

Reetta Turtiainen

# DATA-ANALYTIIKAN SOVELTUVUUS KIINTEISTÖJEN YLLÄPITOON KYS PUIJON SAIRAALASSA

Opinnäytetyö

Tekniikan ylempi ammattikorkeakoulu

Talotekniikan koulutus (ylempi AMK)

2021



**Kaakkois-Suomen  
ammattikorkeakoulu**

<b>Tekijä/Tekijät</b>	<b>Tutkintonimike</b>	<b>Aika</b>
Reetta Turtiainen	Insinööri (YAMK)	marraskuu 2021
<b>Opinnäytetyön nimi</b>		
Data-analytiikan soveltuvuus kiinteistöjen ylläpitoon KYS Puijon sairaalassa		74 sivua 15 liitesivua
<b>Toimeksiantaja</b>		
Pohjois-Savon sairaanhoitopiirin kuntayhtymä, Kiinteistöhallinto		
<b>Ohjaaja</b>		
Johanna Arola, Juha-Matti Horttanainen		
<b>Tiivistelmä</b>		
<p>Kiinteistö- ja rakennusautomaatioala elää nopean kehittymisen aikaa, kun erilaiset kiinteistötehokkuuden analysointiohjelmat ovat lisääntyneet. Pohjois-Savon sairaanhoitopiirin kiinteistöhallinto halusi tutkimuksella selvittää, saavutetaanko ohjelman avulla hyötyä kiinteistöjen ylläpitoon ja soveltuuko ohjelma juuri heidän tarpeisiinsa. Ohjelmien käyttökokemuksista on suomenkielisessä tutkimuskirjallisuudessa niukasti tietoa, ja ohjelmien tuottama todellinen hyöty on vaikeasti todennettavissa ilman käyttökokemuksia.</p> <p>Tutkimusta varten Pohjois-Savon sairaanhoitopiiri liitatti kahden hallinnoimansa rakennuksen rakennusautomaatiopisteet Siemens Navigator -nimiseen analysointiohjelmaan. Tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia kiinteistötehokkuuden analysointiohjelman tuomia hyötyjä, mahdollisuuksia, riskejä ja haittoja kiinteistön ylläpidolle sekä ylläpitohenkilöstön kokemuksia analysointiohjelman käytöstä ja hyödyllisyydestä LVIA-järjestelmissä. Tutkimustulokset auttavat selkeyttämään ohjelman hyödyllisyyttä ja auttavat kiinteistöjohtoa tekemään päätöksen siitä, laajennetaanko ohjelman käyttö muihinkin rakennuksiin.</p> <p>Tutkimuksessa käytettiin sekä määrällistä että laadullista tutkimusmenetelmää. Määrällisessä tutkimuksessa analysoitiin ohjelman hälytyslokietietoja ja rakennuksien energiaraportteja. Laadullisessa tutkimuksessa tutkimuskysymyksiin etsittiin syvällistä ja kuvailevaa vastausta ohjelmaa käyttäviltä tai hyödyntäviltä henkilöiltä teemahaastatteluiden avulla.</p> <p>Tutkimustuloksista voitiin päätellä, että ohjelma koetaan hyödylliseksi KYS Puijon sairaalan ylläpidolle. Haastattelemalla saatiin selville enemmän ohjelman tuomia hyötyjä ja mahdollisuuksia kuin haittoja ja riskejä. Analysointiohjelma on nopeuttanut vikojen havainnointia ja auttanut kohdistamaan huomion oikeisiin asioihin. Ohjelmasta on ollut myös apua 1C1-rakennusosan käyttöön virittämisessä. Ohjelman käytön suurimpana riskinä pidettiin tiedon käyttämättä jättämistä. Tämän vuoksi resursseihin, osaamiseen ja ohjelman käytön toimintamalliin tulee kiinnittää huomiota. Tutkimusajankohtana ohjelmalla havaitut korjattavat toimenpiteet vaikuttivat eniten käyttäjätyytyväisyyteen ja energiatehokkuuteen. Kirjallisuuden väittämää rakennuksien energiatehokkuuden parantumisesta analytiikan avulla ei kuitenkaan tässä tutkimuksessa onnistuttu todentamaan energiaraporttien avulla. Tulosten pohjalta työn toimeksiantajalle annettiin toimenpide-ehdotuksia ohjelman tuomien ongelmakohdian parantamiseksi sekä ohjelman laajennettavuuteen liittyen. Tutkimustulokset antavat uutta ja aikaisempaa kirjallisuutta täydentävää kokemusperäistä tietoa ohjelman käytöstä, josta hyötyvät myös muut kiinteistöjen ylläpidosta vastaavat.</p>		
<b>Asiasanat</b>		
data-analytiikka, kiinteistöjen tehokkuus, analysointiohjelma, energiatehokkuus		

