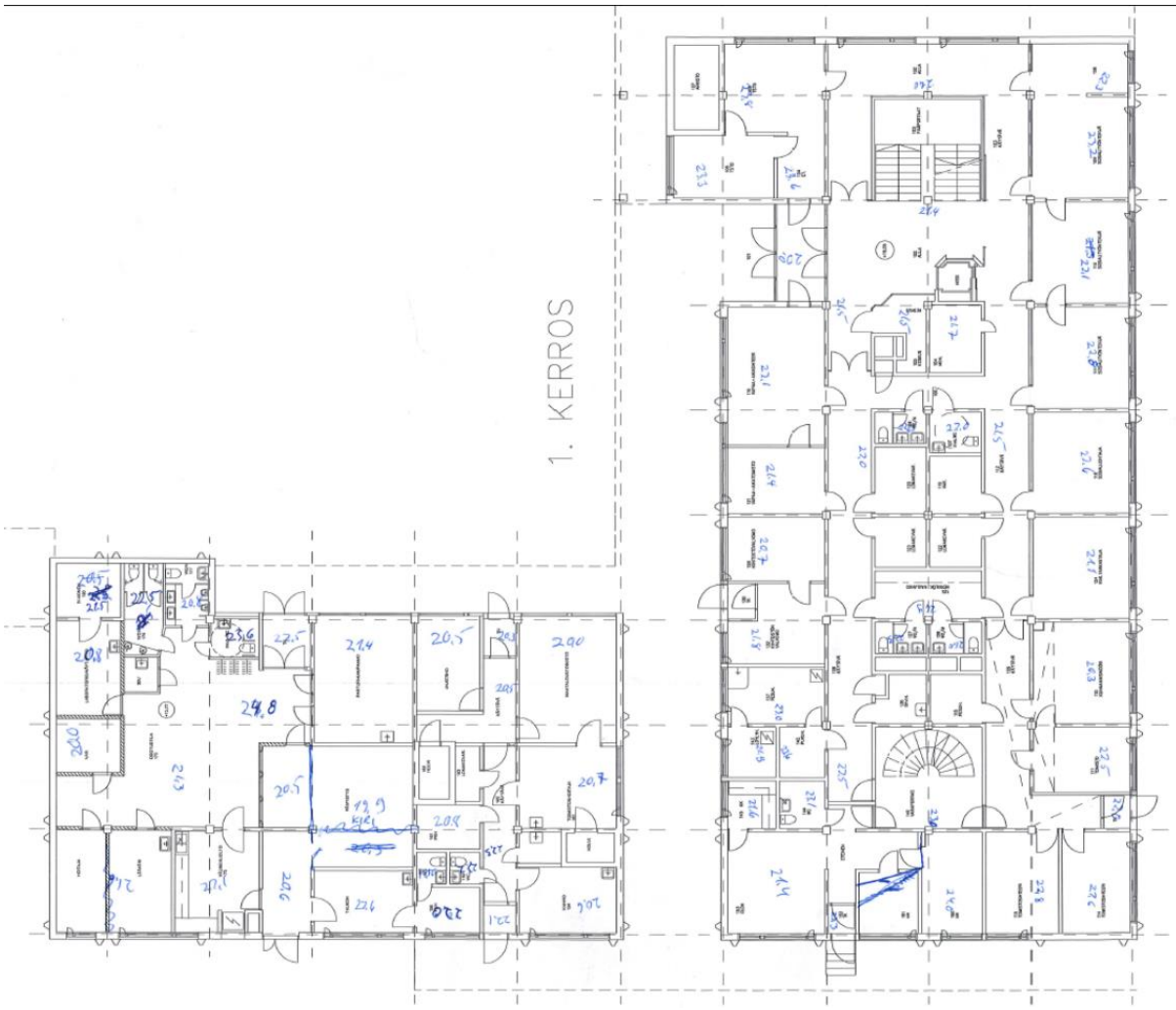
Mittarin tyyppi .....
Mittarin no. .....

