

Teemu Turpeinen

KIINTEISTÖYHTIÖN AUTOMAATIO JA ENERGIANHALLINTA

Case Kiinteistö Oy Kärsämäen Liikekeskus

**Opinnäytetyö
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Tieto- ja viestintäteknikan koulutusohjelma
Maaliskuu 2019**

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Centria-ammattikorkeakoulu	Aika Maaliskuu 2019	Tekijä/tekijät Teemu Turpeinen
Koulutusohjelma Tieto- ja viestintätekniikka		
Työn nimi KIINTEISTÖYHTIÖN AUTOMAATIO JA ENERGIANHALLINTA. Case Kiinteistö Oy Kärsmäen Liikekeskus.		
Työn ohjaaja Hannu Ala-Pönttiö		Sivumäärä 41 + 5
Työelämäohjaaja		
<p>Opinnäytetyössä kuvattiin kiinteistöyhtiön toimintaa, kiinteistöjen ilmanvaihtotekniikkaa, rakennusautomaatiota sekä energiatehokkuutta koskevaa lainsäädäntöä. Lisäksi dokumentoitiin kohteena ollut kiinteistöyhtiön talotekniikka, hallinto ja kunnossapito.</p> <p>Opinnäytetyössä selvitettiin mahdollisuuksia sähkönkulutuksen alentamiseen opinnäytetyön kohteena olevassa liike- ja toimistorakennuksessa erilaisten toimenpiteiden ja teknisten ratkaisujen avulla. Lisäksi ilmanvaihtokoneisiin asennettiin hiilidioksidianturit, joilla puhaltimien kierroslukua voitiin ohjata anturin mittaustuloksen perusteella. Opinnäytetyössä määriteltiin lisäksi jatkotoimenpide-ehdotukset energianhallinnan kehittämistä varten.</p> <p>Työssä kuvatuilla toimenpiteillä ei saavutettu tavoiteltua kustannussäästöä, mutta tehtyjä havaintoja on mahdollista hyödyntää myöhemmin kunnossapitotoimien suunnittelussa ja energianhallinnan kehittämisessä.</p>		

Asiasanat energianhallinta, ilmanvaihto, kiinteistönhoito, kiinteistöyhtiö, rakennusautomaatio, valvonta-alakeskus
--

ABSTRACT

Centria University of Applied Sciences	Date March 2019	Author Teemu Turpeinen
Degree programme Information and communication technology		
Name of thesis AUTOMATION AND ENERGY MANAGEMENT IN REAL-ESTATE COMPANY. Case Kiinteistö Oy Kärsämäen Liikekeskus.		
Instructor Hannu Ala-Pöntiö	Pages 41 + 5	
Supervisor		
<p>This thesis describes real-estate management, ventilation technology, building automation and regulations concerning energy efficiency. The subject building's house technology, management and maintenance was also documented.</p> <p>The purpose of this thesis was to find out the possibilities to increase consumption of electricity by different operations and technical solutions concerning this commercial building in this thesis. The air supply unit was also retrofitted with carbon dioxide sensor to control the speed of rotation of the fan according to the measurements of the sensor. This thesis contains also the further measures for developing energy management.</p> <p>There were no cost savings by the operations described in the thesis. However, the results can be used later when developing maintenance planning and energy management.</p>		

Key words

automation substation, building automation, energy management, maintenance, real-estate company, ventilation

KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY

Energiatehokkuus

Energiatehokkuus tarkoittaa rakennuksessa käytettävän energian mahdollisimman tehokasta hyödyntämistä ja kasvihuonepäästöjen vähentämistä kustannustehokkaalla tavalla.

Kunnossapitotarveselvitys (PTS)

Kunnossapitotarveselvitys tarkoittaa kiinteistö- tai asunto-osakeyhtiön johdon osakkaille antamaa selvitystä yhtiön rakennusten kunnossapitotarpeesta. Laajemmin toteutettuna se pitää sisällään aikataulutetun pitkän tähtäimen kunnossapitosuunnitelman, jonka aikajänne on yleensä 10 vuotta.

Loisteho

Loisteho värähtelee edestakaisin kuorman ja siirtoverkon välillä osallistumatta työntekoon. Loistehon siirtäminen kuormittaa sen aiheuttaman virran takia siirtojohtoja, ja siksi siitä voidaan periä maksua.

Lämmön talteenotto (LTO)

Lämmöntalteenotto on ilmanvaihtokojeessa oleva järjestelmä, jolla siirretään poistoilman lämpöenergiaa takaisin tuloilmaan pienentäen näin lämpöhäviötä ja parantaen energiatehokkuutta.

Rakennusautomaatio (RAU)

Termille ei ole tarkkaa määrittelyä, ja se tarkoittaa perinteisesti LVI-automaatiota. Nykyisin rakennusautomaatiolla on alettu tarkoittaa myös valaistuksen, kulunvalvonnan ja muiden järjestelmien ohjaamista yhdellä järjestelmällä. Asiaa voidaan kutsua myös termeillä kiinteistöautomaatio tai taloautomaatio.

Taajuusmuuttaja

Taajuusmuuttaja on sähköverkon ja vaihtosähkömoottorin väliin kytkettävä laite, jolla vaihtosähkömoottorin pyörimisnopeutta säädetään portaattomasti moottorille syötettävää taajuutta muuttamalla.

Valvonta-alakeskus (VAK)

Valvonta-alakeskus tai alakeskus on rakennusautomaatiojärjestelmän kiinteistökohtainen keskus, johon anturit ja toimilaitteet liittyvät ja jossa tietoa käsitellään ja muokataan ohjelmallisesti.

TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY
SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....	1
2 KESKINÄINEN KIINTEISTÖYHTIÖ RAKENNUKSEN OMISTAJANA.....	2
2.1 Erityyppisten kiinteistöyhtiöiden määritelmät.....	2
2.2 Keskinäisen kiinteistöyhtiön hallinto.....	2
2.2.1 Organisaatio.....	3
2.2.2 Yhtiövastike.....	3
2.2.3 Taloussuunnittelu.....	4
2.3 Kiinteistön elinkaaren hallinta.....	5
2.3.1 Kiinteistöstrategia.....	5
2.3.2 Kulutus seuranta.....	6
2.3.3 Elinkaaren aikaiset korjaustyöt.....	6
2.3.4 Huoltokirja.....	7
2.3.5 Kuntoarviot ja -tutkimukset.....	8
2.4 Rakennusten energiatehokkuus.....	9
2.4.1 Energiatehokkuuden taustalla oleva ohjaus.....	9
2.4.2 Energiatodistus.....	10
2.4.3 Automaatio osana energiatehokkuutta.....	10
3 LIIKERAKENNUKSEN TALOTEKNIKKAA.....	13
3.1 Ilmastointitekniikka.....	13
3.1.1 Ilmanvaihdon tarve.....	13
3.1.2 Ilmanvaihtokojeet.....	14
3.1.3 Lämmön talteenotto (LTO).....	15
3.1.4 Tuloilman lämmitys ja jäähdytys.....	16
3.2 Rakennusautomaatiojärjestelmät.....	16
3.2.1 Järjestelmärakenne.....	16
3.2.2 Talotekniikan säätimet.....	17
3.2.3 Valvomojärjestelmät.....	18
3.2.4 Alakeskukset.....	19
3.2.5 Kenttätason laitteet.....	20
4 KOHTEEN KUVAUS.....	21
4.1 Kiinteistöyhtiön perustiedot.....	21
4.2 Kunnossapito ja elinkaaren hallinta.....	22
4.3 Tekniset tiedot.....	24
4.3.1 Rakennuksen tiedot.....	24
4.3.2 Lämmitysjärjestelmä.....	26
4.3.3 Ilmanvaihtokojeisto.....	27
4.3.4 Automaatio- ja valvomolaitteet.....	29
4.3.5 Ohjaus ja hallinta.....	31
5 TYÖN ETENEMINEN.....	33
5.1 Edeltävät toimenpiteet.....	33
5.2 Lähtötilanne.....	34

5.3 Toimenpidesuosituksen läpikäynti	35
5.4 Ilmanvaihdon tarveohjauksen toteuttaminen	36
5.5 Käyttökokemukset ja havainnot	38
5.6 Jatkotoimenpide-ehdotukset	39
6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	41
LÄHTEET	43
LIITTEET	
KUVIOT	
KUVIO 1. Hoitomenojen kehitys kustannusindeksiin verrattuna	22
KUVIO 2. Kaukolämmön kokonaiskulutus	27
KUVIO 3. Sähkön ominaiskulutus	35
KUVAT	
KUVA 1. Yleiskuva kohderakennuksesta.....	25
KUVA 2. Yleiskuva liiketiloista.....	25
KUVA 3. Lämmönjakokeskus	27
KUVA 4. Taajuusmuuttajat.....	29
KUVA 5. Valvomo IV-konehuoneessa.....	30
KUVA 6. Automaatiojärjestelmän laitekaappi.....	30
KUVA 7. Valvomon toimintanäkymä	32
KUVA 8. Mittalähettimiä ja toimilaitemoottori.....	32
KUVA 9. Lämmityskierron jakotukki	39
TAULUKOT	
TAULUKKO 1. Ilmanvaihtokojeet	28

1 JOHDANTO

Yhteiskunnallinen huoli energiantuotannon ilmastovaikutuksista ja siitä aiheutuva jatkuva energiatehokkuusvaatimusten kiristyminen sekä kohoava energian hinta vaikuttavat kiinteistönpidon kustannuksiin ja tuovat energianhallinnan kysymykset yhä voimakkaammin esiin myös kiinteistöjohtamisessa. Kiinteistön energianhallinnassa keskeistä on kulutuksen seuranta, analysointi ja sen myötä mahdollisen säästöpotentiaalin tunnistaminen. Rakenteellisen energiatehokkuuden lisäksi myös talotekniikka mahdollistaa energiankulutuksen vähentämisen laitteiden energiatehokkaalla ohjauksella, johon jatkuvasti kehittyvä, tietotekniikkaan pohjautuva nykyaikainen rakennusautomaatio tuo yhä enenevässä määrin uusia ratkaisuja.

Työn tavoitteena on dokumentoida teknisten ratkaisujen ja automaation avulla toteutettavaa energianhallintaa tarkastelun kohteena olevassa monikäyttöisessä liike- ja toimistorakennuksessa. Toimenpiteiden tavoitteena on ollut sähköenergiakustannusten alentaminen rakennuksen teknisiin järjestelmiin, erityisesti ilmanvaihtoautomaatioon tehtävillä muutostöillä. Työssä arvioidaan eri toimenpiteiden kannattavuutta ja tutkitaan, onko tehtäviksi valituilla muutoksilla ollut vaikutusta energiankulutukseen. Ilmanvaihdon tarve riippuu rakennuksen käyttöasteesta, ja ilmanvaihtoon tehtävät muutokset vaikuttavat kustannusten lisäksi myös sisäilman laatuun. Tämän vuoksi tavoitteena on huomioida myös muut esiin tulleet käytettävyyteen ja kustannuksiin vaikuttavat seikat.

Työn toimeksiantajana on Kiinteistö Oy Kärämäen Liikekeskus ja työn kohteena toimeksiantajan omistama liike- ja toimistorakennus Kärämäen keskustaajamassa. Työn tekijä toimi muiden työtehtäviensä ohella toimeksiantajayhtiön toimitusjohtajana vuosina 2016–2018, ja tästä syystä työssä tarkastellaankin energianhallintaratkaisuja kiinteistönomistajaa edustavan kiinteistöyhtiön operatiivisen johdon näkökulmasta.

Työn teoriaosuudessa kuvataan keskinäisen kiinteistöyhtiön hallintoa ja kiinteistönpitoa erityisesti elinkaarenhallinnan ja energiatehokkuuden näkökulmista sekä esitellään yleisellä tasolla kiinteistöjen ilmastointitekniikkaa ja rakennusautomaatiojärjestelmien rakennetta. Lähdekirjallisuutena on käytetty ilmastointi- ja talotekniikan oppikirjoja sekä kiinteistöyhtiöitä koskevaa lainsäädäntöä ja rakentamista ohjaavaa normistoa. Työssä myös dokumentoidaan keskeisiltä osin kohdekiinteistön hallinto, lämmönjako ja ilmanvaihtolaitteistot sekä niitä ohjaava automaatiojärjestelmä.

2 KESKINÄINEN KIINTEISTÖYHTIÖ RAKENNUKSEN OMISTAJANA

Osakeyhtiö on omistajistaan erillinen oikeushenkilö, joka muodostuu rekisteröimällä se kaupparekisteriin. Osakkeenomistajat eivät vastaa henkilökohtaisesti yhtiön velvoitteista. Yhtiöjärjestyksessä voidaan kuitenkin määrätä osakkeenomistajan velvollisuudesta suorittaa erityisiä maksuja yhtiölle. (Osakeyhtiölaki 21.7.2006/624, luku 1.)

2.1 Erityyppisten kiinteistöyhtiöiden määritelmät

Kiinteistöyhtiöllä tarkoitetaan kiinteistön hallintaa varten perustettua keskinäistä tai ei-keskinäistä osakeyhtiötä, jonka toiminnan tarkoituksena on yhtiöjärjestyksessä määrätty hallita kiinteistöä ja sillä olevia rakennuksia. Keskinäisen kiinteistöyhtiön osakkeet tuottavat oikeuden hallita yhtiön omistamassa rakennuksessa olevia huoneistoja yhtiöjärjestykseen kirjatulla tavalla. Osakas voi käyttää tiloja itse tai vuokrata ne ulkopuoliselle. Asunto-osakeyhtiöt ovat keskinäisiä kiinteistöosakeyhtiötä, joiden lattia-pinta-alasta yli puolet on määrätty osakkeenomistajien hallinnassa oleviksi asuinhuoneistoiksi. Muissa keskinäisissä kiinteistöyhtiöissä hallitaan osakeomistuksen perusteella asuinhuoneistojen lisäksi tai sijaan erilaisia liikehuoneistoja. (Tomperi 2016, 112–113.)

Asunto-osakeyhtiöön sovelletaan aina asunto-osakeyhtiölakia (ASOYL) ja muihin keskinäisiin kiinteistöyhtiöihin osakeyhtiölakia (OYL) tai yhtiöjärjestyksen erityisellä määräyksellä asunto-osakeyhtiölakia. Ei-keskinäisellä kiinteistöyhtiöllä tarkoitetaan muuta kiinteistön hallintaa varten perustettua osakeyhtiötä, jonka osakkeet eivät tuota oikeutta tietyn huoneiston hallintaan. Näissä yhtiö vuokraa kiinteistön tilat ja perii vuokralaisiltaan vuokraa. Tämänäyttöisiin ”tavallisiin” kiinteistöyhtiöihin sovelletaan osakeyhtiölakia. (Tomperi 2016, 112–113.)

2.2 Keskinäisen kiinteistöyhtiön hallinto

Tässä luvussa esitellään keskinäisen kiinteistöyhtiön toiminnan peruseräitä. Aluksi kuvataan kiinteistöyhtiön päätöksenteko-organisaatiota ja sen jälkeen yhtiövastikkeita sekä kiinteistöyhtiön taloussuunnittelun tavoitteita.

2.2.1 Organisaatio

Osakkeenomistajat määräävät yhtiön toiminnasta yhtiöjärjestyksellä ja käyttävät päätösvaltaansa yhtiökokouksessa, jossa päätökset tehdään annettujen äänten enemmistöllä. Yhtiökokous tekee päätöksiä sille osakeyhtiölain (OYL) nojalla tai yhtiöjärjestysmääräyksen perusteella kuuluvissa asioissa. Yhtiökokous nimittää hallituksen huolehtimaan yhtiön hallinnosta ja sen toiminnan asianmukaisesta järjestämisestä (yleistoimivalta). Hallitus vastaa siitä, että yhtiön kirjanpidon ja varainhoidon valvonta on asianmukaisesti järjestetty. (Osakeyhtiölaki 21.7.2006/624, luvut 1, 5–6.)

Hallitus voi nimittää yhtiölle toimitusjohtajan hoitamaan juoksevaa hallintoa. Toimitusjohtaja käyttää yleistoimivaltaa ja hoitaa tehtäviään hallituksen antamien ohjeiden ja määräysten mukaisesti. Toimitusjohtaja vastaa yhtiön kirjanpidon lainmukaisuudesta ja varainhoidon luotettavasta järjestämisestä. Toimitusjohtaja edustaa yhtiötä niissä asioissa, jotka kuuluvat hänen tehtäviinsä. (Osakeyhtiölaki 21.7.2006/624, luku 6.)

Osakeyhtiön hallitus on toiminnastaan tilivelvollinen osakkaille, ja sillä on lisäksi velvollisuus esittää tilinpäätöksessä lainsäädännön edellyttämät tiedot. Tämän tilintekovelvollisuuden asianmukaista täyttymistä varten osakkaat valitsevat yhden tai useamman tilintarkastajan. Tarkastus kohdistuu tilinpäätöksen lisäksi myös yhtiön hallintoon, ja tilintarkastajat raportoivat havainnoistaan osakkaille tilintarkastuskertomuksella. Tilintarkastuksella pyritään varmentamaan riippumattomalla tavalla toiminnasta ja taloudesta annettu informaatio. (Tomperi 2016, 6–7.)

Osakeyhtiön johdolla on lakiin kirjattu velvollisuus toimia tehtävässään huolellisesti. Lisäksi johdon toimien on oltava sellaisia, että niillä edistetään nimenomaisesti yhtiön eikä esimerkiksi johtotehtävässä toimivan osakkaan tai muun tahon omaa etua. (Osakeyhtiölaki 21.7.2006/624, luku 1. § 8.)

2.2.2 Yhtiövastike

Osakkaalla on keskinäisessä kiinteistöosakeyhtiössä oikeus pitää hallinnassaan tai vuokrata ulkopuoliselle sitä rakennuksen osaa, jonka hallintaan oikeuttavat osakkeet hän omistaa. Vastineeksi tästä osakkaat ovat velvollisia maksamaan keskinäiselle kiinteistöosakeyhtiölle vastiketta yhtiön menojen kattamiseksi. Menot voivat aiheutua kiinteistön hankinnasta, ylläpidosta, uudistamisesta tai muista yhtiölle

kuuluvista velvoitteista. Vastikkeet voivat jakautua käyttötarkoituksensa mukaisesti muun muassa hoito- ja pääomavastikkeisiin sekä kulutusperusteisiin vastikkeisiin. (Kirjanpitolausunto 2005, 7.)

Yhtiössä voi olla käytössä myös kulutusperusteisia vastikkeita esimerkiksi vesi- tai energiakustannusten kattamiseksi, jotka määräytyvät mitatun kulutuksen tai muun määrätyn perusteen mukaisesti. Lisäksi olemassa voi olla myös muita yhtiön normaalista vastikeperusteesta poikkeavalla tavalla perittäviä erityisvastikkeita tai käyttökorvauksia. (Kirjanpitolausunto 2005, 8.)

Yhtiön ottamien lainojen takaisinmaksuun ja lyhentämiseen sekä korko- ja rahoitusmenoja varten yhtiössä voidaan kerätä pääomavastikkeita, joita kutsutaan yleisesti myös rahoitusvastikkeiksi. Pääomavastikkeita voi olla useita, ja kullakin katetaan vain kyseiseen lainaan liittyviä tapahtumia. (Kirjanpitolausunto 2005, 8.)

Vastikelaskelmien avulla selvitetään kerättyjen vastikkeiden riittävyys sekä se, että kullakin vastikkeella on katettu vain niitä menoja, joita varten kyseistä vastiketta on kerätty. Vastikkeet on pidettävä erillään eikä kerättyjä vastikkeita saa käyttää menoihin, jotka kuuluvat maksettavaksi jostain toisesta vastikkeesta. Selvitys vastikkeiden käytöstä annetaan vakiintuneesti toimintakertomukseen sisältyvällä vastike(rahoitus)laskelmalla, jota kutsutaan myös jälkilaskelmaksi. Vastikelaskelmat antavat osakkaalle havainnollisen kuvan tilikauden aikaisesta rahankäytöstä ja rahan lähteistä. (Heinonen 2013, 97–98.)