<b>Author (authors)</b> Reetta Turtiainen	<b>Degree</b> Master of Engineering	<b>Time</b> November 2021
<b>Thesis title</b> Suitability of data analytics for the maintenance of real estate KYS Puijo Hospital		74 pages 15 pages of appendices
<b>Commissioned by</b> Pohjois-Savon sairaanhoitopiirin kuntayhtymä, Kiinteistöhallinto		
<b>Supervisor</b> Johanna Arola, Juha-Matti Horttanainen		
<p><b>Abstract</b></p> <p>The real estate and building automation industries exist in a time of rapid development and number of analytic programs for building condition inspection has increased. The property management of the Pohjois-Savo Hospital District wanted to use the study to find out whether the program would benefit the maintenance of the properties and whether the program was suitable for their needs. Because of lack of information about user experience of such types of programs in Finnish language, it is difficult to assess the efficiency and benefit.</p> <p>This research is made on request of Pohjois-Savo Hospital District to assess efficiency of the Siemens Navigator program for building condition inspection of the Pohjois-Savo Hospital buildings. The program was connected to the building automation system. The purpose of this work was to assess all the opportunities, risks, advantages and disadvantages of the program and possible benefits. The research results will help to clarify the usefulness of the program. It will also help to conclude if the program could be used for other buildings.</p> <p>During the research both quantitative and qualitative research methods were used. The quantitative study measured and analyzed the program's alarm log data and building energy reports. Qualitative gathered in-depth and descriptive answers to research questions from individuals by using or exploiting the program through interviews.</p> <p>According to research results, the program is suitable for maintenance of the KYS Puijo Hospital. The interviews revealed that there are more benefits and opportunities of the program than disadvantages and risks. The analysis program has speeded up the detection of faults and helped to focus attention on the right things.</p> <p>The program has also been helpful in deploying the 1C1 building. The greatest risk of using the program was considered unusable information. Therefore, attention must be paid to resources, expertise and the operating model of the use of the program. During the study, the corrective measures identified by the program had the greatest impact on user satisfaction and energy efficiency. However, the claim of the that literature improving of energy efficiency of for buildings through analytics could not be verified by means of energy reports. Based on the results, the client was given proposals for measures to improve the problem areas brought about by the program and the extensibility of the program. The research results provide new and additional experience-based information on the use of the program, which also benefits other property maintenance personnel.</p>		
<b>Keywords</b> data analytics, property efficiency, analysis program, energy efficiency		

# SISÄLLYS

## TERMIEN SELITYKSET

1	JOHDANTO .....	8
2	TIEDOLLA JOHTAMINEN JA ANALYTIikka KIINTEISTÖTEHOKKUUDEN HALLINNASSA .....	9
2.1	Analytiikan hyödyntäminen kiinteistötehokkuuden hallinnassa .....	12
2.1.1	Energiatehokkuuden hallinta .....	12
2.1.2	Rakennusten sisäilmaolosuhteiden hallinta .....	14
2.1.3	Vikojen havainnointi ja vikadiagnostiikka .....	15
2.1.4	Tarpeenmukainen huolto ja kunnossapito .....	16
2.1.5	Raportointi .....	18
2.1.6	Tulevaisuuden näkymiä ja kehityssuuntia .....	18
2.2	Aikaisemmat tutkimustulokset .....	20
3	TUTKIMUKSEN TARKOITUS, TAVOITTEET JA RAJAUS .....	28
3.1	Työn taustaa ja työn tavoite .....	28
3.2	Analysointiohjelmalle asetetut tavoitteet ja toimintamalli .....	29
3.3	Työn rajaus .....	30
3.4	Tulosten hyödynnettävyys .....	31
4	TUTKIMUKSEN TOTEUTUS .....	31
4.1	Kohteen esittely .....	31
4.2	Kuvaus ohjelman hankinnan ja - käyttöönnoton eri vaiheista .....	35
4.3	Tutkimusmenetelmät, tutkimusaineisto ja aineiston analysointi .....	37
4.3.1	Ohjelman hälytyslokitietojen tarkastelu .....	37
4.3.2	Energiaraporttien tarkastelu .....	42
4.3.3	Teemahaastattelut .....	43
5	TULOKSET .....	48
5.1	Ohjelman hälytyslokitietojen tarkastelu .....	48
5.2	Energiaraporttien tarkastelu .....	54

5.3	Teemahaastattelut .....	56
6	TULOSTEN TARKASTELU .....	59
6.1	Ohjelman hälytyslokitietojen tarkastelu .....	59
6.2	Energiaraporttien tarkastelu .....	61
6.3	Teemahaastattelut .....	62
6.4	Toimenpide-ehdotukset toimeksiantajalle .....	64
7	POHDINTA JA LUOTETTAVUUDEN ARVIOINTI .....	66
	LÄHTEET .....	70