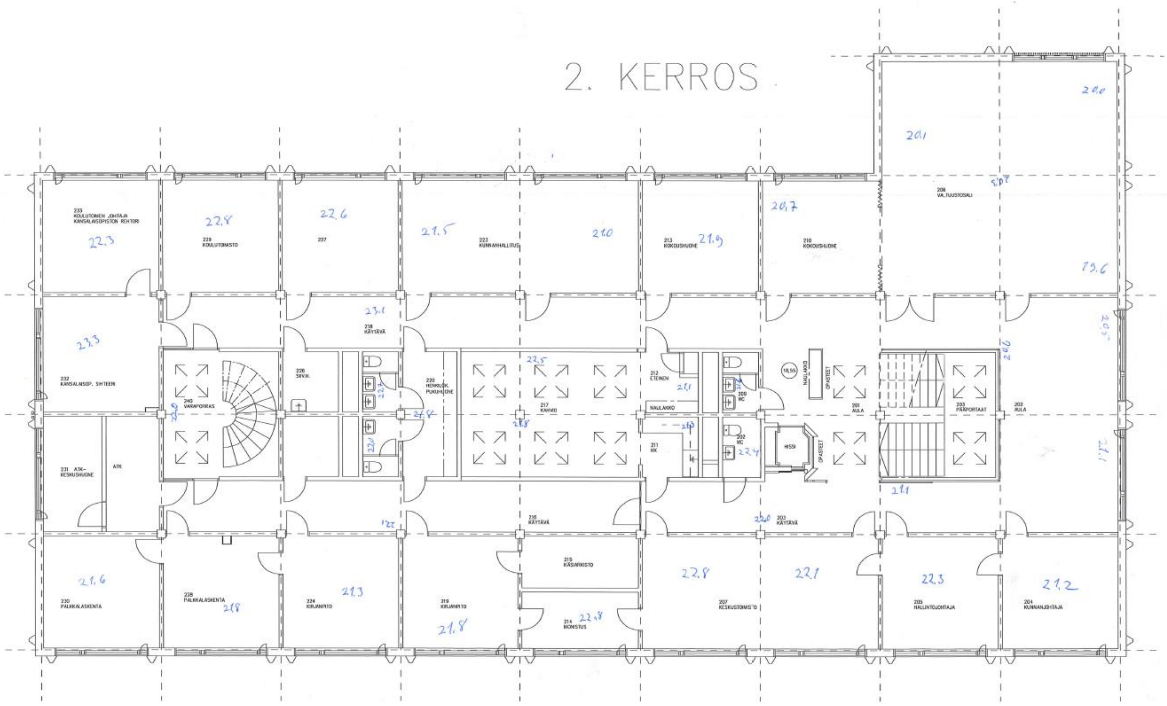
Sähkömäärämittari — Mittarin no. ... x40 — Mittarikerroin

Vesimittarit — Päävesimittari Mittarin n:o — Lämmin käyttövesimittari Mittarin n:o