2.2.3 Taloussuunnittelu

Kiinteistön taloutta suunnitteleamalla pystytään toteuttamaan sen toiminta-ajatusta, huolehtimaan toiminnan jatkuvuudesta sekä rahoituksen riittävydestä ja selvittämään rahoituksen lähteet. Taloussuunnittelu on jatkuvaa toimintaa: suunnittelua, toteutusta ja seurantaa jakaantuen eri aikajänteisiin vuosisuunnittelusta aina vuosikymmeneen kestävään pitkän tähtäimen suunnitteluun. Maksuvalmiussuunnittelulla huolehditaan talousarviokauden rahavirtojen yhtensovittamisesta ja pitkän tähtäimen rahoitussuunnittelulla korjaushankkeiden ajoittaminen ja rahoitus siten, että maksurasitus on osakkaille pitkällä ajalla mahdollisimman tasainen eikä milloinkaan kohtuuton. (Haarma, Kaivanto, Kangasluoma, Jaatinen & Johansson 2014, 188–190.)

Talousarvio on tilikaudelle laadittava euromääräisesti ilmaistu toimintasuunnitelma, joka käsittää arvion yhtiön tuloista ja menoista. Yhtiövastikkeet ja muut perittävät maksut määrätään vahvistetun talousarvion perusteella ja talousarvion laadinnassa pyritään arvioimaan kustannuskehitys aiempien vuosien toteutumien perusteella ja huomioimaan myös suunniteltujen korjaushankkeiden rahoitus. Talousarvio tulee laatia vastuullisesti ja talousarviokauden kulujen minimoinnin sijaan siinä tuleekin pyrkiä tavoittelemaan pitkän aikavälin taloussuunnittelun mukaisia tavoitteita. (Haarma ym. 2014, 191–192.)

Talousarvion laatiminen ei saisi olla vain toteutuneiden kulujen korottamista indeksillä, vaan sen laatisessa voidaan käyttää niin sanottua nollabudjetoitua, jolloin harkitaan kunkin kuluerän suuruutta ja tarpeellisuutta eikä mikään kuluerä ole itsestäänselvyys vaan kunkin kuluerän välttämättömyys ja riippuvuus toisista kustannuksista selvitetään erikseen. (Haarma ym. 2014, 195.)

2.3 Kiinteistön elinkaaren hallinta

Elinkaaren hallinnassa käytetyistä työkaluista tärkeimpiä ovat kiinteistöstrategia, huoltokirja, mahdolliset kuntoarviot ja tutkimukset sekä energiakatselmus ja energiatodistus. Näiden perusteella voidaan luoda kunnossapitotarveselvitys tai yksityiskohtaisempi kunnossapitosuunnitelma (PTS), joka laaditaan tavallisesti kymmeneksi vuodeksi. (Haarma ym. 2014, 333.)

2.3.1 Kiinteistöstrategia

Kiinteistöstrategialla tarkoitetaan osakkaiden yhteistä näkemystä kiinteistön ylläpidon, korjaamisen ja kehittämisen suuntaviivoista, aikajänteestä ja tavoitteista. Strategian laadintaa varten on tunnettava kiinteistön kunto ja sen tekninen taso, energiankulutus sekä käytön ja kunnossapidon vaatima rahoitus. Strategia muodostetaan omistajien arvostusten ja resurssien perusteella ja päävaihtoehtoja ovat tasoa kohottava, tasoa ylläpitävä ja tasoa alas ajava strategia. Tavallisesti strategia on jonkinlainen yhdistelmä kaikkia, joskin yleensä jokin vaihtoehtoista valitaan päälinjaukseksi. (Haarma ym. 2014, 333–334.)

Strategiavaiheen valinnat ohjaavat myöhempää toimintaa, kuten kiinteistöhuollon hankintaa tai kunnossapito- ja korjaushankkeita. Strategia toimii siten hyvänä tukena, kun näitä asioita käsitellään yhtiökouksessa. Strategian lisäksi kannattaa laatia toimintasuunnitelma, jossa otetaan kantaa tavoitteiden to-

teutukseen, organisointiin ja resursointiin. Suunnitelmassa voidaan haarukoida myös alustavasti hankkeiden aikatauluja ja kustannuksia. Strategiaa on syytä päivittää ajoittain, varsinkin kun toimintaympäristö muuttuu tai kiinteistön ominaisuuksista saadaan uutta tietoa. (Haarma ym. 2014, 335.)

2.3.2 Kulutusseuranta

Kiinteistöjen vuotuisista ylläpitokustannuksista noin 40 prosenttia koostuu energian- ja vedenkulutuksesta, ja kulutusseurantaan perustuvan energianhallinnan tulisikin olla yksi tärkeimmistä kiinteistönpidon panostuskohteista. Kulutusseurannassa kerätään säännöllisesti kulutustiedot kiinteistön käyttämästä vedestä, sähköstä ja lämmöstä, joiden perusteella lasketaan tunnusluvut ja arvioidaan niiden avulla energiankulutuksen tasoa ja järjestelmien toimintaa. Kulutusseuranta on tavoitteellisen kiinteistönpidon työkalu, ja säännöllisellä kulutusseurannalla on ratkaiseva rooli kiinteistön energiankulutuksen ja ylläpitokustannusten hallinnassa. (Haarma ym. 2014, 376.)

Kulutusseurannan tietoja on muistettava hyödyntää aktiivisesti, jotta poikkeamat havaitaan ja niihin reagoidaan ennen kuin ne aiheuttavat merkittäviä lisäkustannuksia. Kulutusseurannan puuttuessa vettä ja energiaa käyttäviin järjestelmiin kehittyy huomaamatta vikoja, joista aiheutuu ajan mittaan ylimääräisiä kuluja. Kiinteistön energiankäyttöä voidaan vähentää useimmissa tapauksissa 5–10 prosenttia pelkästään kiinnittämällä huomiota kulutusseurantaan ja energiaa käyttävien teknisten järjestelmien säännöllisiin tarkastuksiin. (Haarma ym. 2014, 376.)

Kulutusseuranta on kiinteistöhoitajan työväline, jolla voidaan tarkkailla hoitotehtävien vaikutusta kulutukseen ja kustannuksiin. Kulutusseuranta antaa myös impulsseja huolto- ja korjaustoimintaan sekä investointeihin. Kulutusseuranta on myös tavoitejohtamisen apuväline, jolla voidaan valvoa muun muassa kiinteistön teknistä tilaa, energiabudjetin toteutumista sekä korjaus- ja investointitoiminnan kannattavuutta. (Haarma ym. 2014, 379.)

2.3.3 Elinkaaren aikaiset korjaustyöt

Kiinteistön sekä rakennusosien ja järjestelmien elinkaarella eli teknisellä käyttöiällä tarkoitetaan ajanjaksoa kyseisen rakenteen suunnittelemisesta tai rakentamisesta aina sen purkamiseen ja käytöstä pois-

tamiseen saakka. Ihanteellisessa tilanteessa tekninen käyttöikä onnistutaan hyödyntämään maksimipituudessaan. Teknisen käyttöiän maksimaalinen hyödyntäminen edellyttää, että rakennus tai järjestelmä on suunniteltu ja toteutettu hyvän rakennustavan sekä rakennusaikana vallinneen lainsäädännön ja muun normiston mukaisesti. Lisäksi rakennusosien ja järjestelmien käyttöohjeita on noudatettava sekä suoritettava asianmukaiset kunnossapito-, hoito- ja huoltotoimenpiteet. (Haarma ym. 2014, 385.)

Kunnossapitotyöt ovat jaksoittain toistuvia korjaus- tai uusimistöitä, joilla järjestelmien tai rakennusosien taso säilytetään alkuperäisenä eivätkä ne nosta kohteen laatua tai ominaisuuksia. Jotkin kunnossapitotyöt toistuvat vuosittain ja limittyvät näin muihin hoito- ja huoltotoimenpiteisiin, ja toisaalta suunniteltu kunnossapitajakso voi olla jopa vuosikymmeniä. Perusparannustyöt sen sijaan ovat käyttöarvoa parantavia toimenpiteitä, joilla voidaan parantaa esimerkiksi järjestelmän tai rakennusosan selkeästi mitattavaa ominaisuutta, kuten vaikkapa energiataloudellisuutta tai lämmöneristävyyttä. (Haarma ym. 2014, 386–388.)

2.3.4 Huoltokirja

Käyttö- ja huolto-ohjeen tulee sisältää rakennuksen käyttötarkoitus ja rakennuksen ominaisuudet sekä rakennuksen ja sen rakennusosien ja laitteiden suunniteltu käyttöikä huomioon ottaen tarvittavat tiedot rakennuksen asianmukaista käyttöä ja kunnossapitovelvollisuudesta huolehtimista varten.

(Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132, luku 17. § 117 i)

Maankäyttö- ja rakennuslaki asetuksineen sekä Suomen rakentamismääräyskokoelma sisältävät viitteitä rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeeseen. Tällä tarkoitetaan käytännössä huoltokirjaa, joka on suunnittelussa ja rakentamisessa päätettyihin elinkaaritalouden perusteisiin pohjautuva kiinteistökohtainen asiakirjakokonaisuus. Huoltokirja on laadittava pysyvään asumiseen tai työskentelyyn käytettäviin uudisrakennus- tai peruskorjauskohteisiin ja siihen kootaan muun muassa kiinteistön hoidon, huollon ja kunnossapidon lähtötiedot ja ohjeistus huoltoyhtiölle ja tilojen käyttäjille. Huoltokirjassa määritellään myös rakennusosien ja laitteiden kunnossapitotaksot ja huolto-ohjelmat sekä hyvän energiatalouden ja sisäilmaston edellyttämät hoito-, huolto- ja kunnossapitotehtävät. Huoltokirja on väline kiinteistön elinkaaren hallintaan, ja sen avulla voidaan saavuttaa ylläpitotavoitteet kiinteistön taloudellisen käyttöajan. (Haarma ym. 2014, 335.)

Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan rakennushankkeen huoltokirja ja tilojen käyttöohjeet luovutetaan omistajalle viimeistään loppukatselmuksen yhteydessä ja tällöin vastuu kunnossapidosta siirtyy kiinteistön omistajalle. Huoltokirjan laatija perehdyttää kiinteistön edustajat huoltokirjan käyttöön ja ylläpitoon. Huoltokirjassa mainitut velvoitteet tulee sisällyttää kiinteistöhoito- ja isännöintisopimukseen, ja kiinteistön omistajan tulee varmistua, että myös tilojen käyttäjät saavat riittävät ohjeet ja informaation heitä koskevista velvoitteista. (Haarma ym. 2014, 339.)

Kunnossapitoa varten huoltokirja sisältää muun muassa keskeisten rakennusosien käyttöiät, arvioidut kunnossapitokaksot, kunnossapitosuunnitelmat sekä tiedot pintarakenteista. Sitä voidaan käyttää myös kiinteistönhoidon seurannan ja valvonnan apuvälineenä sekä omistajan ja kiinteistöhoito-organisaation tietolähteenä ja tiedon tallennuspaikkana sekä energian ja veden vuosikulutustietojen arkistona. Huoltokirja voi olla toteutettu sähköisesti tai Internet-pohjaisesti, jolloin huoltokirjaan kirjaudutaan käyttäjätunnusten ja salasanojen avulla. Huoltokirjan pääkäyttäjä ylläpitää henkilöiden tietoja, käyttöoikeuksia ja huoltokirjan päivityksiä. (Haarma ym. 2014, 339.)

2.3.5 Kuntoarviot ja -tutkimukset

Kiinteistön kunnossapidon suunnittelu on luonteeltaan jatkuva prosessi, jota varten tulee teettää säännöllisin väliajoin asiantuntijoiden laatima kuntoarvio. Eri rakennustyypeille on julkaistu omat kuntoarvio-ohjeensa (Rakennustiedon KH-kortisto). Kuntoarvion laativat tavallisesti eri teknisten osa-alueiden asiantuntijat ryhmätyönä, ja siinä esitetään pääosin isoja kunnossapitotoimia. Nykyisin kuntoarvio sisältää myös energiataloudellisen selvityksen, jossa osoitetaan kohdekiinteistön kulutustasot vertailuarvoineen. (Haarma ym. 2014, 340–341.)

Kuntoarvio-nimikettä tulisi käyttää vain alkuperäisestä laajasta rakennuksen kuntoarviosta ja nimittää suppeampia arvioita katselmuksiksi tai tarkastuksiksi, sillä niissä painottuvat usein laatijana toimineen asiantuntijan ammattialue sekä toiset ammattialueet ja niissä esiintyneet ongelmat jäävät havainnoimatta. Kuntotutkimukseksi nimitetään kuntoarviota täydentävää tutkimusta rajatusta rakennuksen tai siihen kuuluvan järjestelmän kunnosta ja korjaustarpeesta. Tällainen tutkimus voidaan tehdä myös korjaustyön suunnittelemista tai korjausmenetelmän valintaa varten. (Haarma ym. 2014, 341–342.)

2.4 Rakennusten energiatehokkuus

Tässä luvussa käsitellään rakennusten energiatehokkuutta. Aluksi kerrotaan energiatehokkuuden taustalla olevasta ohjauksesta ja energiatodistusjärjestelmästä. Jäljempänä tarkastellaan rakennusautomaatiota energiatehokkuuden näkökulmasta.

2.4.1 Energiatehokkuuden taustalla oleva ohjaus

Merkittävä osa ihmisen aiheuttamista kasvihuonepäästöistä aiheutuu rakennusten energiankulutuksesta, ja yli 40 prosenttia Euroopan koko energiankulutuksesta kuluu rakennuksissa. Rakennusten energiatehokkuudessa on kyse rakenne- ja talotekniikan kokonaisuuden hallinnasta. Perustana energiatehokkaassa rakentamisessa on lämpöhäviöiden pienentäminen, energiankulutuksen vähentäminen ja ohjaus sekä kulutetun energian tuotantomuodon tarkastelu. Energiankulutusta voitaisiin vähentää jopa viidenes energiatehokkuutta parantamalla. (Liedes 2017, 6.)

Energian säästön syynä historiassa on ollut lähinnä energian hinta. Energiakriisissä 1970-luvulla pelättiin öljyn loppuvan ja sen hinta nousi huomattavasti. Tällöin tapahtui myös ensimmäinen murros rakennusten energiatehokkuudessa ja taloudellisin perustein tiukennettiin uudisrakennusten vaipan lämmöneristävyyttä. Seuraavat merkittävät uudisrakennuksia koskevat energiatehokkuusvaatimusten kiristykset tulivat voimaan vasta 2000- ja 2010-luvuilla, kun oli alettu tiedostamaan energiantuotannon ja -kulutuksen vaikutukset maapallolle päästöjen ilmastovaikutusten kautta. (Liedes 2017, 6–10.)

Energiatehokkuutta ja rakentamista ohjataan markkinaehtoisuuden lisäksi myös lainsäädännöllisesti. Maankäyttö- ja rakennuslaissa (MRL) määritellään rakentamisen oleelliset tekniset vaatimukset, ja asiasta on säädetty lisäksi Suomen Rakentamismääräyskokoelmassa (RakMk), jonka sisältämien asetusten mukaan energiatehokkuutta toteutetaan. Myös rakennusten energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä on annettu erillinen asetus (YMa 4/13). Lisäksi vuonna 2013 on annettu laki rakennuksen energiatodistuksesta (18.1.2013/50), joka toimeenpanee rakennusten energiatehokkuusdirektiiviä (EPBD) ja jonka tarkoituksena on edistää rakennusten energiatehokkuutta. (Liedes 2017, 11, 14–15.)

2.4.2 Energiatodistus

Rakennuksen energiatodistus kertoo, millainen on rakennuksen energiatehokkuus tavanmukaisessa käytössä, ja mahdollistaa energiatehokkuuden vertailun muiden vastaavien rakennusten kanssa. Laissa rakennuksen energiatodistuksesta säädetään energiatodistuksen laatimisesta, hankkimisesta ja käyttämisestä. Lain tavoitteena on edistää energiatehokkuuden vertailun lisäksi rakennusten energiatehokkuutta ja uusiutuvan energian käyttöä. (Laki rakennuksen energiatodistuksesta 18.1.2013/50, luku 1.)

Rakennuksen omistaja vastaa siitä, että energiatodistus hankitaan ja että siinä olevia tietoja käytetään lakiin kirjatuissa tilanteissa, muun muassa huoneistoa myyessä tai vuokrattaessa. Energiatodistus tai sen jäljennös on oltava lisäksi yleisön nähtävillä laissa määritellyissä julkisia palveluita tarjoavissa tai muissa yleisön toistuvien käyntien kohteena olevissa tiloissa. Velvollisuus hankkia energiatodistus koskee lakiin kirjattuja poikkeuksia lukuun ottamatta (muun muassa vapaa-ajan asunnot) kaikkia rakennuksia, joissa käytetään energiaa sisäilmasto-olosuhteiden ylläpitämiseksi. (Laki rakennuksen energiatodistuksesta 18.1.2013/50, luku 2.)

Energiatodistus on voimassa toistaiseksi, kuitenkin enintään 10 vuotta sen laatimisesta. Uudisrakentamisen yhteydessä energiatodistuksella osoitetaan rakennuksen arvioitu energiatehokkuus haettaessa rakennuslupaa, ja se korvataan täydennetyllä todistuksella ennen rakennuksen käyttöönottoa, jos tiedot tarkentuvat hankkeen edetessä. (Laki rakennuksen energiatodistuksesta 18.1.2013/50, luku 2.)

Energiatodistuksessa ilmaistaan laskennallisen energiatehokkuuden vertailuluvun (E-luku) sijoittuminen rakennuksen käyttötarkoituksen mukaiselle luokitteluasteikolle. Vertailuluku on laskettu jakamalla energiamuotojen kertoimilla painotettu vakioitu laskennallinen ostoenergiankulutus pinta-alaa kohden vuodessa. Todistuksessa ilmoitetaan lisäksi vakioituun käyttöön perustuva laskennallinen ostoenergiankulutus ja mahdollisesti myös toteutunut ostoenergiankulutus, jos tieto siitä on saatavilla. Todistuksessa annetaan myös suosituksia energiatehokkuutta parantavista toimenpiteistä, jos kyseessä on rakennus, jolle tällaisia toimia voidaan osoittaa. (Laki rakennuksen energiatodistuksesta 18.1.2013/50, luku 3.)

2.4.3 Automaatio osana energiatehokkuutta

Talotekniikalla ja rakennusautomaatiolla pyritään pitämään sisäolosuhteet halutunlaisina mahdollisimman pienellä energiakulutuksella. Sisäolosuhteille tulee asettaa tavoitteet, joita ei järjestelmien avulla

tehtävässä energiansäästöissä saa alittaa. Energiankulutuksen vähentämiseen talotekniikan avulla on kaksi tapaa: tehokkaammat laitevalinnat tai olemassa olevien laitteiden energiatehokas ohjaus. (Liedes 2017, 22.)

Järjestelmien automaattinen ohjaus tarjoaa paljon mahdollisuuksia tehdä energiatehokkuustoimenpiteitä. Tarpeenmukaisella ilmanvaihdolla ja valaistuksella on onnistuttu saavuttamaan suuria säästöjä tiloissa, joissa käyttöaste vaihtelee huomattavasti. Tarpeenmukaiset järjestelmät kehittyvät jatkuvasti ja tulevaisuudessa kyetään huomioimaan yhä useampia muuttujia käyttäjien tavoista aina energian hinnanvaihteluun. Laitteistojen huolto ja kunnossapito on myös huomioitava, sillä likaantuneet laitteet kuluttavat enemmän energiaa ja jopa haittaavat sisäolosuhteita. Automaattisten ohjausten taustalla olevien antureiden mittaustulosten paikkansapitävyys on myös tarkastettava ajoittain ja ohjaukset on hyvä virittää mahdollisten olosuhdemuutosten takia. (Liedes 2017, 23–24.)