## LIITTEET

**Liite 1.** Energia-asiantuntijan teemahaastattelukysymykset

**Liite 2.** Pohjois-Savon sairaanhoitopiirin kiinteistöhallinnon valvojan ja sisäilmatyöryhmän jäsenen teemahaastattelukysymykset

**Liite 3.** Rakennusautomaation ammattihenkilöiden teemahaastattelukysymykset

## **Termien selitykset**

### **IoT (Internet of Things):**

Esineiden internetillä (IoT) tarkoitetaan järjestelmiä, jotka tuottavat, siirtävät ja analysoivat tietoa ja kykenevät etäseurantaan ja/tai -ohjaukseen internetverkon kautta. IoT koostuu esineisiin tai ympäristöön sijoitetuista antureista ja tietokoneista. IoT-ratkaisuilla pyritään keräämään tietoa päätöksenteon parantamiseksi tai erilaisten prosessien ehostamiseksi.

### **Big data:**

Big data tai massadata on erittäin suuri järjestelemätön ja jatkuvasti lisääntyvä tietomassa, jota voidaan tietotekniikkaa hyödyntäen kerätä, säilyttää, jakaa, etsiä ja analysoida.

### **Tietojohtaminen (kiinteistöalalla):**

Tietojohtamisessa (kiinteistöalalla) hallinnoidaan kiinteistön tuottamaa tietomassaa (big dataa) ja hyödynnetään sitä päätöksenteossa. Kiinteistöjä koskevat päätökset on mahdollista tehdä kiinteistöistä mitattujen ja analysoidun tietojen perusteella.

### **Digitalisuus (kiinteistöalalla):**

Kiinteistöjen digitalisoinnilla, tarkoitetaan yleensä kiinteistötekniikan järjestelmien käytön, ohjaamisen ja seurannan siirtymistä digitaalisiin ympäristöihin.

### **Tekoäly:**

Tekoäly eli keinoäly on tietokone tai tietokoneohjelma, joka kykenee tekemään älykkäitä päätöksiä ja toimintoja mitattun ja analysoidun tiedon perusteella.

### **Koneoppiminen:**

Koneoppiminen on tekoälyn osa-alue, jonka tarkoitus on saada ohjelmisto toimimaan entistä paremmin pohjatiedon ja mahdollisesti käyttäjän toiminnan perusteella. Kone oppii itsenäisesti päätymään haluttuun lopputulokseen.

### **Palvelualusta (tietotekniikka):**

Palvelualusta on digitaalinen ohjelmistoalusta, jonka avulla tieto voi siirtyä mistä tahansa ympäristöstä tai järjestelmästä mihin tahansa sovellukseen tai käyttöliittymään.

### **Avoin tiedonsiirto:**

Avoimella tiedonsiirrolla tarkoitetaan yleensä tietojen avointa hyödynnettävyyttä erilaisten järjestelmien välillä avoimien rajapintojen avulla.

**Rakennuksien energiankulutuksen Benchmarkkaus:**

Rakennuksien energiankulutuksen benchmarkkauksella tarkoitetaan yleensä energiankulutuksen vertailua joko toisien vastaavanlaisien rakennuksien kanssa tai rakennuksien omien aikaisempien kulutuksien kanssa.

**Rakennusautomaatiojärjestelmä:**

Rakennusautomaatiojärjestelmä on tarkoitettu ensisijaisesti talotekniikan säätöön ja ohjaukseen, kuten lämmitys-, jäähdytys- ja ilmanvaihtojärjestelmien ohjaukseen.

**Sisäilman laatua mittaava Dataloggeri:**

Tässä tutkimuksessa dataloggerilla tarkoitetaan laitetta, joka mittaa sisäilman laatua ja siirtää mittaustiedot ohjelmistoon.

**ROI (Return of Investment):**

Sijoitetun pääoman tuotto prosentti eli pääoman tuottoaste on kannattavuuden mittari. Tuottoaste kertoo, kuinka paljon sijoitettu pääoma on tuottanut. Sijoitetun pääoman tuottoaste on yksi yleisimmistä kannattavuusmittareista.

**Tietomalli (BIM):**

Rakennusten tietomallit (BIM), engl. Building Information Modeling, ovat erityisesti rakennuksen rakennusvaihetta tukevia tietoa sisältäviä 3D-malleja.

**Digitaalinen kaksoinen, virtuaalinen kiinteistö:**

Digitaalisella kaksoisella tarkoitetaan rakennuksen digitaalista vastinetta, jonka tietosisältö määräytyy käytettävän tietomallin (BIM) mukaan.