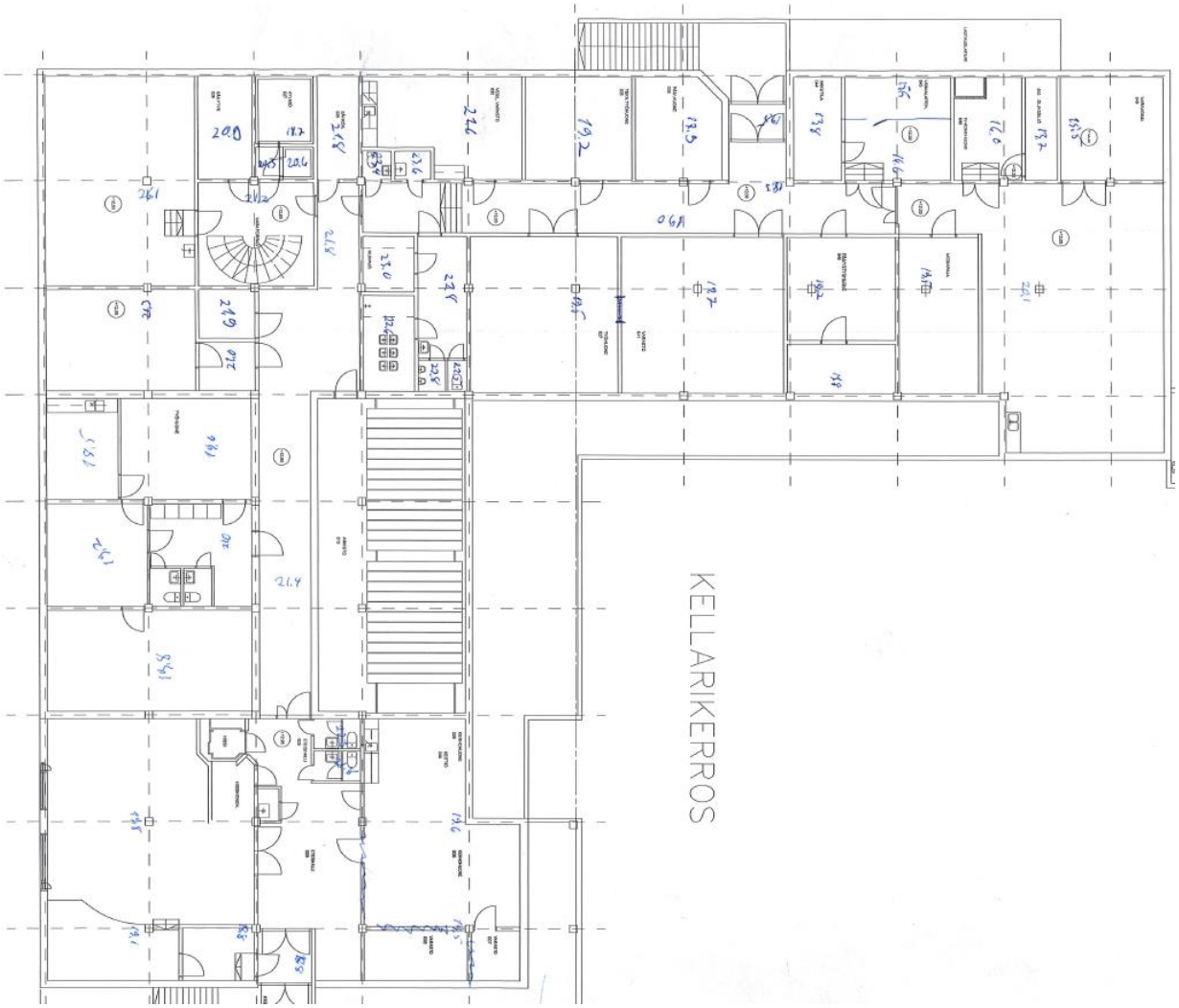
Toteutunut lukemispäivämäärä 31.12.15	Asukkaiden lukumäärä	ENERGIA 3786,27 MWh	Vaihdettu		Meno	Paluu	Mittarin lukema 107103,4 m³ (89.56; 30.11 = 257134,4)	Vaihdettu	Kuukausikulutus	Vertailukulutus	Mittarin lukema 11345 kWh	Vaihdettu	Kuukausikulutus kWh	Vertailukulutus kWh	Mittarin lukema 669 m³	Vaihdettu	Kuukausikulutus m³	Vertailukulutus m³	Lämpötila °C	Huomautukset
TAMMIKUU 2.2	1. POLTTO 2. POLTTO	3860,42		74,15			109205,5				17623				696					
HELMIKUU 29.2		3905,50		45,08			110426,5				22190				717					
MAALISKUU 31.3		3952,81		47,31	89	50	111617,9				26816				741					
HUHTIKUU 1.5		3989,57		36,76	83	48	112485,3		25799,1	032	31482				771					
TOUKOKUU 31.5		04010,48		20,91	77	42	112951,7		25826,7	032	36482				793					
KESÄKUU 4.7		4022,58		12,1	81	41	113285,8		25854,5	032	40934				814					
HEINÄKUU 2.8		4027,75		5,17	76	45	113364,7		25872,8	032	44039				829					
ELOKUU 1.9		4039,52		11,77	82	40	113648,3		25892,6	032	48102				851					
SYYSKUU 30.9		4062,05		22,53	83	44	114166,2		25909,6	032	53057				878					
LOKAKUU 31.10		4107,65		45,60	85	50	115193,2				58729				911					
MARRASKUU 29.11		4167,26		59,61	85	54	116869,2		25953,3	032	64772				935					
JOULUKUU 30.12		4229,13		61,87	83	52	118669,1				70647				954					
TAMMIKUU																				
Yhteensä		442,86									58802				285					