Korjausrakentamisessa ei voida juurikaan hyödyntää kaavoituksen ja arkkitehtuurin mahdollisuuksia energiansäästöön mutta eristeiden lisäämisen ohella, erityisesti tekniikan lisäämisellä, voidaan vanhoisakin kohteissa parantaa sisäolosuhteita ja vähentää energiankulutusta. Energiansäästön toteutuminen riippuu myös tilojen käyttäjistä ja on tärkeää, että he ja huoltohenkilöstö saavat riittävän opastuksen järjestelmien toimintaan. Rakennuksiin voidaan asentaa myös erilaisia energianhallinta tai -mittausjärjestelmiä, koska on todettu, että jo pelkästään tieto energiankulutuksesta lisää motivaatiota säästää sitä ja seurantatietojen avulla voidaan myös löytää mahdolliset ongelmat säädöissä ja ryhtyä tarvittaviin korjaustoimenpiteisiin. (Liedes 2017, 24–25.)

Rakennusautomaatiojärjestelmät mahdollistavat lukuisia ohjelmallisia toimintoja. Käyttötunti- ja kulu-
tuslaskentojen lisäksi automaatiojärjestelmän mittauksilla voidaan helposti ohjata LVI- ja sähköjärjestelmien tehoja niin, että ne vastaavat kiinteistön kulloistakin käyttöastetta. Rakennusautomaatiolla ohjataan ja säädetään tilojen talotekniikkaa siten, että energian käyttö on mahdollisimman tehokasta. Energiansäästön lisäksi on usein myös mahdollista alentaa esimerkiksi kaukolämmön tilausvesivirtaa tai sähkön perusmaksua, joka määräytyy kiinteistön huipputehon perusteella. (Piikkilä 2012, 235–237.)

Rakennusautomaatiosaneerauksessa (RAU-saneeraus) olemassa olevaa järjestelmää peruskorjataan laajentamalla tai se uusitaan joko osittain tai kokonaan. Peruskorjauksen laajuuteen vaikuttavat tilaajan tarpeet ja nykyisen järjestelmän kunto, jotka selvitetään tarvekartoituksessa ennen varsinaista hankesuunnittelua. Tarvekartoituksessa selvitetään muun muassa järjestelmän ja toimilaitteiden kunto, välit-

tömät sähkö- ja LVI-korjaustarpeet, ilmenneet toiminnalliset ongelmat, kaapeloinnin hyödyntämismahdollisuudet, luovutusasiakirjojen paikkaansa pitävyys sekä muut lähiaikojen remontit ja niiden vaikutus RAU-saneeraukseen. Tarvekartoituksessa tulee kiinnittää huomiota myös siihen, voidaanko saneerauksen yhteydessä tehtävillä pienillä lisäinvestoinneilla saavuttaa kustannussäästöjä energiankulutuksen vähentämisen kautta. Tarvekartoituksella selvitettyjen lähtötietojen pohjalta pystytään laatimaan hankesuunnitelma kustannusarvioineen investointipäätöksen pohjaksi ja varsinaisen suunnitteluprosessin aloittamiseksi. (Piikkilä 2012, 183–184.)

3 LIIKERAKENNUKSEN TALOTEKNIKKAA

ST-kortisto on sähkö-, tele-, turva- ja automaatioalan ammattilaisille tarkoitettu tietolähde. Se määrittelee talotekniikan kokonaisuudeksi, joka muodostuu kiinteistöä palvelevista järjestelmistä ja laitekoko-
naisuuksista. Talotekniikan tavoitteena on vaikuttaa hallitusti tilojen olosuhteisiin, ja sillä vaikutetaan myös tilojen käytettävyyteen, turvallisuuteen, muunneltavuuteen ja taloudellisuuteen. (ST-kortti 709.00. Kiinteistön hallintajärjestelmien peruskäsitteet ja terminologia. 2017.)

3.1 Ilmastointitekniikka

Tässä luvussa esitellään liikerakennuksen ilmastointitekniikkaa. Aluksi käsitellään ilmanvaihdon tarvetta ja jäljempänä esitellään ilmanvaihtokojeita sekä niihin kuuluvia lämmöntalteenotto- ja tuloilman-
käsittelylaitteita.

3.1.1 Ilmanvaihdon tarve

Ilmanvaihdon tehtävänä on huolehtia sisäilman puhtaudesta poistamalla siitä kosteutta, epäpuhtauksia ja liiallista lämpöä sekä tuomalla tilaan puhdasta korvausilmaa. Sisäilman epäpuhtauksien aiheuttajana on yleensä ihmisen toiminta (aineenvaihdunta), tilassa harjoitettu toiminta, rakennus- ja sisustusmateriaalit ja joskus myös maaperän radon-säteily. Epäpuhtaus, jonka pitoisuuden alentamiseen tarvitaan eniten puhdasta ulkoilmaa, määrittää yleensä ilmanvaihdon voimakkuuden. Väärin suunnitellusta tai toteutetusta ilmanvaihdosta voi aiheutua erilaisia terveyshaittoja: Hiilidioksidipitoisuus kohoaa aiheuttaen tunkkaisuuden tunnetta, väsymystä, päänsärkyä ja keskittymiskyvyn alenemista. Kuultavissa oleva puhaltimien, kanaviston tai venttiilien melu voi olla häiritsevää. Epätasapainossa oleva ilmanvaihtojärjestelmä voi myös mahdollistaa epäpuhtauksien kulkeutumisen rakennuksen toisista tiloista, tai itse ilmanvaihtolaitteisto voi olla epäpuhtauksien lähteenä esimerkiksi kuitujen irrotessa huoneilmaan huonokuntoisista äänenvaimennusmateriaaleista. (Asumisterveysohje 2003, 21–22.)

Ihmisen aineenvaihdunta tuottaa muiden epäpuhtauksien ohella hiilidioksidia (CO₂), jonka pitoisuutta voidaan käyttää indikoimaan ihmisestä peräisin olevien epäpuhtauksien esiintyvyyttä sisäilmassa. Lainsäädäntö edellyttää, että sisäilman hiilidioksidipitoisuus saa olla enintään 2 700 mg/m³ (1 500 ppm) mutta huoneilman tunkkaisuus saattaa olla havaittavissa jo hiilidioksidipitoisuuden ylittäessä 1 200 ppm.

Hiilidioksidipitoisuus saadaan yleensä pidettyä sallituissa rajoissa ulkoilmavirran ollessa noin 4 l/s henkilöä kohden. Sisätiloissa on yleensä myös muita epäpuhtauksien lähteitä, ja näistä aiheutuvien epäpuhtauksien poistamiseksi ulkoilmaa tarvitaankin enemmän, yleensä 8-10 l/s henkilöä kohden. (Asumisterveysohje 2003, 22–23.)

Ilmanvaihdon tarvetta arvioitaessa on huomioitava myös liian suuren ilmanvaihdon aiheuttamat haitat: ilmanvaihtolaitteiden melu ja veto eivät saa aiheuttaa terveyshaittaa eikä ilmanvaihdon ilmavirrat saa olla niin suuria, että huoneilman lämpötila ja kosteus niiden johdosta laskevat selvästi. Rakentamismääräyskokoelma (RakMk) pitää sisällään ilmanvaihtoa koskevat määräykset ja ohjeet kohdassa D2 ”Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto”. (Asumisterveysohje 2003, 23.)

3.1.2 Ilmanvaihtokojeet

Ilmanvaihtokoje valitaan ilmastoitavan tilan määrittämän tarpeen mukaisesti. Laite voi kattaa vaikkapa yhden huoneen tai kokonaisen suuren rakennuksen. Isoon ilmanvaihtojärjestelmään kuuluu keskuskoje, kanavisto ja huoneiden ilmanjakolaitteet. Ilmanvaihdon tarkoituksena on ylläpitää hyvää sisäilmaa ja ilmanvaihtolaitoksen käytössä on huomioitava ensin hygieniatarpeet ja vasta toissijaisesti energiansäästölliset tavoitteet. Aiemmin ilmanvaihtoa on pienennetty huippupakkasilla energiansäästösyistä mutta nykyisin tätä tarvetta ei ole käytettäessä tehokasta lämmöntalteenottolaitteistoa (LTO). Talteenottolaitteiston lisäksi keskuskoje sisältää tulo- ja poistoilmapuhaltimet, lämmitys- ja mahdollisesti myös jäähdytyspatterin ja suodattimet tulo- ja poistoilman suodattamiseksi. (Harju 2009, 59–63.)

Ilmanvaihtojärjestelmän ainoita ulos näkyviä osia ovat yleensä raikasta ilmaa sisään ottava ilmanotto-laite ja käytettyä ilmaa poistava ulospuhallushajotin. Ulkoilmasäleikkö sijoitetaan siten, että virtaava ilma on mahdollisimman puhdasta ja sen on oltava rakenteeltaan sellainen, että veden tai lumen pääsy kanavistoon estyy. Tulo- ja poistoilman määriä säädetään ulkoilmapeltien avulla ja poistoilmaa voidaan sekoittaa ulkoilmaan tai ilmavirtauksia jakaa kiertoilmapeltien avulla. Peltejä ohjataan sähkökäyttöisten peltimoottoreiden avulla. (Harju 2009, 64–65.)

Suodatin voidaan asentaa ulko-, poisto-, kierrätys- ja tuloilmavirtaan. Ulkoilman suodatus on välttämätöntä ulkoilman sisältämien epäpuhtauksien poistamiseksi sisälle puhallettavasta tuloilmasta, ja samalla suojataan ilmanvaihtolaitteet likaantumiselta. Kiertoilma puhdistetaan sisätiloista poistoilman mukana kulkevan pölyn erottamiseksi. Suodattimen tyyppi ja suodatusluokka on valittu käyttökohteen mukaan

järjestelmää suunniteltaessa, ja suodattimen vaihto onkin yksi tärkeimmistä ilmastointilaitteiden huolto-tehtävistä. Suodatinta vaihtaessa on varmistuttava, että uusi suodatin vastaa suodatusominaisuuksiltaan aiempaa. Suodatintyyppinä käytetään sähkösuodattimia tai mekaanisia tai kemiallisia suodattimia, joista mekaaninen suodatin on yleisin. Mekaanisessa suodattimessa roskat jäävät suodatinmattoon, joka vaihdetaan sen likaannuttua kylliksi. (Harju 2009, 66–67.)

3.1.3 Lämmön talteenotto (LTO)

Rakennuksen lämmityskustannuksia voidaan pienentää lämmittämällä sisään tulevaa ilmaa koneellisesti poistetusta ilmasta talteen otettavalla lämmöllä. Lämmön varastointimateriaali voi olla pyörivän kennon alumiinimassa tai jäätymätön neste, jolloin kyseessä on lämpöä varastoiva lämmönsiirrin. Lämpö voidaan myös siirtää suoraan ilmavirtoja erottavan levyn lävitse, ja tällöin kyseessä on suora lämmönsiirrin. (Harju 2009, 73.)

Levylämmönsiirrin on yksinkertainen ja vailla liikkuvia osia oleva lämmöntalteenottolaite. Se on alumiinilevyistä koottu paketti, jonka raoista virtaava poistoilma lämmittää seinäminä olevia alumiinilevyjä. Kylmä ulkoilma tulee viereisistä raoista sisään ja ottaa lämpöä lämmenteistä alumiiniseinämistä. Ilmavirrat eivät sekoitu ja laitteen hyötysuhde on melko hyvä, 55–65 prosenttia. (Harju 2009, 73.)

Pyörivässä lämmönsiirtimessä tulo- ja poistoilma virtaavat moottorilla pyöritettävän suuren reiällisen kiekon lävitse. Kiekon yläpuoli on esimerkiksi poistokanavassa ja alapuoli tulokanavassa. Poistoilman lämpöä varastoituu kiekon massaan, kiekko lämpenee ja poistoilma jäähtyy. Kiekon pyöriessä lämmentynyt kohta tulee tuloilmakanavan kohdalle ja kiekon läpi virtaava kylmä tuloilma lämpenee. Lämmönsiirron tehoa säädetään kiekon pyörimisnopeutta muuttamalla, ja sen hyötysuhde on hyvä, jopa 85 prosenttia. Laitteiston toimiessa tuloilmaa säädetään kanava-anturin avulla ja lämpötilan laskiessa alle asetusarvon lämpöä otetaan lisää kiekon pyörimisnopeutta lisäämällä. Jos lämpöä tarvitaan edelleen lisää, sitä otetaan erillisestä lämmityspatterista. (Harju 2009, 75–77.)

Nestekiertoinen lämmönsiirrin rakentuu tulo- ja poistoilmavirtaan sijoitetuista lamellipattereista, joissa kiertää esimerkiksi jäätymätön vesi-glykoliseos. Tehonsäätö on toteutettu tuloilmavirrassa olevan patterin kautta kulkevaa nestevirtaa rajoittavalla säätöventtiilillä. Nestekiertoisen lämmöntalteenoton nestemäärä ja -pitoisuus on tarkistettava ajoittain. Myös siirtopintojen puhdistuksesta ja kiertopumpun toimivuudesta on huolehdittava. (Harju 2009, 77–78.)

3.1.4 Tuloilman lämmitys ja jäähdytys

Kylmää tuloilmaa voidaan lämmittää vedontunteen eliminoimiseksi erillisillä tuloilmavirtaan sijoituilla esi- ja jälkilämmityspattereilla, joissa ilman lämpötilaa muutetaan patteriveden lämpötilaa säätämällä. Patterit ovat rakenteeltaan auton jäähdyttäjän kaltaisia laitteita koostuen jakotukeista, kupariputkista ja niihin kiinnitetyistä alumiinilamelleista. Yleensä isoissa kojeissa käytetään molempia, sekä esietä jälkilämmityspatteria. Esilämmityspatterin jäätyminen on suojattava jäätymissuojatermostaattilla, joka lauetessaan sulkee ulkoilmapellin, pysäyttää puhaltimen ja avaa patteriveden säätöventtiilin. (Harju 2009, 82–83.)

Suuret ikkunat ja erilaiset koneet voivat nostaa sisälämpötilan kesäaikaan suureksi erityisesti toimitoissa. Huoneisiin tulevaa ilmaa voidaan jäähdyttää IV-koneen jäähdytyspatterilla, jonka kylmyys tuotetaan patterissa kierrätettävällä jäähdytetyllä kylmällä vedellä tai höyrystettävällä jäähdykkeellä. Jäähdytyspatterien rakenne on samankaltainen kuin lämmityspattereissa. Ne on kuitenkin varustettu viemärintialtailla, joiden kautta poistetaan mahdollinen lamelleihin tiivistynyt vesi. Epäsuorassa jäähdytyksessä jäähdytysvesi (6–9 °C) tuotetaan kylmäkoneiston avulla ja jäähdytyksen tehoa ohjataan patterin vesivirtaa säätämällä. Suorahöyrystyspatterissa ilman jäähdytys tapahtuu patteriputkissa höyrystyvän kylmäaineen avulla, jonka virtausta ohjataan termostaattisella paisuntaventtiilillä siten, että höyryn lämpötila on 3–6 °C. Jäähdytyksen voimakkuutta voidaan säätää esimerkiksi kompressorin on-off-toiminnalla. (Harju 2009, 89–90.)

3.2 Rakennusautomaatiojärjestelmät

Tässä luvussa esitellään rakennusautomaation järjestelmä-rakennetta, talotekniikan säätimiä ja valvomojärjestelmiä. Lisäksi kuvataan talotekniikassa käytettäviä alakeskuksia ja yleisimpiä kenttätason antureita ja toimilaitteita.

3.2.1 Järjestelmä-rakenne

Rakennusautomaatiojärjestelmät (RAU) ovat tyypillisesti rakenteeltaan hierarkkisia, ja ne muodostuvat hallinto-, automaatio- ja kenttätasoista. Kiinteistökohtainen rakennusautomaatiojärjestelmä sisältää yleensä valvomon, yhden tai useamman alakeskuksen, kenttälaitteita ja kentällä olevia itsenäisiä säätimiä (yksikkösäätimiä). Järjestelmän osat kommunikoivat keskenään tiedonsiirtolaitteiden ja kaapeleiden

välityksellä. Rakennusautomaatiojärjestelmän älykkyys on hajautettu eri tasoille mahdollistaen eri osien itsenäisen toiminnan vikatilanteissa. Esimerkiksi valvomon rikkoutuessa alakeskus jatkaa säätötoimintaa pitäen kiinteistön olosuhteet normaaleina. (Piikkilä 2012, 93–96.)

Valvomolaitteet sijaitsevat yleensä erityisessä kiinteistöhoitajien työskentelyyn tarkoitettussa valvomotilassa, jossa voi sijaita myös esimerkiksi turvallisuusjärjestelmien ohjauspäätteitä. Alakeskukset on sijoitettu ilmanvaihtokonehuoneisiin, lämmönjakohuoneisiin tai muihin teknisiin laitetiloihin. Alakeskusten määrään ja sijoitteluun vaikuttaa keskeisesti kaapelointitarpeen minimointi. Myös vianetsintä- ja huoltotyöt ovat helpompia alakeskuksen sijaitessa lähellä kojeistoja. Integroituja itsenäisiä prosessoripohjaisia säätimiä voi sisältyä esimerkiksi IV-koneisiin, lämmönsiirtimiin ja taajuusmuuttajiin, ja ne ovat yhteydessä RAU-järjestelmään sarjaväylän avulla. (Piikkilä 2012, 98–99.)

Integroiduilla rakennusautomaatiojärjestelmillä tarkoitetaan kokonaisuuksia, joihin on liitetty myös muita taloteknisiä järjestelmiä. Yleisimmin kysymykseen tulevat turvallisuuteen liittyvät valvonta- ja hälytysjärjestelmät, esimerkiksi rikosilmoitin- tai palohälytysjärjestelmät. Näiden järjestelmien integrointi voidaan toteuttaa usealla tasolla siten, että anturit ja ilmaisimet liitetään suoraan alakeskukseen ja valvomossa hallitaan samalla käyttöliittymällä sekä rakennusautomaatiota että turvajärjestelmiä. Myös etävalvontaan ja hälytyksensiirtoon tarvittavat tietoliikenneyhteydet ovat yhteisiä. Integroitujen järjestelmien hyötynä on edullisempien investointi- ja käyttökustannusten lisäksi myös mahdollisuus älykkääseen ohjaukseen ja siten energiansäästöön vaikkapa ohjaamalla sisävalaistusta kulunvalvonnasta saatavan läsnäolotiedon avulla. (Piikkilä 2012, 95–96.)

3.2.2 Talotekniikan säätimet

Pelkistetysti esimerkiksi kiinteistön lämmityksen säädön tarkoituksena on pitää huonelämpötila käyttäjän muutettavassa vakioarvossa eliminoiden häiriötekijät, kuten vaikkapa tuulen tai ulkolämpötilan muutoksen. Säätimet jaetaan toimintaperiaatteensa mukaan analogisiin ja digitaalisiin säätimiin, joista analogiset ovat toiminnaltaan sähköisiä tai pneumaattisia. Sähköinen analogisäädin muodostaa ohje- ja mitaussuureen erotuksesta ohjaussuureen, joka lähetään toimiyksikölle. Digitaalinen säädin sen sijaan laskee ohjaussuureen siihen ohjelmoidun säätöalgoritmin perusteella. LVI-sovelluksissa käytettävien analogisten antureiden ja toimilaitteiden käyttämät analogiset signaalit muutetaan säätöä varten digitaaliseen muotoon. (Harju 2006, 35.)