## 1 JOHDANTO

Kiinteistö- ja rakennusautomaatioala elää muutoksen aikaa, kun erilaiset pilvi-pohjaiset kiinteistötehokkuuden analysointiohjelmat ovat yleistymässä. Analytiikka jalostaa rakennuksien perinteisen seurannan läpinäkyväksi ja älykkääksi tietojohdamisen avulla ja vie sen kokonaan uudelle tasolle. Analytiikan avulla hallitaan talotekniikan ja automatiikan tuottamaa tietomassaa, ns. big dataa ja optimoidaan tiedon avulla talotekniikan toimivuutta sekä autetaan kiinteistön ylläpitoa tekemään järjestelmiin oikeat toimenpiteet etupainotteisesti ja tarvelähtöisesti. Ratkaisuilla haetaan kiinteistöille yleensä ennakoitavuutta, resurssitehokkuutta, pidempää elinkaarta ja parempaa energiatehokkuutta rakennuksien perinteiseen seurantaan verrattuna. Käyttäjien näkökulmasta ratkaisuilla haetaan tilojen viihtyisyyttä, terveellisyyttä ja tehokkuutta tilojen käyttöön.

Analysointiohjelmien hyödyntäminen kiinteistötehokkuuden hallinnassa on Suomessa vasta alkutekijöissään. Analysointiohjelmien käyttökokemuksista ja ohjelman avulla saavutetuista hyödyistä on vain vähän tutkimustietoa saatavilla ja ohjelmien tuottama todellinen hyöty on vaikeasti todennettavissa ilman käyttökokemuksia. Tiedossa ei myöskään ole, miten analysointiohjelmat soveltuvat juuri sairaalakohteisiin, joissa on tavanomaisia toimisto- tai liikerakennuksia enemmän erikoistekniikkaa ja erilaisia olosuhdevaatimuksia.

Pohjois-Savon sairaanhoitopiirin kiinteistöhallinto halusi tutkimuksella selvittää, saavutetaanko Siemens Navigator -nimisen analysointiohjelman avulla hyötyä kiinteistöjen ylläpitoon KYS Puijon sairaalassa ja soveltuuko ohjelma juuri heidän tarpeisiinsa. Tutkimuksen tavoitteena oli tutkia kiinteistötehokkuuden analysointiohjelman tuottamia hyötyjä ja haittoja kiinteistön ylläpidolle sekä ylläpidon käyttäjäkokemuksia analysointiohjelman käytöstä.

Tutkimustulokset auttavat selkeyttämään ohjelman hyödyllisyyttä KYS Kiinteistöhallinnolle ja auttavat kiinteistöjohtoa tekemään päätöksen siitä, laajennetaanko ohjelman käyttö koskemaan muihinkin rakennuksiin. Jos tutkimuksen tuloksena saadaan positiivisia käyttökokemuksia ja positiivista dataa, niin ohjelman käyttötarkoitusta voidaan alkaa laajentaa tai kehittää entisestään.



Tutkimuksesta on myös hyötyä alalle laajemminkin. Kokemusperäisestä tiedosta hyötyvät myös muut kiinteistöjenomistajat ja kiinteistöjen ylläpidosta vastaavat.

## **2 TIEDOLLA JOHTAMINEN JA ANALYTIikka KIINTEISTÖTEHOKKUUDEN HALLINNASSA**

Yhä useammat yritykset tarjoavat kiinteistön ylläpidosta vastaaville analytiikkapalveluita, joiden tarkoituksena on tehostaa kiinteistöjen käyttöä. Data ja digitalisuus ovat tehokkaita keinoja rakentamisen ja kiinteistön ylläpidon tuottavuuden parantamiseen. Kun tietoa hallitaan oikein, voidaan saavuttaa selkeitä kustannussäästöjä ja tehokkuutta rakennuksen eri elinkaaren vaiheissa. (Data ja digitalisuus... 2021.) Olennaista ei kuitenkaan ole vain digitaalinen ratkaisu, vaan koko prosessi sen ympärillä (Kiinteistö- ja rakennusalan... 2021).

Kiinteistötehokkuuden analytiikkaa hyödyntävissä kiinteistöissä hallitaan talotekniikan ja automatiikan tuottamaa tietomassaa, ns. big dataa tietojohdamisen avulla ja optimoidaan tiedon avulla talotekniikan toimivuutta sekä autetaan kiinteistön ylläpitoa tekemään järjestelmiin oikeat toimenpiteet etupainotteisesti ja tarvelähtöisesti. Analytiikalla voidaan varmistaa rakennuksen optimaalisten olosuhteiden ja positiivisten käyttäjäkokemusten toteutuminen kustannustehokkaasti. Analysointiohjelmien avulla pystytään keskittymään myös järjestelmien näkymättömiin ongelmiin, jotka esiintyvät järjestelmässä vain silloin tällöin. Ohjelma esittää rakennusautomaatiosta saadun tiedon selkeästi ja visuaalisesti, mikä helpottaa saatavan tiedon ymmärrettävyyttä. (Navigator Analytiikka 2018, 4–5.)