KUNNANTALON HUONELÄMPÖTILAT 1.4.2018 LIITE 2/1





KUNNANTALON HUONELÄMPÖTILAT 1.4.2018 LIITE 2/2



INVESTOINTILASKELMA: SIIRTYMINEN LED-TEKNIIKKAAN LIITE 3

		KÄYTÄVÄT		TOIMISTOT				AULAT	
Sähkönhinta 0,08 €/kWh		NYKYINEN VALAISIN	UUSI VALAI-SIN	NYKYINEN VALAISIN	UUSI VALAI-SIN	NYKYINEN VALAISIN	UUSI VALAI-SIN	NYKYINEN VALAISIN	UUSI VALAI-SIN
Tuotetieto		Loisteputki, esim. Airam T8 G13 36W/830	LED-valo-putki MAS-TER LEDtube - 1500mm HO 23W	Loisteputki, esim. Airam T8 G13 58W/840	Led-putki, esim. Philips LEDtube EM HO 20W 830	Loisteputki, esim. Airam T8 G13 36W/830	Led-putki, esim.	Loisteputki, esim. AIRAM T8 LOISTE-PUTKI G13 18W	Led-putki, esim.
Valaisimien määrä	kpl	28	20	122	122	44	44	136	136
Valaisimen hinta	€/kpl	3,5	35	2,69	24,95	3,5	19,95	3,5	14,45
Investointi	€	98	700	328,18	3043,9	154	877,8	476	1965,2
Käyttöikä	tuntia	20000	50000	20000	50000	20000	50000	20000	50000
Käyttöaika vuodessa	tuntia	2080	2080	2080	2080	2080	2080	2080	2080
Teho	W	36	23	58	20	36	14	18	8
Energiankulutus	kWh	2096,6	956,8	14718,1	5075,2	3294,7	1281,3	5091,8	2263,0
Energiakustannukset	€/vuosi	165,6	75,6	1162,7	400,9	260,3	101,2	402,2	178,8
Keskim. käyttöikä	vuotta	9,6	24,0	9,6	24,0	9,6	24,0	9,6	24,0

Säästö kulutuk-sessa:

Nykyiset energiakustannukset	1990,8	€/vuosi
Uudistuksen jälkeen	756,5	€/vuosi
Säästö	**1234,3**	**€/vuosi**

Investoinnit:

Loisteputki	1056,18
LED	6586,9
Ei ALV (24 %)	5312,02
Energiatuella	**4515,21**

Takaisinmaksuaika:

3,6 vuotta

Ilman asennuskustannuksia ja arvonlisäveroa, sis. ener-giatuen

INVESTOINTILASKELMA: LIIKETUNNISTIMET LIITE 4

Sähkönhinta	0,08	€/kWh

Oletus: valaisimet vaihdetaan ensin LED-käyttöisiksi ja valojen polttoaika vähenee 70 % Laskentakorkoa ei huomioitu tässä laskelmassa.			
Käytettävä valaisin	LED-valoputki MASTER LEDtube - 1500mm HO 23W		
Tunnistin	Steinel Professional Dual HF		
Tunnistimien määrä	kpl	8	
Tunnistimen hinta (idealo.de)	€/kpl	120	
Investointi	€	960	
Energiankulutus nyt	kWh	1913,6	
Energiankulutus jälkeen	kWh	574,1	
Säästö	€/vuosi	105,8	
Hinta ilman ALV (24 %)	€	774,2	
Hinta sisältäen energiatuen (15 %)	€	**658,1**	
Takaisinmaksuaika ilman asennusta	**vuotta**	**6,2**	

Vuosi	**Inves-tointi**	**Tuotto yht.**
Alkuinves-tointi	658,1	0,0
1	552,2	105,8
2	446,4	211,6
3	340,6	317,4
4	234,8	423,3
5	129,0	529,1
6	23,2	634,9
7	-82,6	740,7
8	-188,5	846,5
9	-294,3	952,3
10	-400,1	1058,2

ENERGIANSÄÄSTÖPOTENTIAALIEN INVESTOINTILASKELMA LIITE 5

Investointikohde	LÄMPÖENERGIAN SÄÄSTÖTOIMENPIDE			SÄHKÖN SÄÄSTÖTOIMENPIDE		YHT	
	IV-saneeraus kokonaisuudes-saan, sis TK 01	Uusi laite TK 01	Patteriverkoston perussäätö	LED-valaistus	Liiketunnistimet valaisimille		
Bruttoinvestointi (€)	183 520	49 600	12 500	6 587	960	**203 567**	**€**
Investointi ilman ALV:ia (€)	148 000	40 000	10 081	5 312	774	**164 167**	**€**
Energiatuki	22 200	6 000	1 512	797	116	**24 625**	**€**
Nettoinvestointi, sis. energiatuen (€)	**125 800**	**34 000**	**8 569**	**4 515**	**658**	**139 542**	**€**
Säästöpotentiaali (arvio)	30 %	30 %	7 %	27 %	2 %		
Keskimääräinen säästö energiankulu-tuksessa (MWh/vuosi)	147	147	34	16	1,34	**198**	**MWh**
Rahallinen säästö (€/vuosi)	**6 755**	**6 755**	**1 576**	**1 405**	**120**	**9 857**	**€**
Takaisinmaksuaika (vuotta)	54,8	5,9	6,5	3,6	6,6	**25,2**	**v**

Sisäinen korko 5 %, takaisinmaksuaikatavoite 10 vuotta