Yksikkösäädin on digitaalinen tai analoginen säätölaite, jonka tehtävänä on suorittaa tiettyä säätötoimintaa siihen liitettyjen antureiden ja toimilaitteiden avulla. Digitaalisen yksikkösäätimen avulla voidaan ohjata useampaa säätöpiiriä ja sen käyttöliittymän avulla muuttaa säädön asetusarvoja sekä tarkastella mittaus- ja tilatietoja. Kiinteistöjen keskitetyissä valvonta- ja säätöjärjestelmissä käytetään alakeskuksia, joiden mikroprosessorilla varustettuihin piirikortteihin on liitetty tarvittavat ohjaus- ja säätötoiminnot. Tätä kutsutaan suoraksi digitaalisäädöksi (DDC, direct digital control). (Harju 2006, 35.)

DDC-järjestelmän toiminnot perustuvat alakeskuksissa sijaitseviin ohjelmiin. Prosessien säätämisestä huolehtivat säätöohjelmat, jotka voivat koostua monenlaisista ohjelmalohkoista, kuten PID-säätimistä, loogisista ehtolausekkeista tai viivepiireistä. Ohjelmalohkoja käytetään ohjelmointikielellä kirjoitetussa säätöohjelmassa. DDC-järjestelmä voi sisältää myös adaptiivisia ohjelmistoja, jotka hakevat automaattisesti oikeat viritysparametrit. Säätöohjelmien lisäksi alakeskus sisältää myös esimerkiksi tapahtuma- ja aikaohjelmat sekä pakko-ohjaukset (ohjelmalliset lukitukset). (Piikkilä 2012, 110–111.)

3.2.3 Valvomojärjestelmät

Valvomolaitteet ovat PC-pohjaisia Windows-käyttöjärjestelmällä varustettuja tietokoneita. Jos valvomoita ja alakeskuksia on useampia, ne ovat liitettyinä toisiinsa TCP/IP-pohjaisella LAN-verkolla. Järjestelmän hälytykset jaetaan prioriteetteihin, joista ylimmät A (turvallisuushälytykset kuten palo-, rikos- ja hissihälytykset) ja B (kiireelliset hälytykset, esimerkiksi jäätymisvaara) ohjataan jatkohälytykseen, joka annetaan modeemilla, robottipuhelimella tai jollakin muulla ratkaisulla. Päivystyslaitteena toimii esimerkiksi kännykkä, johon hälytystilanteessa lähetetään tekstiviesti. Viestissä ilmaistaan hälyttävän pisteen pistetunnus ja siihen liitetty selkokieline teksti. (Piikkilä 2012, 100–101.)

Prosessikaaviot ovat keskeinen osa valvomon käyttöliittymää. Niissä esiintyvät mittaus-, käyttötila- ja hälytystiedot päivittyvät automaattisesti todellisilla arvoilla. Prosessi- ja säätökaavioiden lisäksi tietoja voidaan esittää esimerkiksi rakennus- ja kerrostasokuvaan liitettyinä. Kaaviorakenne on puumainen, jossa prosesseista esitetään tasoittain tarkentuvia näyttöjä ja sama pistetieto voidaan esittää tarvittaessa useissa eri kuvissa. Tilatiedot voidaan esittää symbolin tai värin vaihtumisena. Edistyneimmät valvomot ovat hyvin realistisennäköisiä. Käyttöliittymän värien käytöstä on myös olemassa suositukset. (Piikkilä 2012, 160–163.)

Useamman kiinteistön omistajat voivat parantaa kustannustehokkuuttaan keskittämällä kiinteistön teknisten järjestelmien hoitoa yhteen keskusvalvomoon. Keskitetty kiinteistönvalvonta voi tarjota parempaa asiantuntemusta ja mahdollistaa vaikkapa energiankäyttöä koskevan tiedon keräämisen ja analysoinnin. Myös monet järjestelmätoimittajat tarjoavat teknistä palvelua, joka toimii heidän omien etäpalveluidensa kautta. Yhteys keskusvalvomoon hoidetaan internetin, LAN-verkon tai radiomodeemin avulla. On tärkeää, että etävalvonta voidaan toteuttaa selaimella ilman erityistä valvomo-ohjelmaa, jolloin voidaan vapaasti valita kiinteistönvalvontaan liittyvät palvelutoimittajat. (Piikkilä 2012, 100.)

Valvontajärjestelmän perusohjelmisto sisältää yleensä käyttökelpoiset raportointitoiminnot energian kulutuksen seurantaan. Erilliset ohjelmistopakettit ovat käyttökelpoisia tilanteissa, joissa seurattavia kuluksipisteitä on paljon. Näihin ohjelmiin voidaan helpommin liittää erilaisia tariffitietoja ja muita seurannassa käytettäviä tietoja. Myös raportointi- ja analysointimahdollisuudet ovat erillishjelmissä laajempia. Suurta kiinteistömassaa hallinnoivilla toimijoilla on myös käytössä useista ohjelmistomoduuleista koostuvia toiminnanohjausjärjestelmiä, joihin voi tarpeen mukaan liittyä useita erilaisia toimintoja kuten dokumenttien hallinta, kojekortit, huoltosuunnitelmat tai työtilausten hallinta. Näihin toiminnanohjausjärjestelmiin voi liittyä rakennusautomaatio omana reaaliaikaisena moduulinaan, johon päästään käyttö- ja huoltohenkilöstön käyttäjäportaalista. (Piikkilä 2012, 114–115.)

3.2.4 Alakeskukset

Automaatiotason perustana ovat itsenäisesti toimivat alakeskukset, jotka kytkeytyvät I/O-moduulien kautta kenttätason antureihin ja toimilaitteisiin. Alakeskuksen sisältämät prosessinhallintaohjelmistot vertaavat anturien tietoja suunnittelijan tai käyttäjän määrittämiin tavoitearvoihin ja ohjaavat toimilaitteita tavoitteiden saavuttamiseksi. Alakeskusten ohjaamia prosesseja ovat esimerkiksi ilmanvaihto ja lämmitys. Alakeskusten ja valvomon välinen tiedonsiirto perustuu yleensä Ethernet-verkossa ajettavaan TCP/IP-protokollaan. Itsenäisten yksikkösäädinten lisäksi myös taajuusmuuttajat sisältävät oman alakeskuksen kanssa kommunikoivan ohjauskeskuksensa. Kommunikointi alakeskuksen ja kenttätason säätimien välillä tapahtuu kenttäväylän avulla. Kenttäväylästandardeja on useita, ja valittu väylä riippuu muun muassa valituista laitteista ja urakoitsijan tarjoamista vaihtoehdoista. (Piikkilä 2012, 94–95.)

Alakeskuslaitteet asennetaan tavallisesti omaan laitekaappiinsa, johon voidaan sijoittaa myös muita prosessin ohjaukseen tarvittavia laitteita. Alakeskus sisältää CPU-osan prosessoreineen ja muisteineen sekä

I/O-moduulit kenttälaitteiden kytkemiseksi. Alakeskus voi myös sisältää paikallisen näyttö- ja operointiyksikön, jota käyttämällä saadaan pistetilaraportteja ja voidaan tehdä erilaisia käyttötilamuutoksia. Alakeskus voidaan varustaa myös virransyötön häiriösuodattimilla ja katkeamattomalla virransyötöllä (UPS) alakeskuksen piirissä olevien toimintojen niin vaatiessa. (Piikkilä 2012, 102–104.)

3.2.5 Kenttätason laitteet

Rakennusautomaatiojärjestelmän antureista suurinta osaa käytetään lämpötilan mittaamiseen. Niissä mittaus perustuu mittaaselementin resistanssin muutokseen lämpötilan muuttuessa. Lämpötilan mittauksen lisäksi myös nesteverkostojen IV-kanaviston paineiden mittaus on lisääntynyt, ja näissä toimintaperiaatteena on paineen aiheuttaman muodonmuutoksen tai jännityksen muuttaminen sähköiseen muotoon erilaisten kapasitiivisten, induktiivisten tai pietsosähköisten elementtien avulla. Muita rakennusautomaatiossa käytettäviä antureita ovat esimerkiksi suhteellisen kosteuden, hiilidioksidipitoisuuden tai valaistusvoimakkuuden mitta-anturit. (Piikkilä 2012, 115–119.)

Toimilaitteita käytetään ilmakehien peltien ja nesteverkostojen venttiilien ohjaamiseen, ja ne ovat joko kaksiasentoisia (on/off) tai suhteellisia (portaattomia), joiden ohjaus toteutetaan 0-10 VDC -jänniteviestillä. Toimilaitteiden moottorit ovat usein vaihteistolla varustettuja AC/DC-moottoreita ja joskus myös askelmoottoreita, joiden käyttöjännitteenä on yleensä 24 V AC/DC tai 230 V AC. Sulkuventtiilien ohjaus tapahtuu liikuttamalla venttiilikaraa lineaarisesti tai kiertämällä, ja säätöventtiilit ovat tyypiltään istukkaventtiilejä, joissa karaan kiinnitetty keila tai lautanen muuttaa virtauksen määrää. Sähkökatkon varalta raitis- ja jäteilmapeltien toimilaitteet ovat usein jousipalautteisia. (Piikkilä 2012, 123–126.)

Taajuusmuuttaja on vaihtovirtaa käyttävän oikosulkumoottorin nopeuden säätöön kehitetty laite. Se ohjaa vaihtovirtamoottorin pyörimisnopeutta jännitteen taajuutta muuttamalla. Pumppujen ja puhaltimien tarpeenmukainen ohjaus on lisääntynyt, koska laitteiden hintatason laskeminen on mahdollistanut taajuusmuuttajainvestoinnit saavutettavissa olevalla energiansäästöllä. Myöskään kontaktoreja ja moottorinsuojakytkimiä ei taajuusmuuttajakäyttöjen yhteydessä tarvita. Taajuusmuuttajat liitetään rakennusautomaatiojärjestelmään suorilla I/O-liitännöillä tai väyläpohjaisesti. (Piikkilä 2012, 127.)

4 KOHTEEN KUVAUS

Tässä luvussa kuvaillaan aluksi opinnäytetyön toimeksiantajayhtiötä, kunnossapidon järjestämistä ja elinkaaren hallintaa. Jäljempänä esitellään kohderakennuksen talotekniikkaa lämmitys- ja ilmanvaihtoautomaation (LVIA) näkökulmasta.

4.1 Kiinteistöyhtiön perustiedot

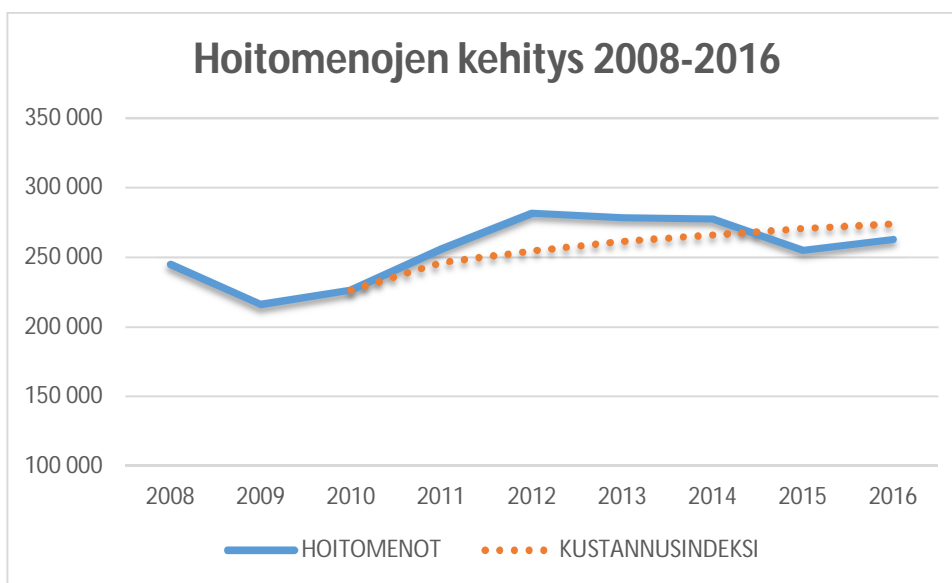
Opinnäytetyön kohteena oleva yhtiö on nimeltään Kiinteistö Oy Kärämäen Liikekeskus. Se on perustettu vuonna 2006, ja sen toimialaksi on yhtiöjärjestyksessä määrätty hallita vuokraoikeuden perusteella maa-alueita Kärämäen kunnan keskustaajamassa sekä omistaa ja hallita niille rakennettavaa liikerakennusta. Yhtiö on tyypiltään keskinäinen kiinteistöyhtiö, jonka osakkeet antavat oikeuden hallita yhtiöjärjestyksessä määrättyllä tavalla 15 erillistä liikehuoneistoa, jotka sijaitsevat yhtiön omistamassa rakennuksessa. Yhtiöön sovelletaan osakeyhtiölakia sekä sen lisäksi yhtiöjärjestykseen otetulla määräyksellä asunto-osakeyhtiölain kunnossapitovastuun jakautumista ja huoneiston hallintaan ottamista koskevia määräyksiä (ASOYL:n luvut 4, 5 ja 8).

Yhtiön omistus on perustamisvaiheessa jakautunut useammalle omistajataholle. Kärämäen kunnan omistus yhtiössä on kasvanut vähitellen erilaisten omistusjärjestelyjen kautta, ja yhtiöstä on tullut vuonna 2017 kunnan kokonaan omistama tytäryhtiö. Kärämäen kunnanhallitus nimeää omistajan edustajan yhtiökokoukseen ja antaa yhtiökokousedustajalle ohjausta hallituksen nimittämisestä. Kunnanhallitus antaa myös tarvittaessa suoraa omistajaohjausta hallitukselle sekä hyväksyy vuosittain yhtiölle toimitusjohtajan valmistelemat toiminnalliset ja taloudelliset tavoitteet, joissa viime vuosien päätavoitteena on ollut pyrkimys taloudellisesti tehokkaaseen toimintaan ja sen kautta kohtuulliseen ja ennakoitavissa olevaan vastikerasitukseen omistajalle (LIITE 3).

Yhtiön tilintarkastus suoritetaan osana kuntakonsernin tilintarkastusta, ja yhtiö kuuluu myös muutoin konserniraportoinnin ja -valvonnan piiriin. Konsernin tilintarkastusyhteisönä toimii BDO Audiator Oy päävastuullisena tilintarkastajanaan Simo Paakkola. Yhtiökokouksen keskeisenä tehtävänä on tilinpäätöksen käsittely, vastuuvapauden myöntämisen ja hallituksen jäsenten nimittämisen lisäksi vahvistaa yhtiölle talousarvio, jossa määrätään hoito- ja rahoitusmenojen kattamiseksi osakkailta perittävät vastikkeet. Yhtiön hoitomenojen kehitys kiinteistöalan yleiseen kustannustason nousuun verrattuna on esitetty

kuviossa 1, johon merkitty yleisen kustannustason muutos perustuu Tilastokeskuksen julkaisemaan kiinteistön ylläpidon kustannusindeksiin vuosina 2010–2016 (kokonaisindeksi).

Yhtiön hallinnosta huolehtii hallitus, jonka jäsenet ja varajäsenet koostuvat kunnallispoliittisin perustein nimetyistä kunnan luottamushenkilöistä ja teknisen toimen viranhaltijoista. Hallituksen puheenjohtajana on toiminut vuodesta 2017 alkaen Mika Autio. Yhtiön taloushallintoa ja isännöintiä on vuodesta 2014 hoitanut Jokilaaksojen OP-Kiinteistökeskus Oy, jonka palveluksessa työskennellyt opinnäytetyön tekijä on toiminut muiden työtehtäviensä ohella kiinteistöyhtiön toimitusjohtajana vuosina 2016–2018 ja vastannut kohteen hallinnosta ja ylläpidon järjestämisestä.



KUVIO 1. Hoitomenojen kehitys kustannusindeksiin verrattuna

4.2 Kunnossapito ja elinkaaren hallinta

Kiinteistöhuoltopalvelut yhtiölle tuottaa Kiinteistöhuolto J. Heikkinen. Palvelusopimus sisältää ulkoalueidenhoidon ja muiden kunnossapitotoimien lisäksi myös kiinteistön teknisten järjestelmien valvonnan. Kohdetta hoitavat perheyriyksen kaksi työntekijää tuntevat hyvin kiinteistön ominaispiirteet, ja heiltä edellytetään tarpeellista ammattitaitoa järjestelmien ylläpitämiseksi siten, että kiinteistön olosuhteet vastaavat mahdollisimman hyvin käyttäjien tarpeita. Tarvittaessa käytetään järjestelmätoimittajien ylläpitopalveluita yksittäisten asetusmuutosten tai säätöviritysten toteuttamiseksi. Työmääräysten ja palautteen anto kiinteistöhuoltajille tapahtuu pääasiassa suullisesti.

Kohteelle 2.2.2006 myönnetyn rakennusluvan (LIITE 2) ehdossa edellytetään rakennukselle laadittavaksi erityinen käyttö- ja huolto-ohje. Kyseistä asiakirjaa ei löydy kohteen dokumentaatiosta eikä ole saatu täyttä varmuutta, onko sellaista koskaan laadittukaan. Työn aikana ei käytettävissä ollut myöskään tietoa ilmanvaihdon suunnitteluarvoista. Suoritettavat kiinteistöhuoltotyöt on määritelty päätasoisesti kiinteistöhuoltosopimukseen sisältyvässä palvelukuvauksessa ja teknisille järjestelmille tehdyt kunnossapito- ja huoltotoimenpiteet kirjataan päiväkirjanomaisesti erilliseen vihkoon. Vihkoon merkittäviä tapahtumia ovat esimerkiksi säännöllisesti tehtävät turvallisuusjärjestelmien tarkastukset, kuten savunpoistoluukkujen toimintakokeet ja turvavalaistusjärjestelmän akustotestaukset.

Kiinteistöhuoltajat keräävät manuaalisesti kuukausittain veden, sähkön ja kaukolämmön päämittarilukemat ja raportoivat niissä mahdollisesti olevista merkittävistä poikkeamista. Veden ja sähkön alamittarilukemat kerätään neljännesvuosittain ja niitä käytetään kulutusperusteisten maksujen laskuttamiseen osakkailta tai suoraan vuokralaisilta. Sähkön ja kaukolämpöenergian kulutustarkasteluun on mahdollista käyttää energiantoimittajan verkkopalvelua (Elenia Aina -palvelu).

Yhtiö ei ole luonut erityistä kiinteistöstrategiaa määrittämään pitkän tähtäimen kunnossapitoa. Kirjoittamattomana strategiana voidaan kuitenkin pitää rakennusomaisuuden arvon ja käytettävyyden säilymisestä huolehtimista sekä käyttö- ja rahoituskustannusten optimointia. Lainsäädäntö ei edellytä kiinteistöyhtiön hallitukselta kunnossapitotarveselvityksen laatimista asunto-osakeyhtiöiden tapaan, eikä sellaista tai muutakaan kunnossapitosuunnitelmaa (PTS) ole toistaiseksi laadittu pääasiassa rakennuksen nuoresta iästä johtuen. Tästä syystä myöskään minkäänlaisten kuntoarvioiden tai -tutkimusten hankkimista ei ole katsottu tarpeelliseksi lukuun ottamatta vuonna 2012 tehtyä selvitystä korkeina pidettyjen lämmitys- ja sähkökustannusten muodostumisesta. Selvityksen laatijana oli Rakennuskonsultointi Paavo Korpela, ja selvityksen teossa käytettiin sähköasiantuntijana Sähköinsinööri-toimisto Matti Tallgrenia.

Rakennuksella ei ole voimassa olevaa energiatodistusta. Vaikka lainsäädäntöä energiatodistuksista ei ollut olemassa vielä rakennusluvan myöntämisaikana, lakiin vuonna 2014 voimaantullut liikerrakennuksia koskeva muutos edellyttäisi nykyään energiatodistuksen hankkimista. Myös kiinteistön tämänhetkinen käyttö julkisia palveluja tarjoavana tilana (monipalvelukirjasto) edellyttäisi energiatodistuksen olemassaoloa ja sen pitämistä yleisön nähtävillä.