Tavanomaiset rakennusautomaatiojärjestelmät kykenevät suoriutumaan vain yksinkertaisista tietojen analysointi- ja visualisointitoiminnoista, kuten trendiseurannasta (historiallisen tiedon seurannasta) ja yksinkertaisien poikkeamien hälytyksistä. Ne eivät kuitenkaan pysty analysoimaan tai tallentamaan valtavia tietojoukkoja tietokantaansa, eikä niitä ole kehitetty tietojen analysointiin.

Analysointiohjelmat ovat yleensä laitevalmistajasta riippumattomia palvelu- alustoja ja niihin pystytään liittämään tietoa monenlaisista lähteistä kuten, rakennusautomaatiojärjestelmistä, IoT-anturiverkoista, energiamittareista tai kolmannen osapuolen IT-ratkaisuista (Next Generation of Smart Buildings s.a, 6). Useat liittymät ovat lisäksi kaksisuuntaisia, jolloin myös ohjaukset on mahdollista toteuttaa (Fidelix Flow\_How... 2020, 4; Nuuka LVIS... s.a.).

Kiinteistötehokkuuden analysointiohjelmat mahdollistavat kiinteistöstä saatavan reaaliaikaisen tiedon jatkuvan ja pitkäaikaisen tallentamisen, visualisoinnin, tiedon analysoinnin, sekä tiedon perusteella tehtävät toimenpiteet. Myös huollon henkilöresursseja voidaan suunnata paremmin, kun toimintaa pystytään ennakoimaan ja vian selvitysaika paikan päällä vähenee, kun ohjelman avulla saadaan valmis vikadiagnoosi. (Pelto-Timperi 2018, 8–13.) Ohjelmat käyttävät viantunnistuksessa myös koneoppimisen analytiikkaa. Järjestelmä kerää jatkuvasti tietoa kiinteistöstä ja kehittää omaa tekoälyään. (Ranta-Mayer 2019, 19.) Toiminnan onnistuminen vaatii kuitenkin vielä myös ihmisen, asiantuntijan, joka pystyy analysoimaan kerättyä informaatiota ja etsimään syy-yhteyksiä sekä tekemään toimintasuunnitelmaa saadun tiedon pohjalta. (Pelto-Timperi 2018, 8–13.) Analytiikka ei siis itsessään tuota säästöjä, vaan se vaatii tiedon perusteella tehtäviä toimenpiteitä. Palveluntarjoajat auttavat rakennuksien omistajia hallitsemaan tietoja, tulkitsemaan analyysseja sekä toteuttamaan havaintoja. (Kramer ym. 2018, 3.)

Palvelutarjonnan yleistyminen on tehnyt kiinteistötehokkuudenhallintajärjestelmän hyödyntämisen mahdolliseksi rakennusten omistajille, joilla ei ole itsellään riittävästi henkilökuntaa tai osaamista hyödyntää teknologiaa.

Kramer ym. (2019) tutkimuksen mukaan kiinteistöjen ylläpitohenkilöstöt olivat aktiivisempia analysointiohjelmistoilla saatujen havaintojen toteuttamisessa, kun heillä oli palveluntarjoajien tuki vikojen analysoinnissa ja priorisoinnissa ja heillä oli käytössä myös rutiiniksi muodostunut toimintamalli vikojen seurantaan. Vaikka monissa analysointiohjelmissa on toiminto vikakorjauksien priorisoinnin arviointiin, monet tutkimukseen osallistujat arvostivat silti palveluntarjoajien roolia vikojen perimmäisen syyn diagnosoinnissa ja priorisoinnissa. Joissakin tapauksissa kiinteistön ylläpitohenkilöstö käytti vain harvoin tai ei ollenkaan järjestelmää itse vaan tukeutui pelkästään palveluntarjoajan raportteihin.

(Kramer ym. 2019, 12.) Tutkimuksen mukaan energia- ja muut kustannussäästöt olivat ensisijainen syy järjestelmän toteuttamiselle ja hankkimiselle. Muita syitä olivat viantunnistus, hyvien sisäilmaolosuhteiden varmistus, huoltohenkilöstön toiminnan tehostuminen ja energian huipputehon lasku. Analytiikka voi tunnistaa järjestelmien ongelmat ennen kuin niistä ehtii muodostumaan käyttäjä valituksia tai laitevikoja. Viantunnistuksen avulla huoltohenkilöstö pystyy arvioimaan laitteiden ja järjestelmien suorituskykyä kustannustehokkaasti ja ennakoivasti sekä parantaa laitteiden käyttöikä. (Kramer ym. 2019, 6,9.)

Kramer ym. (2018) tuovat tutkimuksessaan esiin ohjelmien mahdollisuuksia, haasteita ja kehitystarpeita. Yhdeksi haasteiksi mainittiin, ettei ohjelmien kokonaiskustannuksista ja säästöpotentiaalista ole riittävästi tietoa. Osalla tutkimukseen osallistujilla oli myös vaikeuksia todentaa ohjelman avulla toteutettuja säästöjä. Lisää tutkimuksesta ja sen keskeisimmistä tuloksista on kerrottu tämän tutkimuksen kohdassa 2.2 aikaisemmat tutkimukset.