4.3 Tekniset tiedot

Tässä luvussa esitellään kohteen tekniset tiedot eli rakennuksen perustiedot, lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmät, automaatio- ja valvomolaitteet sekä kerrotaan kohteen rakennusautomaation hallinnasta ja ylläpidosta.

4.3.1 Rakennuksen tiedot

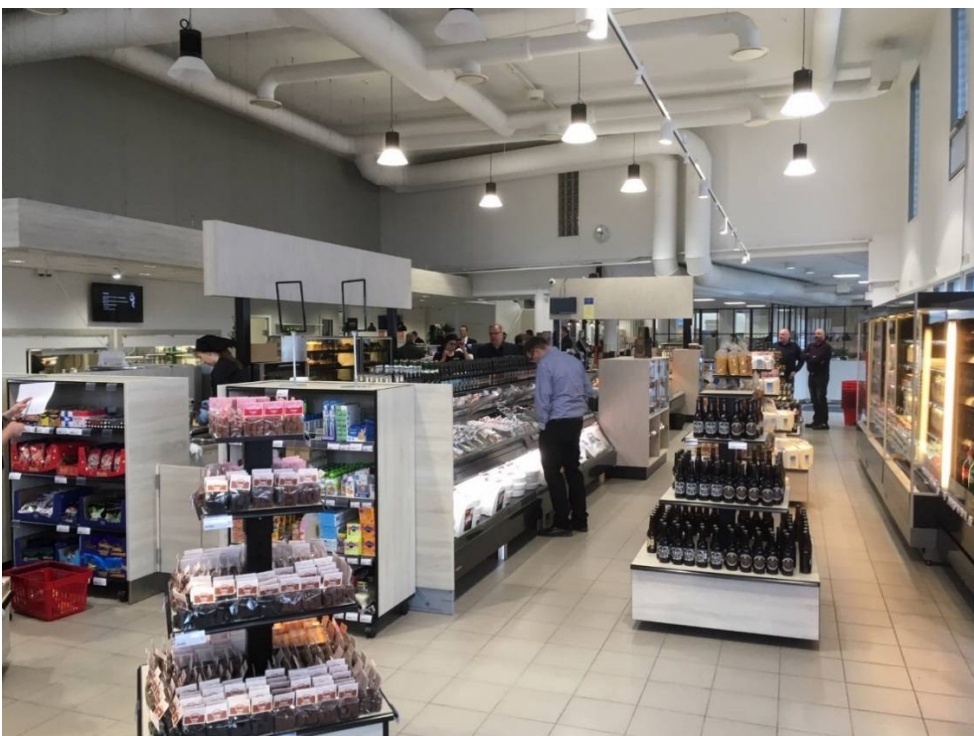
Rakennus on vuonna 2007 valmistunut, osin kaksikerroksinen liike- ja toimistorakennus, jonka KVR-urakoitsijana on toiminut Rakennus Saarela Oy. Liikerakennus sijaitsee osoitteessa Haapajärventie 1, 86710 Kärsämäki. Kuvassa 1 on yleiskuva rakennuksesta nelostien puolelta (julkisivu). Rakennuksen kokonaispinta-ala on 2 647 m² ja tilavuus 11 690 m³. Rakennuksen seinät on ovat kantavilta osin teräsbetonia ja muilta osin puurakenteisia. Eristekerroksen vahvuus on 200 mm. Alapohja on betonivalua ja välipohjana on ontelolaatta. Yläpohjan rakenteena on tuulettuva ristikkorakenne ja katteena 2-kerroksinen kumibitumihuopa. Yläpohjan eristevahvuus on 350 mm. Rakennus on liitetty Elenia Lämpö Oy:n kaukolämpöverkkoon ja lämmönjakotapana on vesikiertoinen lattialämmitys.

Rakennuksen ensimmäisessä kerroksessa sijaitsevissa osakehuoneistoissa on tilat kahvila-ravintolatoimintaa varten sekä erillisiä myymälä- ja liiketiloja. Alakerran liikehuoneistoissa sijaitsee Alkon myymälä, Parturi-kampaamo ja kauneushoitola Isadora sekä Tilitoimisto Rousun toimitilat. Ravintola- ja myymälätiloissa (680 m²) sijaitsee nykyisin Juustoportin kahvila-ravintola oheismyymälöineen. Kuvassa 2 on näkymä ravintolan yhteydessä olevalle myymäläalueelle. Osa alakerran liikehuoneistoista on yhdistetty yhtenäiseksi tilaksi, jossa toimii kunnan monipalvelukirjasto ja yhteispalvelupiste. Alakerrossa on lisäksi väestönsuoja, joka toimii normaalitilanteessa asiakkaiden wc-tiloina. Ensimmäisen kerroksen kerrosala on yhteensä 1 840 m², josta osakashallinnassa olevien tilojen pinta-ala on 1 493 m².

Rakennuksen toisen kerroksen osakehuoneistoissa on toimisto- ja neuvottelutilat Kärsämäen kunnan hallinnolle (324 m²), 5 kappaletta hotellihuoneita (174 m²) sekä saunaosasto takkahuoneineen (38 m²). Yläkerrassa sijaitsee lisäksi iv-konehuone (132 m²) sekä sosiaali- ja huoltotiloja. Toisen kerroksen kerrosala on yhteensä 807 m².



KUVA 1. Yleiskuva kohderakennuksesta



KUVA 2. Yleiskuva liiketilasta

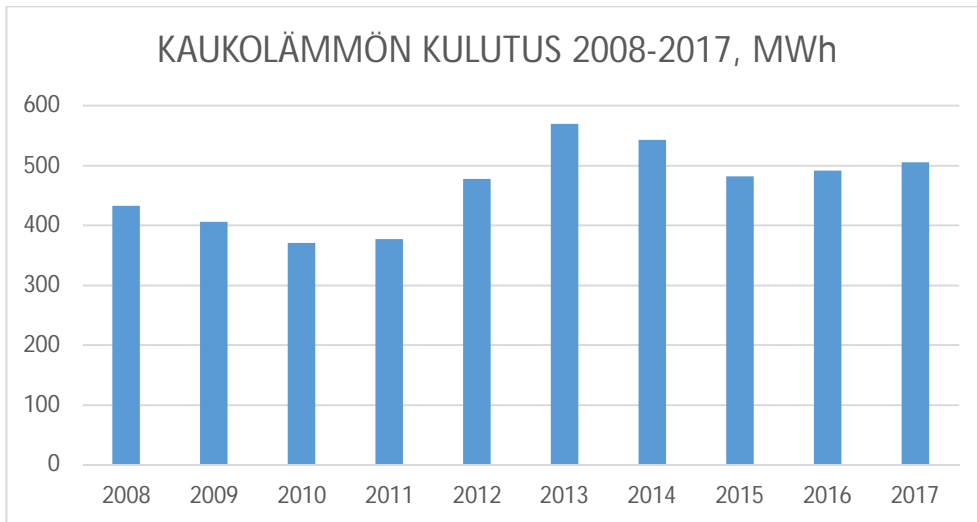
Rakennuksessa ei ole suoritettu yhtiön toimesta merkittäviä rakenteellisia korjauksia. Osakkeenomistajan huoneistoissaan suorittamia korjaus- ja muutostöitä on vuonna 2017 toteutetut kahvila-ravintolan remontointi uuden vuokralaisen tarpeita vastaavaksi Juustoportin aloittaessa ravintolatoimijana sekä ensimmäisen kerroksen liikehuoneistojen osittainen käyttötarkoituksen muuttaminen kirjaston toimintaa varten. Osakkeenomistajan toteuttamat muutostyöt ovat ulottuneet huoneiston sisäpintojen lisäksi myös huoneistokohtaisiin sähkö- ja ilmanvaihtojärjestelmien osiin. Samassa yhteydessä yhtiö on muuttanut rakennuksen ulkoväritystä, siirtänyt pääoven sijaintia ja rakentanut katokset sisäänkäyntien yhteyteen. Myös wc-tilat ja ulkoalueet on uudistettu vastaamaan toiminnallisesti paremmin muuttuneen toiminnan tarpeita.

4.3.2 Lämmitysjärjestelmä

Rakennuksen lämmönlähteenä toimii kaukolämpö. Rakennuksen käyttämä kaukolämpöenergia tuotetaan paikallisesti Elenia Lämpö Oy:n kaukolämpövoimalassa, jonka pääasiallisena energianlähteenä on lähialueella tuotettu metsähake. Rakennuksen sääkorjattu kaukolämpöenergian kokonaiskulutus on esitetty kuviossa 2. Lämpimän käyttöveden tuotannon osuutta kulutuksesta ei ole eritelty.

Kuvassa 3 on yläkerran iv-konehuoneen yhteyteen sijoitettu lämmönjakolaitteisto. Lämmönjakokeskus sisältää 3 erillistä kiertopiiriä: lämpimän käyttöveden tuotanto (LVK), lattialämmitys (LL) ja ilmanvaihdon lämmitys (IV). Kukin piiri sisältää Danfoss-levylämmönsiirtimen sekä lämpötila-anturit ja säätöventtiilit. Lämmityspiireissä on lisäksi paineanturilla varustetut paisunta-astiat. Kiertopiireissä on Grundfos UPS / Magna -tyyppiset pumput, joiden päälle/pois -ohjaus tapahtuu automaatiojärjestelmästä käsin.

Automaatiojärjestelmän säätöohjelma säätää lämmityspiireissä kiertävän veden lämpötilaa rajoittamalla kaukolämpöveden virtausta lämmönsiirtimien ensiöpiireissä olevien säätöventtiilien avulla. Tuloilman lämmitys säätyy IV-koneiden tuloilmapattereissa kiertävän veden lämpöä säätävillä kolmitiesäätöventtiileillä. Lattialämmitysjärjestelmässä ei ole erillisiä tilakohtaisia termostaatteja, vaan lämpötilaa säädetään ainoastaan muuttamalla kiertoveden lämpötilaa ulkolämpötilaan perustuvan käyrän mukaisesti. Lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmissä olevien säätöventtiilien toimilaitteina käytetään 3-pisteohjattuja Stenfors SM 614 -säätömoottoreita.



KUVIO 2. Kaukolämmön kokonaiskulutus



KUVA 3. Lämmönjakokeskus

4.3.3 Ilmanvaihtokojeisto

Rakennuksen ilmanvaihtokojeisto muodostuu yläkerran IV-konehuoneeseen sijoitetuista neljästä erillisestä ilmanvaihtokojeesta (TK-01...TK-04) sekä rakennuksen toisessa päädyssä olevasta pullonpalautustilan poistoilmapuhaltimesta (PK-05). Ilmanvaihtokojeet on varustettu lämmöntalteenotolla ja osassa on myös jäähdytyspatterit, joissa kiertävä jäähdytysaineena toimiva vesi/glykoli-seos jäähdytetään ra-

kennuksen katolle sijoitetulla Aermec AN0417A -tyyppisellä ilmalauhdutteisella vedenjäähdytyskoneikolla (JK-01). Tulo- ja poistoilmapuhaltimet ovat taajuusmuuttajakäyttöisiä, ja tulo- ja poistoilmakanavien suodattimet sekä TK-03:n LTO-kiekko on varustettu paine-erohälytyksillä. Paine-erohälytysten lisäksi varolaitteina toimivat lämmöntalteenoton vesi/glykoli-kierron painehälytysanturit kojeissa 1, 2 ja 4 sekä käsin kuitattavat jälkilämmityspattereiden jäätymisvaaratermostaatit, jotka pysäyttävät tuloilmapuhaltimen, kun patteriveden lämpötila alittaa asetusarvon. Ilmanvaihtokojeet ja niiden vaikutusalueet on kuvattu taulukossa 1.

Tulo- ja poistoilmakanavat on varustettu moottorikäyttöisillä säätöpelleillä ja ilmanvaihdon voimakkuutta säädetään muuttamalla taajuusmuuttajakäyttöisten tulo- ja poistoilmapuhaltimien moottorien pyörimisnopeutta. Puhaltimet ovat Fläkt Woodsin valmistamia Centriflow GPEB -tyypin kammiopuhaltimia. Tuloilman lisälämmitystä, jäähdytystä ja nestekiertoisen lämmöntalteenoton hyötysuhdetta säädetään kiertopiireissä olevilla kolmitieventtiileillä.

Ilmanvaihdon moottoreiden nopeudensäätö on toteutettu erillisillä yksikkösäätimillä. Pyörivää LTO-kiekkoa kojeessa TK-03 käyttää kiilahihnan välityksellä nopeusohjattu Emotron EMX-R -käyttölaite. Käyttölaite koostuu moottorista ja siihen kuuluvasta ohjausyksiköstä, jotka ovat asennettuina roottorin vaippaan. Puhallinmoottoreiden nopeutta ohjataan Vacon NXL -sarjan taajuusmuuttajilla (LIITE 4), jotka on sijoitettu IV-konehuoneen seinälle (KUVA 4).

TAULUKKO 1. Ilmanvaihtojeet

tunnus	TK-01	TK-02	TK-03	TK-04	PK-05
tyyppi	tulo ja poisto	tulo ja poisto	tulo ja poisto	tulo ja poisto	poisto
vaikutusalue	ALAKERTA ravintolasali	ALAKERTA keittiö	ALAKERTA liiketilat ja aulagalleria	YLÄKERTA	ALAKERTA pullonpalautus
LTO	neste	neste	kiekko	neste	ei
jäähdytys	kyllä	kyllä	aulagallerian kanavassa	ei	-



KUVA 4. Taajuusmuuttajat

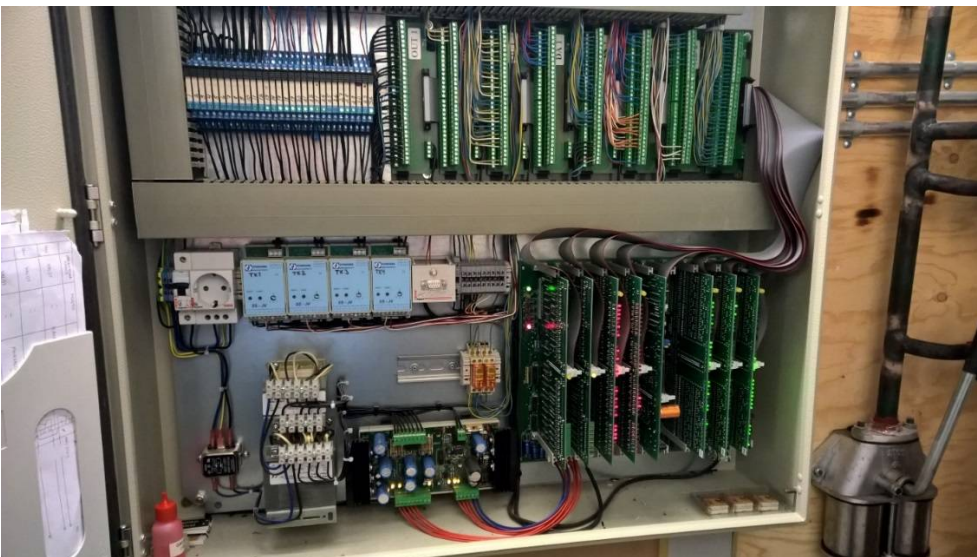
4.3.4 Automaatio- ja valvomolaitteet

Kohdekiinteistön rakennusautomaatiojärjestelmä on Oy Stenfors Ab:n toimittama, ja se koostuu paikallistason valvomosta ja alakeskuslaitteistosta (VAK-1), jotka on sijoitettu yläkerran IV-konehuoneeseen. Valvomona toimii UPS-varustettu Windows-pohjainen PC-tietokone (KUVA 5). Kiinteistössä on myös erillinen palonilmaisu- ja murtohälytysjärjestelmä, hissihälytys sekä muita valvontalaitteistoja, joiden keskuskeskukset ja ohjauspäätteet on sijoitettu alakerran tekniseen tilaan. Näiden erillisten järjestelmien hälytyksestä välittyy tilatieto alakeskukselle jatkohälytystä varten.

Alakeskuslaitteisto muodostuu DDC-tyyppisestä Sematic 320 -säätö- ja valvontakeskuskortista ja siihen liitetystä I/O-moduulikorteista. Laitteisto on sijoitettu IV-konehuoneessa olevaan pieneen laitekaappiin (KUVA 6). DDC-säätimen piirikorttien ja sen virtalähteen lisäksi laitekaappiin on sijoitettu kenttälaitetaso antureiden ja toimilaitteiden kaapeloinnin vaatimat riviliittimet sekä käsin kuitattavat jälkilämmityspattereiden jäätymisvaaratermostaattit.



KUVA 5. Valvomo IV-konehuoneessa



KUVA 6. Automaatiojärjestelmän laitekaappi

Kenttätason tiedonsiirto DDC-säätimen ja kentällä sijaitsevien toimilaitteiden välillä tapahtuu analogisesti jänniteviestillä (0...10 V). Lämpötila-antureiden mittalähettimet (KUVA 8) lähettävät lämpötilan jänniteviestinä säätimelle, joka ohjaa venttiileissä ja säätöpelleissä olevia toimilaitemoottoreita 3-pisteohjauksella (auki-0-kiinni, 24 VDC), joissa toimilaitteen asentoa muutetaan ajamalla moottoria auki- tai kiinni-suuntaan tarvittavan ajan verran. Säädin laskee tarvittavan ajoajan asentomuutoksen suuruuden ja toimilaitteesta riippuvan ääriasetojen välisen maksimijajoajan suhteen perusteella, eikä ohjaukseen ole toteutettu takaisinkytkentää, joka ilmaisisi toimilaitteen todellisen asennon.

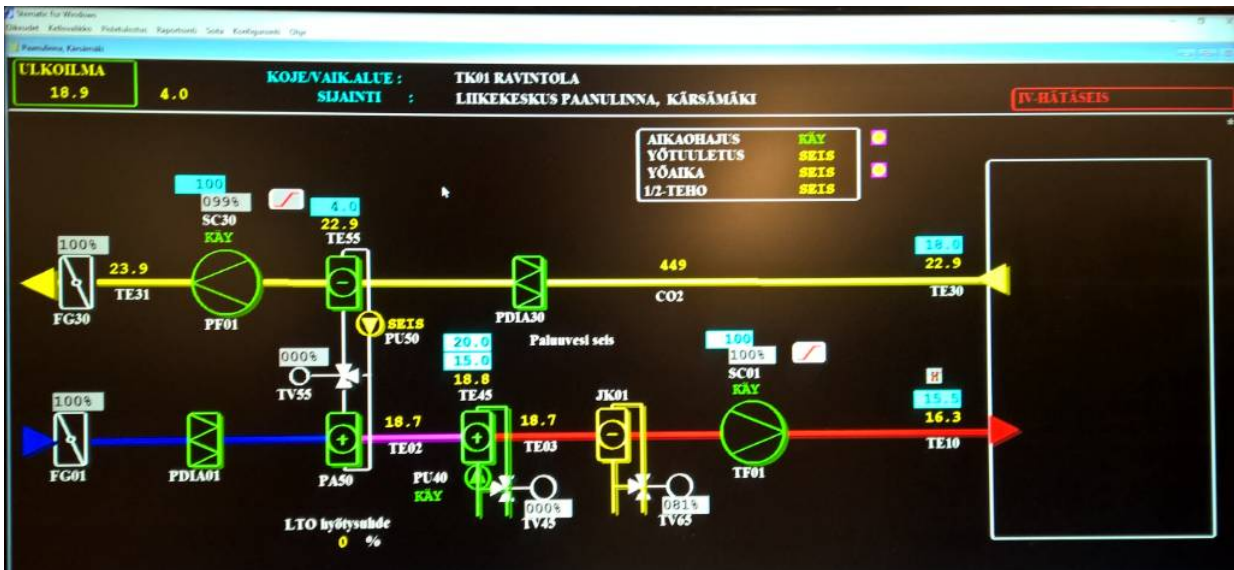
Puhaltimien taajuusmuuttajien ja LTO-kiekon käyttölaitteen pyörimisnopeutta ohjataan jänniteviestillä, ja kukin toimilaite sisältää oman yksikkösäätimensä. Pumppujen ja jäähdytyksen käyntiä ohjataan ja käyntitieto saadaan digitaalisilla on-off-kosketinlähdeillä ja -tuloilla. Myös jäähdytyskoneikko sisältää itsenäisen ohjauspaneelilla varustetun yksikkösäätimensä, joka huolehtii koneikon toiminnasta.