Ennen kuin ryhtyy täysillä digitalisointihankkeeseen, on tärkeää ymmärtää kiinteistöjen nykytilanne ja määritellä kiinteistölle asetetut tavoitteet huolellisesti. Tämän jälkeen laaditaan toimintasuunnitelma ja valitaan yhteistyökumppanit. (Digitalisoituvat kiinteistöt s.a., 9–10.) Järjestelmän hankinta on prosessi, joka voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen; järjestelmän suunnitteluvaiheeseen, toteutusvaiheeseen ja lopuksi ohjelman käyttövaiheeseen (A primer on... 2015, 16–39). Dokumentissa A Primer on organisationas use of EMIS 2015 on koottu ohje energianhallintaan liittyvän analysointiohjelman jokaisen vaiheen onnistuneelle läpiviennille. Myös Teemu Rahkosen opinnäytetyössä esitettyä digitaalisten palveluiden kehitystaulukkoa ja arviointikaaviota voi prosessissa käyttää hyödyksi soveltuvin osin (Rahkonen 2017, 45–49).

Suomen yliopistokiinteistöt Oy:n (SYK) Tampereen kampus on yksi esimerkki tiedolla johdetun ylläpitomallin edelläkävijöistä Suomessa. SYK:ssä saavutettiin tiedolla johdetun ylläpitomallin avulla merkittävät vaikutukset: 50 % vähemmän reklamaatioita rakennuksen käyttäjiltä, 57 % havaituista viantunnistuksista vaikutti energiatehokkuuteen, 70 % visuaalisista tarkastuksista korvattiin data-analytiikalla. Lähtötilanne yliopistokiinteistöillä ei ollut näin hyvä, sillä rek-

lamaatiot tunkkaisesta ilmasta, kylmistä tiloista sekä lämmitys- ja valaistusjärjestelmän vioista olivat yleisiä. Kun ylläpitoa alettiin ohjaamaan tiedolla, laitteiden tilaa voitiin alkaa valvoa jatkuvasti, sisäilman laatua voitiin hallita keskitysti ja poikkeamiin voitiin reagoida nopeammin ja tarkemmin, jopa reaaliaikaisesti. Tiedolla johdetun ylläpitomallin toteuttaminen ei vaatinut edes suuria investointeja. Onnistuminen perustui nykyisten järjestelmien linkittämiseen toisiinsa ja useiden hyvien ideoiden toteutukseen. (Tiedolla johdettua... 2020.) Parasta aikaa SYK:llä on menossa tarpeenmukainen huoltopilottihanke, jossa pyritään tehostamaan kiinteistöjen ylläpitoa datan avulla ja optimoimaan huollon resursseja oikein (Analytiikan avulla... s.a.)

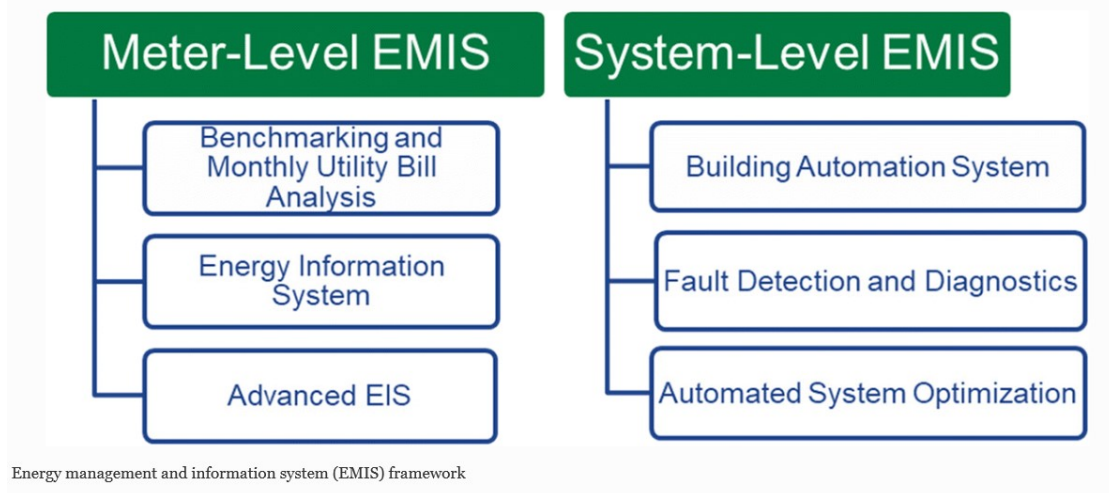
Schneiden Electricin internetsivuilla kerrotaan, että heidän kiinteistöhallintajärjestelmäpalvelujen avulla voidaan vähentää keskimäärin 29 % ennakoimattomia huoltokäyntejä, 33 % käyttäjiltä tulleita valituksia ja saavuttaa keskimäärin 20 % energiansäästöt. Laskelmat perustuvat 12–16 kuukauden ajanjaksolla kahdeksasta maasta kerätyn 900 kiinteistön keskiarvodataan, joissa jopa 80 % tapauksista ratkaistiin etänä. (Kiinteistöhallintajärjestelmien... s.a.; EcoStruxure Building Advisor... s.a.)

## **2.1 Analytiikan hyödyntäminen kiinteistötehokkuuden hallinnassa**

Analysointiohjelmia hyödynnetään kiinteistötehokkuuden hallinnassa useisiin eri käyttötarkoituksiin. Alla on esitelty tarkemmin tavanomaisempia kirjallisuudesta löytyneitä käyttötarkoituksia. Kappaleessa esitellään myös energianhallintajärjestelmien viitekehys, johon kiinteistötehokkuuden analysointiohjelmakin kuuluu.

### **2.1.1 Energiatehokkuuden hallinta**

Energianhallintajärjestelmät voidaan jakaa kahteen osa-alueeseen; mittaritason analytiikkaan ja järjestelmätason analytiikkaan kuvan 1 mukaisesti. Vaikka virallista viitekehystä ja vakiintunutta terminologiaa energianhallintajärjestelmien ominaisuuksille ei ole, luokittelu antaa silti hyvän yleiskuvan, joka helpottaa järjestelmien ominaisuuksien vertailuissa. Energianhallinta-analytiikka on nopeasti kehittyvä ala. Määrittely voi siksi tulevaisuudessa olla vähemmän sovellettavissa oleva. (A primer on... 2015, 8–9.)



Kuva 1 Energiahallintajärjestelmien viitekehys. (Kramer ym. 2019, 2; A primer on... 2015, 9)

Mittaritason analytiikkaan luokitellaan rakennuksien energiankulutuksien benchmarkkaus ja kuukausitason käyttöhyödykkeiden kustannusseuranta, energianseurantajärjestelmä ja edistyneempi energianseurantajärjestelmä. Energiankulutuksien benchmarkkauksella tarkoitetaan energiankulutuksien vertailua joko toisien vastaavanlaisien rakennuksien kanssa tai rakennuksien omien aikaisempien kulutuksien kanssa. Energianseurantajärjestelmiä käytetään rakennusten energiatietojen tallentamiseen, analysointiin ja näyttämiseen. Edistyneempi energianseurantajärjestelmä sisältää kehittyneempää analytiikkaa kuin tavanomainen energianseurantajärjestelmä, kuten malleihin perustuvia ennustusominaisuuksia. (A primer on... 2015, 10–11.)

Järjestelmätason analytiikkaan luokitellaan rakennusautomaatiojärjestelmä, vikojen havainnointi ja vikadiagnostiikka- sekä automaattinen järjestelmien optimointitoiminto. Rakennusautomaatiojärjestelmä on tarkoitettu ensisijaisesti talotekniikan säätöön ja ohjaukseen. Rakennusautomaatiojärjestelmät kykenevät myös yksinkertaiseen analysointiin ja niitä käytetään järjestelmien ja laitteiden suorituskyvyn optimointiin. Kiinteistötehokkuuden analysointiohjelman tiedot ovat myös tyypillisesti peräisin rakennusautomaatiojärjestelmästä. Analysointiohjelmien vikojen havainnointi ja vikadiagnostiikka toiminto tunnistaa automaattisesti LVI- tai laitetason ongelmia, ja pystyy joissain tapauksissa esittämään myös vikojen perimmäiset syyt. Viantunnistus voi antaa raportin vikojen kestosta, toistuvuudesta, kustannus- ja energiavaikutuksista sekä prioriteetti-

tasoista. Automaattiset järjestelmien optimointitoiminnot muokkaavat rakennusautomaation LVI-järjestelmien asetuksia automaattisesti energiankulutuksen optimoimiseksi, säilyttäen samalla rakennuksen käyttäjille optimaaliset sisäilmaolosuhteet. Kaksisuuntainen viestintä rakennusautomaatiojärjestelmien kanssa on automaattisten optimointitoimintojen erottava piirre. Tämä toiminto on kuitenkin vielä harvemmin käytetty. (A primer on... 2015, 12–16.)