Automaatiotason tiedonsiirtoväylänä DDC-säätimen ja valvomon välillä on balansoitu ja siten häiriö-sietoinen, RS-485 -sarjaliikenneväylä, jossa tiedonsiirto tapahtuu vanhanaikaisella Q-Bus-väyläproto-kollalla. Valvomona toimiva PC-tietokone on kytketty tiedonsiirtoväylään RS-232/485-liitännämuuntimella. Muita laitteita ei automaatiotason väylään ole kytketty. Automaation etähallintamahdollisuutta ei ole toteutettu, ja hälytyksensiirto kiinteistöhoitajan matkapuhelimeen tapahtuu valvomotietokoneeseen kytketyllä GSM-modeemilla.

4.3.5 Ohjaus ja hallinta

Valvomotietokone on varustettu graafisella Stematic for Windows -valvomo-ohjelmistolla (KUVA 7). Käyttäjätason operointi tapahtuu kojeittain jaoteltujen kahdeksan erillisen toimintanäkymän avulla (IV-koneet, lämmönjakolaitteisto sekä ulkovalaistus). Kukin näkymä sisältää graafisesti esitetyn prosessi-kaavion ja siihen liittyvät mittaus-, ohjaus- ja käyntitiedot. Hiirellä klikkaamalla avautuu erillinen ikkuna, josta päästään muuttamaan position asetuksia. Ohjelmisto sisältää myös toiminnot erilaisten raporttien muodostamiseen, lokien tarkastelemiseen ja hälytysten käsittelyyn.

Kiinteistön automaatiojärjestelmä ei edellytä päivittäisiä ylläpitotoimia tai valvontaa. Kiinteistöhoitajat käyvät viikoittain tarkastamassa lämmönjako- ja ilmanvaihtolaitteistojen toiminnan ja samalla käynnillä tarkastetaan myös valvomo-ohjelmistosta hälytys- ja lokitiedot. Häiriötilanteessa ohjelmisto lähettää hälytystekstiviestin kiinteistöhoitajalle, ja kiireellisiin hälytyksiin reagoidaan tarvittaessa välittömästi myös tavanomaisen työajan ulkopuolella. Etähallintamahdollisuutta tai huoltosopimusta ei ole hankittu ja automaatiojärjestelmän tarvitessa huoltotoimenpiteitä tilataan huoltokäynti järjestelmätoimittajalta.



KUVA 7. Valvomon toimintanäkymä



KUVA 8. Mittalähettämiä ja toimilaitemoottori

5 TYÖN ETENEMINEN

Opinnäytetyössä mainitut toimenpiteet ja havainnot ajoittuvat vuosille 2016–2018, ja opinnäytetyön kirjoittaminen alkoi keväällä 2018. Tässä luvussa kuvataan ensiksi edeltävät toimenpiteet, lähtötilanne ja toimenpidesuosituksen arviointi. Myöhemmin kerrotaan ilmanvaihdon tarveohjauksen toteuttamisesta sekä siihen liittyvistä kokemuksista ja havainnoista. Lopuksi suositellaan sisäolosuhteiden, energiatehokkuuden ja kunnossapitosuunnittelun parantamiseksi tähtääviä jatkotoimia.

5.1 Edeltävät toimenpiteet

Yhtiön hallitus kiinnitti huomioita ylläpitokustannusten suuruuteen jo rakennuksen käyttöönottoa seuraavina vuosina. Erityisesti sähkönkulutusta pidettiin kohtuuttoman suurena ja syitä etsittiin muun muassa virheellisestä mittaustavasta sekä valaistukseen ja ilmanvaihtoon liittyvistä säätöarvoista. Käyttömenojen alentamiseksi tilattiin vuonna 2012 Rakennuskonsultointi Paavo Korpelalta eri osajärjestelmät kattava selvitys, jossa pyrittiin löytämään sähkö- ja LVI-järjestelmissä mahdollisesti piilevä säästöpotentiaali. Selvityksessä verrattiin rakennuksen energiankulutusta muihin kuntakonsernin rakennuksiin ja osana työtä myös automaatiojärjestelmän toiminta ja säädöt tarkastettiin. Selvityksen perusteella suositeltiin seuraavia toimenpiteitä:

- valaistuksen optimointi
- loistehon kompensointi
- huippuenergian alentaminen käynnistystä porrastamalla
- jäähdytyksen optimointi, keittiön jäähdytyksen eriyttäminen
- ilmastoinnin optimointi

Jatkona aiempaan selvityksen tilattiin vuonna 2014 ilmanvaihtojärjestelmän toiminnan ja energiatehokkuuden kartoitus Widelinetekniikka Oy:ltä. Kartoituksen tuloksena esitettiin ilmanvaihtojärjestelmään seuraavia muutoksia:

- ilmamäärien uudelleen mitoitus ja tarveohjauksen käyttöönotto
- automaation lämpötila-asetusten ja käyntiaikojen tarkistus
- vyöhykepeltien asennus ja ilmanjakolaitteiden muutokset
- ilmanvaihtokojien muutos kammiopaineohjatuiksi

Tehdyn kartoituksen perusteella yhtiö selvitti vuonna 2015 ilmanvaihtojärjestelmän muuttamisesta aiheutuvia kustannuksia. Uusien kanavistojen asennus ja vyöhykelleillä toteutettavan tarveohjauksen toteuttaminen kaapelointineen ja instrumentointineen kustantaisivat saatujen tarjousten perusteella noin 25 000 euroa (alv 0 %). Muutostyösuunnitelman laatinut Widelinetekniikka Oy arvioi tarveohjautulla ilmanvaihdolla saavutettavan mahdollisesti jopa 7.500 euron (alv 0 %) vuotuiset säästöt. Yhtiön taloudellisiin voimavaroihin suhteutettuna suurten muutostyökustannusten vuoksi hanketta ei kuitenkaan päätetty lähteä toteuttamaan.

5.2 Lähtötilanne

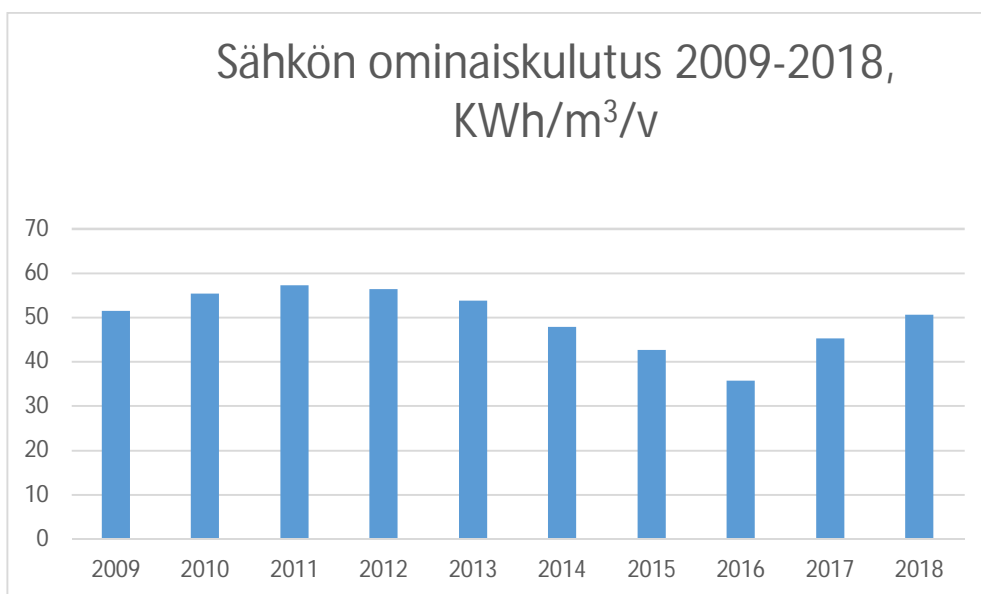
Korkeana pidetyn sähkönkulutuksen aiheuttama ongelma oli edelleen ratkaisematta siinä vaiheessa, kun aloitin tehtäväni kiinteistöyhtiön toimitusjohtajana vuodenvaihteessa 2015–2016, ja korkeiden energiakustannusten aiheuttaman kustannuspaineen alentaminen oli asetettu yhtiön johdossa lähitulevaisuuden yhdeksi keskeisimmistä toiminnallisista ja taloudellisista tavoitteista. Asiaan tarttumiseksi otin ensimmäisenä selvää, tukevatko kohteen dokumentaatio ja mitattu kulutus esitettyä väitettä sähkönkulutuksen poikkeavuudesta.

Kohteesta ei ollut laadittu rakennuslupavaiheessa energiatodistusta eikä tietääkseni myöskään käyttööntöövaiheessa oltu luovutettu käyttö- ja huolto-ohjetta tai muutakaan dokumentaatiota, josta toteutuneen energiankulutuksen mahdollinen poikkeavuus suunnittelu- tai tavoitearvoihin nähden olisi ilmennyt. Energiatodistusta ei lainsäädäntö vielä tuolloin edellyttänyt, mutta huoltokirja rakennukselle olisi tullut laatia lain lisäksi jo hyvän kiinteistönpitotavankin asettamien vaatimusten perusteella. Jos kyseinen dokumentti oli joskus laadittu, ei sen olemassaolosta oltu enää tässä vaiheessa tietoisia eikä sitä löytänyt rakennuksen teknisten asiakirjojen joukosta.

Toimisto- ja liikerakennukset eroavat rakenteellisesti ja toiminnallisesti paljon toisistaan, eikä tästä syystä käyttökelpoisia vertailukohteita ollut helposti saatavilla. Kuitenkin jo suuntaa-antavakin vertailu eri lähteissä esitettyihin liike- ja toimistorakennusten energian ominaiskulutustietoihin (LIITE 5) osoittaa kohderakennuksen olevan sähkönkulutukseltaan poikkeava, vertailuarvosta riippuen jopa 1,5- tai 2-kertainen. Rakennuksen sähkönkulutus on vaihdellut vuosina 2009–2016 välillä 42-57 kWh/m³, kun kulutustason voitaisiin olettaa olevan alle 30 kWh/m³. Sen sijaan lämpöenergian kulutuksessa ei selkeää poikkeamaa ollut havaittavissa. Vertailussa käyttämälläni rakennuksen ominaiskulutuksella tarkoitetaan

suhteellista energiankulutusta rakennuksen tilavuusyksikköä kohti (kWh/m³). Kuviossa 3 on esitetty kohteen sähköenergian ominaiskulutus vuosina 2009–2018.

Lähtötilanteessa tarve sähkönkulutusta alentaville toimenpiteille oli siis ilmeisen perusteltu, ja yhtiön omistajatahon esittämää väitettä sähkönkulutuksen poikkeavuudesta tukivat aiempien selvitysten ohella asiasta tekemäni suuntaa-antava vertailu eri paikoista hankkimiini vertailulukemiin. Ilmanvaihdon saneeraus tarveohjatuksi edellisvuonna laadituilla suunnitelmissa tuntui kuitenkin tässä vaiheessa edelleenkin liian kalliilta ja epävarmalta vaihtoehdolta, joten päätin edetä asiassa selvittämällä ensiksi muiden aiemmin esitettyjen toimenpidesuosituksen toteuttamiskelpoisuutta.



KUVIO 3. Sähkön ominaiskulutus

5.3 Toimenpidesuosituksen läpikäynti

Automaatiojärjestelmän säädöt tarkastettiin laitetoimittajan toimesta vuonna 2012, ja kiinteistöhuoltajat olivat kertomansa mukaan pyrkineet tästä eteenpäin aktiivisesti kiinnittämään huomiota järjestelmän asetuksiin muun muassa valaistuksen, jäähdytyksen ja ilmanvaihdon osalta tavoitteenaan kulutuksen pienentäminen. Tämä optimointi selitti osaltaan myös havaittavissa olevaa sähkönkulutuksen jatkuvaa pientymistä vuosina 2012–2015. Kiinteistöhuoltajien tekemän optimoinnin lisäksi en itse myöskään kyennyt havaitsemaan järjestelmän asetuksissa mitään kulutukseen olennaisesti vaikuttavaa säätötarvetta.

Rakennuksen sähköliittymäsopimus oli sellainen, ettei huippuenergian toteuttamiskelpoisella rajoittamisella olisi saavutettavissa merkittävää kustannussäästöä. Lisäksi huippuenergian rajoittaminen käynnistyksen porrastuksella tulisi tapahtumaan kohdekiinteistössä käytännössä rajoittamalla jäähdytyskompressorin käynnistymistä, ja tämä johtaisi nopeasti epätyytyttäviin olosuhteisiin erityisesti keittiö- ja ravintolatiloiissa. Myöskään loistehon kompensointi ei vähennä rakennuksen mitattavaa sähköenergiankulutusta, vaan sen avulla vältetään ainoastaan maksu, jonka sähköverkkoyhtiö perii tehosiirtoasiakailtaan verkosta otetusta loistehosta. Kyseisen loistehomaksun osuus huipputehoon perustuvan tehomaksun ohella oli kiinteistösiirron kokonaiskustannuksissa marginaalinen, eikä siksiäkään pitänyt näitä sähkönsiirtoon liittyviä toimenpidesuosituksia tarpeellisina toteuttaa.

Jäähdytyksen käyntilupa oli asetettu +16 asteeseen varjosta mitattuna ja aiemmin tehdyt kokeilut jäähdytyksen lisärajoittamisesta olivat johtaneet nopeasti sisälämpötilan liiallisena pidettävään kohoamiseen erityisesti keittiötiloissa. Tästä syystä ajatukset niin kutsutun jäähdytysstrategian laatimisesta eli lämpötilan hallitun kohoamisen hyväksymisestä eivät tuntuneet toteuttamiskelpoisilta jäähdytyksen optimoinnin toteuttamiseksi, kuten eivät myöskään aiemmin mainitun huippuenergian rajoittamisen mahdollistamiseksi. Keittiötilojen jäähdytyksen eriyttämisen ja jäähdytyslaitteiston laajentamisen jätin kustannussyistä tarkasteluni ulkopuolelle.

Aiemmissa selvityksissä esitetyt toimenpidesuosituksia oli siis tässä vaiheessa joiltakin osin toteutettu. Loput toimenpidesuosituksia olin todennut toteuttamiskelvottomiksi tai ainakin hyödyttömiksi sähkönkulutuksen alentamistavoitteen näkökulmasta. Toimenpidesuosituksissa esiin tuotu ja kustannusten vuoksi toteuttamatta jäänyt ilmanvaihdon muutos tarveohjatuksi oli edelleen ajatuksissani, ja asiasta käymieni keskustelujen ja pohdinnan perusteella päädyinkin toteuttamaan tarveohjauksen ”kevennettyä versiona” ilman IV-järjestelmän kanavistoon tehtäviä massiivisempia muutoksia.

5.4 Ilmanvaihdon tarveohjauksen toteuttaminen

Tarjouspyyntöni perusteella kolmen ilmanvaihtokojeen (TK-1, TK-3 ja TK-4) automatiikkaa modernisoitiin järjestelmätoimittajana olevan Stenfors Oy:n toimesta keväällä 2016. Modernisoinnissa poistoilmakanaviin asennettiin hiilidioksidianturit, jotka kytkettiin alakeskuslaitteistoon, ja tehtiin DDC-säätimen säätöohjelmaan ja valvomo-ohjelmistoon tarvittavat lisäohjelmoinnit ja testaukset. Automatiikan modernisoinnin kustannukset olivat 3 200 € (alv 0%), jonka lisäksi aiheutui ainoastaan vähäisiä lisäkustannuksia tarvittavista kaapelointitöistä.

Ilmanvaihdon puhaltimia on aiemmin käytetty pelkästään kello-ohjauksella, jossa puhaltimet käyvät täydellä teholla rakennuksen aukioloaikoina mitoitusilmamäärän tuottamiseksi ja muina aikoina ilmanvaihdon tehoa lasketaan portaattain. Ilmanvaihdon ohjausta parannettiin tekemällä siitä portaattomasti hiilidioksidianturin (CO₂) perusteella säätyvä. Ilmanvaihdon osuus on aiempien selvitysten mukaan noin neljännes koko rakennuksen sähkönkulutuksesta, ja nyt toteutetulla puhaltimien tarpeenmukaisella ohjauksella pyritään saavuttamaan merkittävä säästö sähköenergian kulutuksessa ja sen lisäksi pienempi mutta tavoiteltava säästö lämmitysenergian kulutuksessa.

Alakeskuksen säätöohjelmassa asetettiin puhaltimille minimi- ja maksimikierrosluvut, joiden välillä kierroslukua muutetaan portaattomasti CO₂-anturilta saatavan poistoilman hiilidioksidiarvon perusteella. CO₂-mittaus soveltuu hyvin ilmanvaihdon tarpeen määrittämiseksi, sillä hiilidioksidipitoisuus korreloi hyvin sisäilman tunkkaisuuden kanssa. Kierroslukuohjauksen maksimiarvo on mitoitusilmamäärän tuottamiseen tarvittava täysi käyntiteho ja minimiarvo puolestaan puhallinmoottorille suositeltu alin pyörimisnopeus, joka on tässä tapauksessa noin 60 prosenttia täydestä nopeudesta.

Alin suositeltava pyörimisnopeus on osa IV-kojeen suunnitteluvaiheessa tehtyä moottorikäytön mitoittamista, jossa on huomioitu eri pyörimisnopeuksilla muodostuva momentintarve nimellismomenttiin verrattuna sekä termisen kuormituksen lisääntyminen puhallinmoottorin itsejäähdytyksen vähentyessä kierrosnopeuden laskun seurauksena. Mitoituksen tuloksena on valittu järjestelmään sopiva moottori-puhallinyhdistelmä ja taajuusmuuttaja sekä määritetty muiden säätöarvojen ohella alin pyörimisnopeus siten, ettei moottorikäytön suoritusarvoja ylitetä normaaleissa käyttöolosuhteissa ja näin lyhennetä turhaan laitteiston komponenttien käyttöikä.

Tarveohjauksen toteuttamisen yhteydessä todettiin tarpeelliseksi myös valvomon uudistaminen. Valvomona toiminut PC-tietokone oli ollut käynnissä yhtäjaksoisesti noin 8 vuoden ajan, ja sen teknisen käyttöänsä voitiin ajatella olevan lopussa. Myös sen käyttöjärjestelmänä olleen Windows XP:n tuki oli loppunut, eikä myöskään koneen Stematic for Windows -valvomo-ohjelmistoon ollut hankittu vuosiin päivityksiä. Tässä yhteydessä päätettiin tilata valvomoksi Windows 10 -käyttöjärjestelmällä ja uusimmalla valvomo-ohjelmiston versiolla varustettu tietokone, jonka toimitukseen sisältyi myös kiinteistöhoitajille annettu ohjelmiston käyttökoulutus. Valvomon uusimiskustannukset olivat 2.000 €(alv 0%), ja tämän investoinnin tavoitteena oli käyttövarmuuden parantaminen pienentämällä valvomojärjestelmän fyysisen tai ohjelmallisen toimintahäiriön aiheuttamaa riskiä.

5.5 Käyttökokemukset ja havainnot

Ilmanvaihdon muuttaminen tarveohjatuksi toteutettiin keväällä 2016 eikä vielä kyseisen vuoden kesän aikana ehditty saada käsitystä ilmanvaihdon toimivuudesta tai energiansäästöstä, kun jo saman vuoden syyskuussa kiinteistössä tuolloin toimineen kahvila-ravintolayrityksen konkurssi johti kiinteistöyhtiön säästötoimenpiteisiin. Kahvila-ravintolatoiminnan loppuminen jätti äkillisesti vaille toimintaa noin kolmanneksen alakerran tiloista ja aiheutti merkittävän loven kuukausittaiseen vastiketuloon, josta aiheutui tarve alentaa nopeasti yhtiön hoitomenoja. Hoitomenoja pyrittiin alentamaan muun muassa vähentämällä sähkönkulusta asettamalla ilmanvaihtokoje TK-01 kokoaikaisesti minimiteholle ja pysäyttämällä keittiön ilmanvaihtokoje TK-02 kokonaan. Toimenpiteiden seurauksena vuoden 2016 sähkön ominaiskulutus jäi yhtiön toimintahistorian pienimmäksi lukemalla 35,63 kWh/m³.

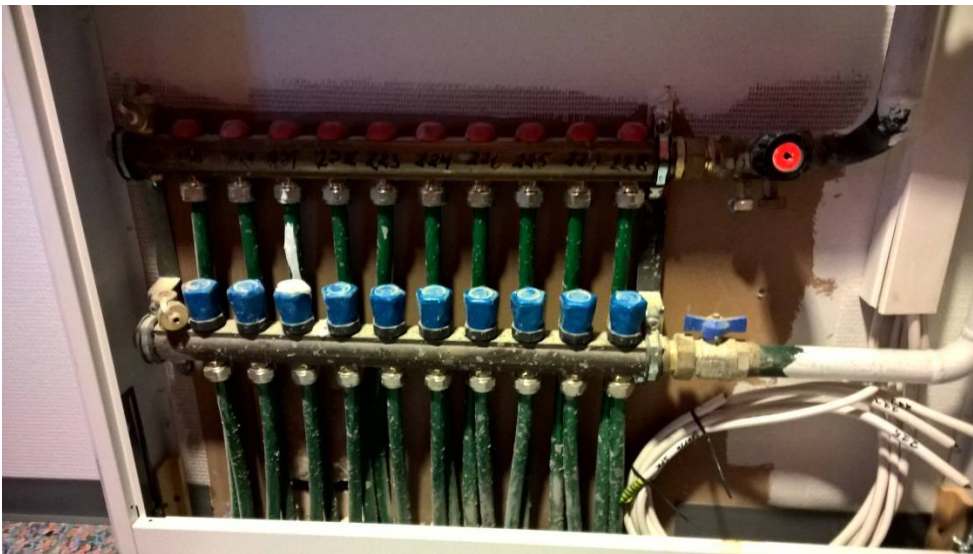
Uusi vaihe toiminnassa koitti joulukuussa 2016, kun yhtiössä aloitettiin omistajan toimesta saneeraus, jossa alakerran liiketiloja muutettiin monipalvelukirjastoksi ja kahvila-ravintola keittiöineen remontoitiin uutta toimijaa varten. Samalla alakerran yhteistiloihin tehtiin myös kiinteistöyhtiön toimesta joitakin muutoksia. Kuukausia kestäneen saneerauksen aikana ilmanvaihtokojeita TK-01, TK-02 ja TK-03 ei käytetty normaalisti. Aiemmin Paanulinnana tunnettu liikekeskus avasi ovensa uudelleen maaliskuussa 2017, ja uudistuneen liikekeskuksen nimeksi muutettiin tässä yhteydessä Juustoportti Kärsämäki.

Asiakasmäärät uudistuneessa liikekeskuksessa olivat alusta alkaen merkittävästi aiempaa suurempia, ja samassa yhteydessä tapahtunut kunnanviraston muutto rakennuksen yläkerran tyhjiin toimistotiloihin lisäsi osaltaan rakennuksen ilmanvaihdon tarvetta aiemmasta. Asiakasmäärän ja käyttöasteen lisäksi myös tilojen yhteyteen sijoitetun elintarvikemyymälän kylmäkalusteiden tuoma lämpökuorma vaikutti osaltaan sisäilmasto-olosuhteisiin lisäten ilmanvaihdon tarvetta. Vuoden 2017 sähkön ominaiskulutus olikin kohonnut lähemmäs entisiä lukemia, arvoon 45,2 kWh/m³.

Vuosien 2017 ja 2018 aikana kiinteistönhoitajat olivat saaneet käyttäjiltä aika-ajoin palautetta muun muassa tilojen kylmyydestä ja kuumasta tai tunkkaisesta sisäilmasta. Kylmyyteen oli reagoitu muuttamalla lämmityskierron säätökäyrää tarvittavaan suuntaan ja huonoksi koettua ilmanvaihtoa oli parannettu asettelemalla iv-koneiden tehoja manuaalisesti aikaisempaan tapaan. Käyttäjiltä saatua palautetta ei käsitelty kiinteistöyhtiön hallinnossa ja asiaan havahduttiin vasta vuonna 2018 sähkönkulutuksen kasvessa edelleen. Vuonna 2018 sähköä kului 50,6 kWh/m³ eli lähes edellisvuosien tapaan ja joka kuukausi keskimäärin noin 15 % enemmän kuin lähtötilanteessa vuonna 2015 (LIITE 1).

Etsittäessä syitä uudestaan kasvavaan kulutukseen todettiin, että ilmanvaihdon tarveohjaus oli jossain vaiheessa kiinteistöhoitajien toimesta ohitettu kaikkien iv-kojeiden ohjauksesta toistuvan käyttäjäpaulteen seurauksena, joka koski tunkkaiseksi koettua sisäilmaa. Tieto tästä ei ollut kuitenkaan ollut välittynyt eteenpäin, joten ratkaisun välttämättömyyttä tai vaihtoehtoisten toimenpiteiden käyttöönottoa ei aikanaan pystytty arvioimaan. Samassa yhteydessä todettiin myös aiemmasta käsityksestä poiketen, ettei lattialämmityksen tilakohtaista säätöä ollut käytössä missään osassa rakennusta, vaan niistäkin tiloista, joihin oli asennettu huonetermostaatit, puuttui jakotukilta tarvittavat toimilaitteet. Kuvassa 9 on lämmityskierron jakotukki, josta puuttuu huonetermostaattien toimilaitteet.

Lämmityspiirien jakotukit on sijoitettu suljettuihin koteloihin eripuolille rakennusta eikä asia siten ole helposti havaittavissa tavanomaisten kunnossapitotoimien yhteydessä. Lämmönjaon vajavainen toteutus on ollut mahdollisesti alkujaan tiedossa, mutta se on sittemmin unohdettu eikä sen merkitystä sisäilmasto-olosuhteitten hallintaan vaikuttavana tekijänä ymmärretty. Asia ei myöskään tullut esille missään rakennukseen tehdystä talotekniikkaan liittyvässä selvityksessä. Tämän yllättävän havainnon seurauksena täytyi jatkotoimenpide-ehdotukset ulottaa myös lämmitysjärjestelmän puolelle.



KUVA 9. Lämmityskierron jakotukki

5.6 Jatkotoimenpide-ehdotukset

Tärkeimpänä jatkotoimenpiteenä voidaan mielestäni pitää huonetermostaattien toimilaitteiden hankkimista ainakin niihin tiloihin, joissa on jo olemassa huonetermostaatti tai valmis kaapelointi sen asenta-

miseksi. Näin mahdollistetaan huonekohtaisen lämmityksen rajoittaminen ja vähennetään tarvetta poistaa ilmanvaihdon avulla tilasta ylimääräistä lämpöä, joka osaltaan aiheuttaa kokemuksen huonosta sisäilmasta. Tämän toimenpiteen kustannukset ovat saatavaan hyötyyn nähden kohtuulliset, enintään joidakin tuhansia euroja.

Huonetermostaattien käyttöönotto parantaa tarpeenmukaisen ilmanvaihdon toimintaedellytyksiä, ja tarpeenmukaista ilmanvaihtoa kannattaa mielestäni vielä kokeilla aiempaa tarkemmalla virityksellä ja suuremmalla minimiteholla. Kohteen IV-koneiden palvelualueet ovat kuitenkin laajoja ja tilojen käyttöasteet vaihtelevat, minkä vuoksi poistoilmakammioon asennettu keskimääräistä hiilidioksidipitoisuutta mittaava anturi ei pysty erottelemaan tilakohtaista CO₂-pitoisuuden eroa ja siitä johtuen osassa tiloja ilmanlaatu voi edelleen olla huono, kun samaan aikaan toisaalla poistetaan ilmaa tyhjiä tiloista. Toimiseksi paremmin järjestelmä vaatisi huonekohtaisen hiilidioksidimittauksen vyöhykepelteineen, ja se olisi suuruusluokaltaan merkittävä ja takaisinmaksuajaltaan pitkä. Käyttäjien kokemaan huonoon ilmanlaatuun vaikuttaa myös toimisto- ja kylmälaitteiden lämpökuorma, joka tulisi ottaa huomioon minimi-ilmanvaihtoa ja tuloilman lämpötilaa koskevissa asetuksissa.

Jatkotoimenpiteenä voidaan pitää myös energiatodistuksen hankkimista ja sen nähtäville asettamista asiaa koskevan lain velvoitteiden mukaisesti. Hankkimalla energiatodistus voidaan saada myös tietoa rakennuksen laskennallisesta energiankulutuksesta ja toimenpidesuosituksia energiatehokkuuden parantamiseksi. Kunnossapidon tueksi olisi mielestäni tässä vaiheessa järkevää laatia myös asianmukainen huoltokirja, johon merkittäisiin tehdyt huolto- ja kunnossapitoimenpiteet sekä kirjattaisiin kulutus- ynnä muut seurantatiedot helpottamaan kunnossapidon suunnittelua ja seurantaa. Tarkemmalla kulutusseurannalla voitaisiin myös havaita paremmin tehtyjen toimenpiteiden vaikutus energiankulutukseen. Lisäksi huoltokirjan avulla voitaisiin hallinnoida nykyistä paremmin kohteen dokumentaatiota aina rakennuspiirustuksista yksittäisiin konekortteihin ja huolto-ohjeisiin saakka.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Opinnäytetyössä kartoitettiin liikerakennuksen energiansäästämahdollisuuksia ja yritettiin parantaa ilmanvaihtojärjestelmän energiatehokkuutta hiilidioksidiohjauksen avulla. Työssä havaittiin, ettei hiilidioksidiohjaus toiminut ainakaan silloisessa tilanteessa toivotulla tavalla eikä energiatehokkuutta onnistuttu sen avulla parantamaan siten, että sisäilmasto-olosuhteet säilyisivät käyttäjäystävällisinä. Tämän vuoksi ohjaustavasta jouduttiin melko nopeasti luopumaan ja säästötavoite sähköenergian kulutuksessa jäi saavuttamatta. Kokeilusta saatiin kuitenkin tärkeää kokemusta ja havaintoja jatkotoimenpiteiden suunnittelemiseksi. Opinnäytetyön voidaankin ajatella olevan eräänlainen väliraportti, jonka määrittämiä jatkotoimenpide-ehdotuksia noudattamalla onnistutaan saavuttamaan energiansäästötavoitteet myöhemmin.

Tärkeimpänä jatkotoimenpiteenä voidaan pitää puuttuvien huonetermostaattien asentamista mahdollisimman pian. Tämä antaa paremman mahdollisuuden yrittää uudestaan ilmanvaihdon tarveohjausta aiempaa perusteellisemmin tehtävällä virityksellä ja tarkemmalla sisäilmasto-olosuhteiden seurannalla. Lisäksi tulee tarvittaessa ryhtyä laajempaan IV-saneeraukseen jollei sähkönkulutusta muutoin onnistuta pienentämään. Jatkotoimenpiteistä ei mielestäni pidä unohtaa myöskään energiatodistuksen hankkimista ja sähköisen huoltokirjan laatimista kunnossapidon ja energianhallinnan perustyökaluksi.

Opinnäytetyön tekeminen on avartanut käsitystäni rakennusautomaation laaja-alaisuudesta ja sen merkityksestä asianmukaisten sisäolosuhteiden hallinnassa. Työn aikana olen oppinut ymmärtämään myös automaation ja talotekniikan sisältämän potentiaalisen energiatehokkuuden parantamisessa. Työn kulku osoitti myös, että itselläni on tarpeellista vielä syventää tietouttani lämmitys- ja ilmanvaihtoprosessien hallintaan liittyvistä asioista ja hankkia osaamista rakennusautomaatiosaneerausprosessin oikeaoppisesta läpiviemisestä tarvekartoituksesta hankesuunnitteluun ja toteutukseen saakka.

Työn tuloksia pohtiessa nousee esiin rakennuksen järjestelmien riittävän tuntemisen tärkeys. Rakennusautomaatio koostuu useista osajärjestelmistä, jotka kukin vaikuttavat osaltaan rakennuksessa vallitseviin olosuhteisiin ja energiankulutukseen. Järjestelmien toiminta ja mahdolliset heikkoudet tulee tuntea riittävän hyvin, jotta voidaan arvioida niiden merkitystä osana kokonaistaloudellisuutta tai energiatehokkuutta. Kulutukselle tai energiatehokkuudelle ei voida myöskään asettaa riittävän kunnianhimoisia ja mitattavia tavoitteita, jollei rakennuksen suunnitteluarvoja ja laskennallista energiankulutusta tunneta.

Toisena keskeisenä havaintona on energia-asioiden liian vähälle jäänyt merkitys kiinteistöjohtamisessa. Kiinteistöyhtiön toimitusjohtajan tehtäväkuvassa painottuvat usein hallintoon ja talouteen liittyvät asiat energian- ja elinkaarenhallinnan jäädessä arjessa sivuosaan käytännön kiinteistöhoitotehtävien ollessa kiinteistöhuoltajien vastuulla. Tieto kiinteistössä vallitsevista olosuhteista ja eri järjestelmien tilasta jää saavuttamatta hallintotason, tai sitä ei osata hyödyntää kunnossapidon johtamisessa. Kiinteistöhallinnossa tyydytään havaintojeni mukaan muutoinkin usein vain ylläpitämään vallitsevaa tilannetta eikä tavoitteellinen kehittämisnäkökulma ole niin voimakkaasti esillä kuin muussa liiketoiminnassa yleisesti on. Toisaalta ero johtuu osaltaan siitä, että muussa liiketoiminnassa tavoitellaan lähtökohtaisesti voittoa ja keskinäisessä kiinteistöyhtiössä tuotetaan tilapalvelua omistajan hyödynnettäväksi ja tältä peritään vastikkeen muodossa kyseisen palvelun tuottamisesta aiheutuneet kustannukset ilman voittotavoitetta.

Kunnossapidon suunnitelmallisen johtamisen ja energiatehokkuudessa saavutettujen parannusten merkitys kiinteistöyhtiön hoitomeneihin tulee tiedostaa osana talous- ja toimintasuunnittelua ja näille asioille kannattaakin asettaa kehitystavoitteita. Taloudellisen näkökulman lisäksi myöskään rakennusten lämmitys- ja käyttöenergian aiheuttamia CO₂-päästöjä ei voida jättää nykypäivän ympäristötietoisessa yhteiskunnassa huomioimatta.

Loppupäätelmänä totean, että opinnäytetyön yhteydessä saamiini havaintojen perusteella energianhallinta on nostettava strategiseksi osaksi nykyaikaista kiinteistöjohtamista eikä ottaa sitä tarkasteluun ainoastaan jo ilmenneissä ongelmatilanteissa tai jättää toteutettavaksi pelkästään kiinteistöhuoltajien ja tilojen käyttäjien päivittäisessä toiminnassa tehtävien yksittäisten valintojen yhteydessä.

LÄHTEET

Asumisterveysohje. 2003. Helsinki: Sosiaali- ja terveysministeriö. Saatavissa: https://www.finlex.fi/data/normit/14951/asumisterveysohje_pdf.pdf. Viitattu 6.8.2018.

Haarma, K., Kaivanto, K., Kangasluoma, M., Jaatinen, A. & Johansson, L. 2014. Isännöinnin käsikirja. 17. painos. Helsinki: Kiinteistöalan kustannus Oy.

Harju, P. 2009. Ilmastointitekniiikan oppikirja 1. 1. painos. Kouvola: Penan Tieto-Opus Ky.

Harju, P. 2006. Talotekniikan automaatio, mittaus ja säätö. 2. painos. Kouvola: Penan Tieto-Opus Ky.

Heinonen, M. 2013. Toiminnantarkastus – Näin se tehdään. 1. painos. Helsinki: Kiinteistöalan Kustannus Oy.

Kirjanpitolautakunnan yleisohje asunto-osakeyhtiöiden ja muiden keskinäisten kiinteistöyhtiöiden kirjanpidosta ja tilinpäätöksestä. Julkaistu 12.4.2005. Saatavissa: <http://ktm.elinar.fi/ktm/fin/kirjanpi.nsf/huuhaa/712F754315FD9323C22570A400462D33?opendocument>. Viitattu 31.5.2018.

Laki rakennuksen energiatodistuksesta. 18.1.2013/50. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2013/20130050>. Viitattu 26.6.2018.

Liedes, R. (toim.) 2017. ST-ohjeisto 15. Rakennusten energiatehokkuus. 2., uudistettu painos. Espoo: Sähköinfo Oy.

Maankäyttö- ja rakennuslaki. 5.2.1999/132. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>. Viitattu 28.6.2018.

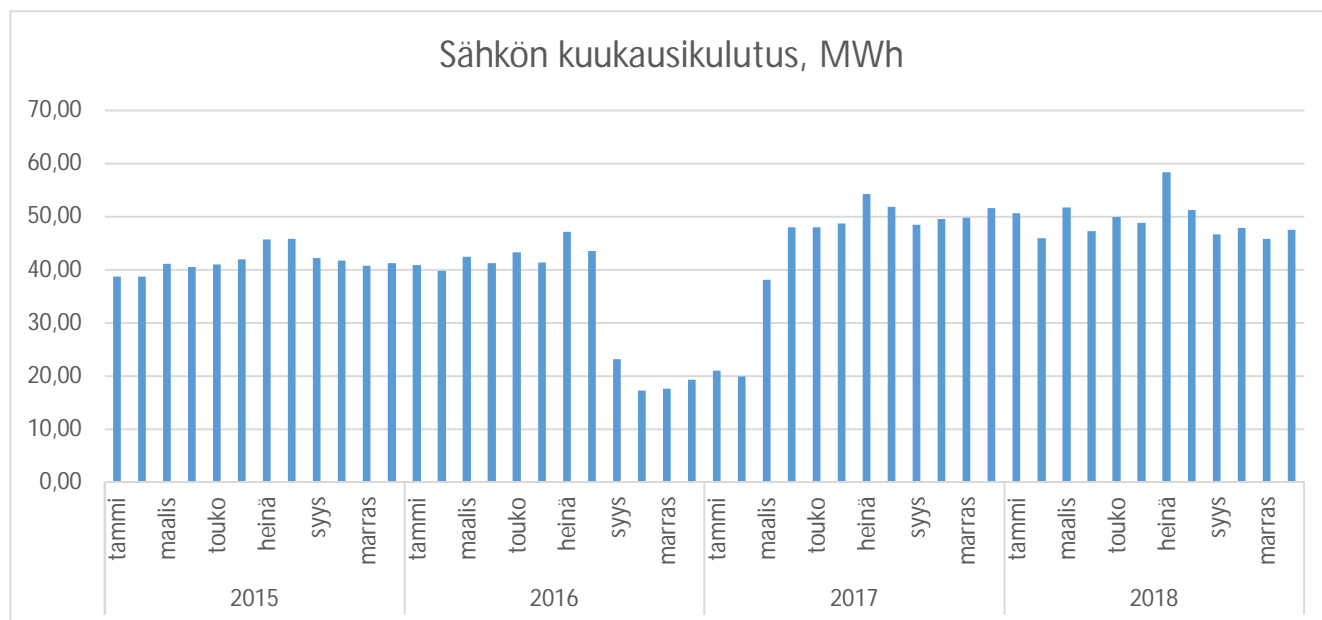
Osakeyhtiölaki. 21.7.2006/624. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2006/20060624>. Viitattu 31.5.2018.

Piikkilä, V. (toim.) 2012. ST-käsikirja 17. Rakennusautomaatiojärjestelmät. 3., uusittu painos. Espoo: Sähköinfo Oy.

ST-kortti 709.00. Kiinteistön hallintajärjestelmien peruskäsitteet ja terminologia. Julkaistu 23.3.2017. Espoo: Sähköinfo Oy.

Tomperi, S. 2016. Tilintarkastus – Normeista käytäntöön. 3., uudistettu painos. Keuruu: Edita Publishing Oy.

SÄHKÖN KULUTUS JA MERKITTÄVÄT TAPAHTUMAT 2015-2018



2015	tammi	38,71		2017	tammi	20,95	
	helmi	38,71			helmi	19,82	
	maalis	41,07			maalis	38,12	REMONTTI VALMISTUU
	huhti	40,53			huhti	47,91	118 %
	touko	40,91			touko	47,98	117 %
	kesä	41,95			kesä	48,65	116 %
	heinä	45,61			heinä	54,16	119 %
	elo	45,82			elo	51,82	113 %
	syys	42,13			syys	48,43	115 %
	loka	41,64			loka	49,48	119 %
	marras	40,73			marras	49,76	122 %
	joulu	41,18	SELVITYSTYÖ ALKAA		joulu	51,51	125 %
2016	tammi	40,80		2018	tammi	50,63	124 %
	helmi	39,76			helmi	45,88	115 %
	maalis	42,43			maalis	51,71	122 %
	huhti	41,23	TARVEOHJAUS KÄYTTÖÖN		huhti	47,26	115 %
	touko	43,24			touko	49,81	KIRJOITUSTYÖ ALKAA
	kesä	41,30			kesä	48,74	
	heinä	47,11			heinä	58,27	
	elo	43,53			elo	51,21	LOPPUTARKASTELU
	syys	23,17	IV-KONEITA KIINNI		syys	46,63	
	loka	17,17			loka	47,79	
	marras	17,55			marras	45,81	
	joulu	19,21	REMONTTI ALKAA		joulu	47,49	JATKOTOIMENPITEET

KOHTEEN RAKENNUSLUPAPÄÄTÖS

KÄRSÄMÄKI
Valvonta-autakuntaPÖYTÄKIRJA
Rakennuslupa

OTE

Lupa numero 2006-3001

Päätöspäivä 02.02.2006 § 9

Sivu 10

Hakija	Rakennuspaikka	
Kiinteistö Oy Kärsämäen Liikkeskus Haapajärventie 1 86710 KÄRSÄMÄKI	Kiinteistötunnus Kaukunginosa kylä Tilan nimi RN:o Rakentamistoimenpide	317-402-0039-0142 Kärsämäki Suikkula 39:142 Liike- ja toimistotalon rakentaminen Jäteaitauksen rakentaminen
Rakennukset	Tontin pinta-ala Sallittu kerrosala Rakennuspaikan kokonaiskerrosala Työt aloitettava Työt oltava valmiit	11600,00 m ² 2600,00 m ² 2647,00 m ² 2647,00 m ² 04.03.2009 mennessä 05.03.2011 mennessä
Lausunnot	Osoite Kaavallinen valmius Käyttötarkoitus Paloluokka Rakennettava kerrosala Kokonaisala Tilavuus	Haapajärventie 1 86710 KÄRSÄMÄKI Asemakaava Liike- ja tavaratalot kk P2 2647,00 m ² 2647,00 m ² 11690,00 m ³
Hakemuksen liitteet	- Ympäristösuojeluviranomainen - Pelastusviranomaisen	19.01.2006
Ennakkokatselut ja kuuleminen	- Selvitys rakennuspaikan omistus- ja hallinto-oikeudesta - Ote asema- tai ranta- asemakaavasta - Pääpiirustukset - Rakennushankeilmoitus RH1	2 kpl 1 kpl 2 kpl 1 kpl
PÄÄTÖSEHDOTUS	- Hankkeesta on ilmoitettu naapurille MRL 133 §:n mukaisesti. 29.12.2005 - Maankäyttö- ja rakennuslain 133 §:n mukainen alkukatselmus ei ole tarpeen.	
	Valvontalautakunta päättää maankäyttö- ja rakennuslain ja sen nojalla annettujen säännösten ja määräysten perusteella myöntää haetun luvan sekä vahvistaa esitetyt suunnitelmat noudatettavaksi seuraavin ehdoin:	
	Rakennustyötä ei saa aloittaa ennen kuin rakennustarkastaja on hyväksynyt hankkeelle:	
	- Rakennustyön vastaava työnjohtaja - KVV työnjohtaja - IV Työnjohtaja	
	Ennen kunkin työvaiheen aloittamista on rakennustarkastajalle esitettävä seuraavat selvitykset ja suunnitelmat:	
	- Rakennepiirustukset - Lujuuslaskelmat - Ilmanvaihtosuunnitelma - Vesijohto- ja viemärisuunnitelma	
	Rakennustyön aloittamisesta on ilmoitettava rakennusvalvontatoimistoon ja työn toteuttaminen edellyttää seuraavien toimenpiteiden ja katselmusten suorittamista:	

Pöytäkirja

JS RR

Otteen pöytäkirjasta todistaa oikeaksi

Kärsämäki 2.2.2006 1136

Pöytäkirjanpitäjä Ulla P.

KÄRSÄMÄKI
Valvontalautakunta

PÖYTÄKIRJA
Rakennuslupa

Lupnumero 2006-0001

Päätöspäivä 02.02.2006 § 9

Sivu 11

- Aloituskokous
- Sijainnin merkitseminen
- Raudituskatselmus
- Rakennekatselmus
- LVI-katselmus
- Käyttönottokatselmus
- Loppukatselmus

Katselmuksia on liitettävä rakennusvalvontatoimistolta vähintään viikkoa ennen toivottua katselmuspäivää.

Mikäli rakennustyötä ei ole aloitettu kolmessa vuodessa ja saatettu loppuun viidessä vuodessa tämän päätöksen antamisesta, raukeaa nyt myönnetty rakennuslupa allee luvan myöntävä viranomaisen erityisistä syistä hakemuksista pidennä so voimassaoloaikaa.

Muut lupaehdot

Rakennustyötä ei saa aloittaa ennen kuin lupa on tullut lainvoimaiseksi. Jos tämän hakemuksen perusteella annettu lupapäätös valituksen johdosta kumoutuu niin, ettei hankkeen toteuttaminen ole mahdollista alkuperäisessä muodossa, alkuperäisessä sitoutuu saattamaan rakennuspaikan ja sen ympäristön sellaiseen kuntoon kuin se oli ennen rakentamisen tai toimenpiteen aloittamista taikka muuttamaan jo toteutettua toimenpidettä valituksen johdosta annetussa päätöksessä edellytetyllä tavalla. Rakennusluvalla hakija sitoutuu korvaamaan kaikki haitat, vahingot ja kustannukset, jotka voivat aiheutua edellä mainitun lupapäätöksen kumoamisesta tai muuttumisesta.

Rakentamisessa on otettava huomioon Jokilaaksojen pelastuslaitoksen lausunnonssa rakennuslupahakemuksaan (19.01.2006) esitetyt vaatimukset.

Rakennukselle on laadittava MRA 66 §:n edellyttämä **käyttö- ja huolto-ohje**.

Rakennuttajan / Urakoitsijan on toimitettava rakennustarkastajalle rakennusvaikeuskoestien tilojen seinä- ja lattiarakenteista sekä seivitys käytettävistä vedeneristysaineista ennen kyseisen työvaiheen aloittamista.

Rakennushankkeen viereisyydestä on ilmoitettava rakennuspaikalla näkyville asetettavalla tiedotuskyltillä osoite-, urakoitsija-, rakennuttaja-, yms. tietoineen. Kyllä on asennettava paikoilleen heti rakennusluvalla myöntämisen jälkeen ennen rakentamiseen ryhtymistä.

Rakennuksessa on suoritettava käyttövesi- ja lämpöjohtoverkostojen koepaineistus. Rakennuksessa on suoritettava vlmärin liiveyskuo. Rakennuksessa on suoritettava sähköasennusten käyttöönottotarkastus valtuudet omaavan asennusliikkeen tai muun vastaavan tahon toimesta. Rakennuksen koneellinen ilmastointi on säädettävä suunniteluihin arvoihin. Näistä toimenpiteistä on laadittava pöytäkirja ja ne on luovutettava rakennustarkastajalle viimeistään käyttöönottokatselmuksen yhteydessä.

Rakennukseen on asennettava palovarallimet pelastusviranomaisen ohjeen mukaan.

Rakentamisen laadun asianmukaisen toteuttamisen varmistamiseksi ja tarkastusten todentamiseksi on työmaalla pidettävä **rakennustyön tarkastusasiakirjaa** MRL 150§ mukaisesti.

Asienmukaisesti täytetty ja vastaavan työnjohtajan allekirjoituksin varustettu tarkastusasiakirja on luovutettava rakennustarkastajalle viimeistään loppukatselmuksen yhteydessä.

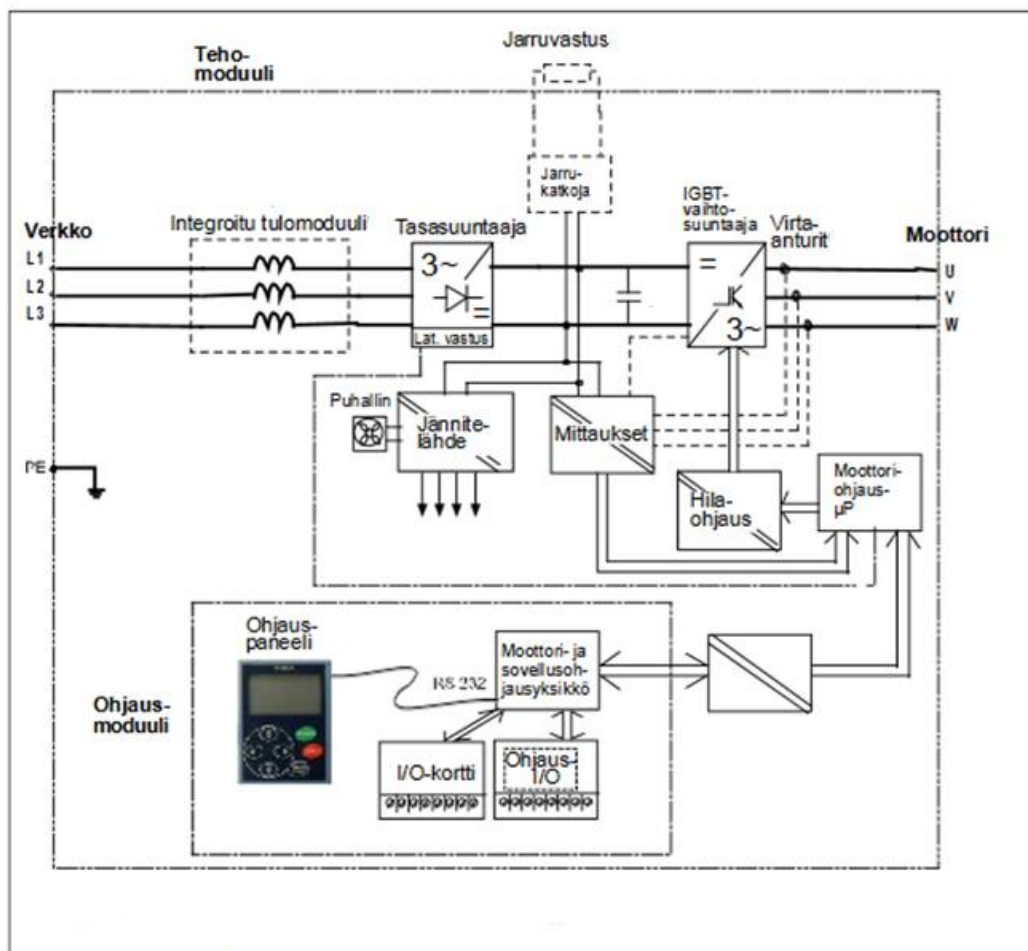
Ptk:n tark.

JS PK

TOIMINNALLISET JA TALOUDELLISET TAVOITTEET 2018

KIINTEISTÖ OY KÄRSÄMÄEN LIIKEKESKUS							
Yhtiön toimiala ja toimialue							
Yhtiön toimialana on hallita vuokraamaan Kärsämäen kunnan Kärsämäen kylässä sijaitsevia tiloja sekä määräälää sekä omistaa ja hallita niille rakennettua liikerakennusta.							
Toiminnalliset ja taloudelliset tavoitteet 2018							
- Taloudellisena tavoitteena on mahdollistaa kohtuullinen vastiketaso.							
- Toiminnallisena tavoitteena on katetun lastauslaiturin rakentaminen ravintolakeittiön tarpeisiin.							
Riskit							
Yhtiön toimintaan ei sisälly merkittäviä riskejä vuonna 2018.							
Toiminnallisia tietoja yhtiöstä							
Yhtiö omistaa liikerakennuksen osoitteessa Haapajärventie 1, 86710 Kärsämäki.							
Tavoitteet ja tunnuslu	Tavoiteluokka	Tavoitetaso	TP 2016	Vertailu *	TA 2018	TS 2019	TS 2020
Kannattavuus							
Käyttökate-%	kannattavuustavoite	7 %	0,60	45,5	7	7	7
Omavaraisuusaste %	kannattavuustavoite	> 40	25,70	52,50	26,00	28,00	30,00
Quick Ratio	kannattavuustavoite	> 1	1,90	0,90	2,00	2,00	2,00
Investoinnit							
Kustannusarvio	tuotantotavoite				35 000		
Lastauslaiturin							
* Vertailutietona toimialan 68209 Muiden kiinteistöjen vuokraus ja hallinta tunnusluvut 31.12.2016, toimialalla yrityksiä 8.399 kpl							
Tunnuslukujen laskentakaavat							
Käyttökate-%	Käyttökate			x 100			
	Tuotot yhteensä						
Omavaraisuus-%	Oma pääoma			x 100			
	Taseen loppusumma – saadut ennakkomaksut						
Quick Ratio	Rahoitusomaisuus						
	Lyhytaikainen vieras pääoma – saadut ennakkomaksut						

DANFOSS: VACON NXL-TAAJUUSMUUTTAJAN RAKENNE



LÄHDE: Vacon NXL Käyttöopas (Danfoss Oy)

MOTIVA: SÄHKÖN OMINAISKULUTUKSIA RAKENNUSTYYPEITTÄIN

Tyyppi	Kohteita kpl	Tilavuus 1000 r-m ³	Sähkö - ominaiskulutus (kWh/r-m ³)																	
			Ennen energiakatselmusta																	
			Min	5 %	10 %	Alakv	Med	Yläkv	90 %	95 %	Max									
TK 1994																				
11 Myymälä rakennukset (poislukien Liike- ja tavaratalot, kauppakeskukset)	47	1 380	5,6	9,2	9,9	15,2	19,3	123,3	173,2	185,5	264,1									
112 Liike- ja tavaratalot, kauppakeskukset	35	3 522	1,6	2,7	6,7	14,7	27,6	43,9	60,7	65,3	95,0									
12 Majoitusliikerakennukset	15	406	4,6	5,2	5,6	10,3	30,8	37,9	53,2	68,5	90,4									
13 Asuntolarakennukset	9	121	10,8	11,3	11,7	17,9	23,8	31,7	34,4	35,5	36,6									
14 Ravintolat	6	43	24,6	24,8	25,0	26,9	33,9	64,2	102,4	116,8	131,2									
15 Toimistorakennukset (kaikki)	203	6 728	0,1	7,9	9,6	13,4	19,8	26,5	39,9	59,4	339,1									
15 Toimistorakennukset, julkinen palvelusektori	73	1 380	5,6	9,2	9,9	15,2	19,3	123,3	173,2	185,5	264,1									
15 Toimistorakennukset, yksityinen palvelusektori	123	5 453	0,1	8,6	9,5	13,4	22,3	27,5	34,9	45,1	339,1									
16 Liikenteen rakennukset	19	259	3,5	5,1	6,8	11,5	51,4	422,5	474,3	490,9	597,6									
21 Terveystieteiden rakennukset (pois lukien Terveyskeskukset ja -asemat)	27	1 342	17,0	17,6	18,6	23,6	31,0	42,5	54,2	57,2	62,2									
214 ja 219 Terveyskeskukset ja -asemat	55	774	6,9	12,3	14,1	17,9	24,0	30,3	34,2	37,2	49,8									
22 Huoltolaitosrakennukset (pois lukien Vanhainkodit)	21	112	8,5	9,6	11,1	16,4	20,8	31,3	34,8	47,0	48,7									
221 Vanhainkodit	34	447	11,0	16,0	17,5	20,7	26,5	32,6	41,6	47,3	78,5									
23 Muut sosiaalitoimen rakennukset (pois lukien Päiväkodit)	15	107	1,7	4,8	8,1	13,7	19,6	26,6	27,2	27,3	27,4									
231 Päiväkodit	207	746	2,7	11,9	13,6	16,7	21,6	26,8	32,7	36,2	91,0									
31 Teatteri- ja konserttirakennukset	8	272	6,3	7,1	7,8	12,9	15,5	16,6	17,3	17,8	18,2									
32 Kirjasto-, museo-, ja näyttelyhallirakennukset	28	226	5,2	7,3	9,6	11,5	14,7	21,2	28,0	31,0	35,0									
33 Seura- ja kerhorakennukset	21	92	3,7	5,1	5,2	6,6	11,4	16,0	22,0	24,8	28,2									
34 Uskonnollisten yhteisöjen rakennukset	12	96	4,4	6,0	7,4	12,4	14,9	20,8	34,1	40,2	46,0									
35 Urheilu- ja kuntoilurakennukset (pois lukien Jää- ja uimahallit)	29	571	1,8	2,5	5,9	8,6	13,1	21,7	37,3	40,5	78,2									
351 Jäähallit	9	648	4,6	7,6	10,7	25,2	27,5	34,6	40,0	41,4	42,7									
352 Uimahallit	10	153	39,1	39,2	39,3	39,7	45,5	62,2	76,8	83,2	89,6									
36 Muut kokoontumisrakennukset	6	89	1,6	2,6	3,6	6,7	11,3	17,4	56,1	74,7	93,2									
51 Yleissivistävien oppilaitosten rakennukset	263	4 534	2,7	8,5	9,9	12,0	14,5	18,3	22,9	30,2	79,2									
52 Ammatillisten oppilaitosten rakennukset	32	1 023	6,6	11,6	12,2	14,0	17,1	24,0	31,3	36,3	170,1									
53 Korkeakoulu- ja tutkimuslaitosrakennukset	11	562	12,7	13,5	14,3	16,5	22,1	36,5	45,7	57,7	69,8									
54 Muut opetusrakennukset	9	38	7,2	8,4	9,7	11,8	15,5	22,3	30,9	32,5	34,1									
71 Varastorakennukset	8	862	5,9	6,4	7,0	7,8	13,6	18,4	37,4	56,8	76,2									
72 Palo- ja pelastustoimen rakennukset	23	183	4,5	5,5	7,1	10,1	18,6	21,8	24,1	27,7	29,2									
89 Muut maatalousrakennukset	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd									
93 Muut rakennukset	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd									

LÄHDE: Motivan energiakatselmustietokanta