Kramer ym. (2019) tutkimuksen mukaan mittaritason analytiikan käyttö energianhallinnassa on yleisempää kuin järjestelmätason analytiikka. Järjestelmätason analytiikalla, joka piti sisällään vikojen tunnistus- ja diagnostiikka ominaisuuden, saavutettiin korkeammat energiansäästövaikutukset kuin mittaritason analytiikalla. Järjestelmällä oli myös korkeammat investointi- ja käyttökustannukset kuin mittaritason analytiikalla. (Kramer ym. 2019, 1, 5, 8–9.) Lisää tutkimuksesta ja sen keskeisimmistä tuloksista on kerrottu tämän tutkimuksen kohdassa 2.2 aikaisemmat tutkimukset.

Energianhallinta-analytiikka antaa rakennusten omistajille mahdollisuuden käyttää rakennuksiaan tehokkaammin ja parantaa samalla käyttäjien sisäilmaolosuhteita. (Kramer ym. 2019, 2.)

### **2.1.2 Rakennusten sisäilmaolosuhteiden hallinta**

Kiinteistötehokkuuden analysointiohjelmien analytiikka mahdollistaa ylläpitämään rakennuksessa jatkuvasti viihtyisät sisäilmaolosuhteet, jolloin parannetaan käyttäjien viihtyisyyttä ja tyytyväisyyttä. Analytiikka valvoo suunniteltujen sisäilmaluokitusten mukaisien suureiden toteutumista ja hälyttää, mikäli arvo poikkeaa suunnitellusta. Rakennuksesta riippuen sisäilmaolosuhteiden valvonta voidaan toteuttaa joko tilakohtaisesti tai rakennuskohtaisesti. (Fidelix Flow\_How...2020, 6.) Myös käyttäjien tekemistä lämpötilan- tai ilmanvaihdon tehostus säätimien käytöstä saada tietoa, jolloin käyttäjän tekemää pyyntiä voidaan verrata toteutuneisiin olosuhteisiin. Analytiikan avulla sisäilmaan vaikuttavat korjattavat toimenpiteet on mahdollista huomata ajoissa ennen käyttäjää ja korjaavat toimenpiteet on mahdollista käynnistää ennen kuin käyttäjä ehtii niitä huomaamaan tai niistä ehtii muodostumaan laitevikoja. (Navigator analytiikka 2018, 10.)

Sisäilmaolosuhteiden analysointi auttaa myös kehittämään kiinteistön energia-  
tehokkuutta, kun tavoitellut sisäilmaolosuhteet pyritään saavuttamaan opti-  
maalisella energiankulutuksella (Fidelix Flow\_How... 2020, 6).

### **2.1.3 Vikojen havainnointi ja vikadiagnostiikka**

Viantunnistustoiminto kuuluu osaksi energianhallinta-analytiikkaa, joka keskit-  
tyy järjestelmätason seurantaan ja käyttää hyödykseen rakennusautomaati-  
osta peräisin olevia reaaliaikaisia tietoja (Kuva 1).

Viantunnistusanalytiikan avulla rakennuksen prosessit voidaan pitää optimaal-  
lisessa toiminnassa. Analytiikka ilmoittaa käyttäjälle välittömästi, jos jokin jär-  
jestelmä alkaa poiketa suunnitellusta. Analytiikkatyökalut opastavat käyttäjää  
tekemään järjestelmään korjaustoimia, jotka auttavat palauttamaan järjestel-  
mät takaisin optimaaliseen toimintakuntoon. Ennakoiva analytiikka antaa ai-  
kaa suunnitella ja ajoittaa kunnossapitotoimet. Datan pohjalta voidaan tehdä  
entistä parempia päätöksiä käyttämällä big dataan tai koneoppimiseen perus-  
tuvaa analytiikkaa. Tämä luo edellytyksiä kunnonvalvontaan, diagnostiikkaan  
ja ennustamisratkaisuja elinkaaren hallintaan. (Teknologian tutkimuskeskus  
2020.)

Vikadiagnostiikkaa voidaan hyödyntää myös uusien takuuajakaisten rakennuk-  
sien toiminnan varmistamisesta, jolloin talotekniikan viat tulevat helpommin  
esille ja väärin toimivien järjestelmien toimintakuntoon viritys voidaan saada  
urakoitsijan takuuseen. (Pelto-Timperi 2018, 8–12.)

Viantunnistus voi antaa raportin vikojen kestosta ja toistuvuudesta, kustannus-  
ja / tai energiavaikutuksista sekä prioriteettitasoista. Viantunnistuksessa käyte-  
tään kehittyntä analytiikkaa, joka yhdistää useita datavirtoja ja suorittaa  
säätö-, laitteiden vertailu- tai mallipohjaisen diagnostiikan vikojen havaitse-  
miseksi. Viantunnistus havaitsee tyypillisesti poikkeamat odotetusta arvosta  
reaaliaikaisen tiedon perusteella. (Kramer ym. 2019, 2, 12; A primer on...  
2015, 14.) Jatkuvalla kiinteistöjärjestelmien optimoinnilla varmistetaan raken-  
nuksen korkea suorituskyky (EcoStruxure Building Advisor... s.a., 11–13).

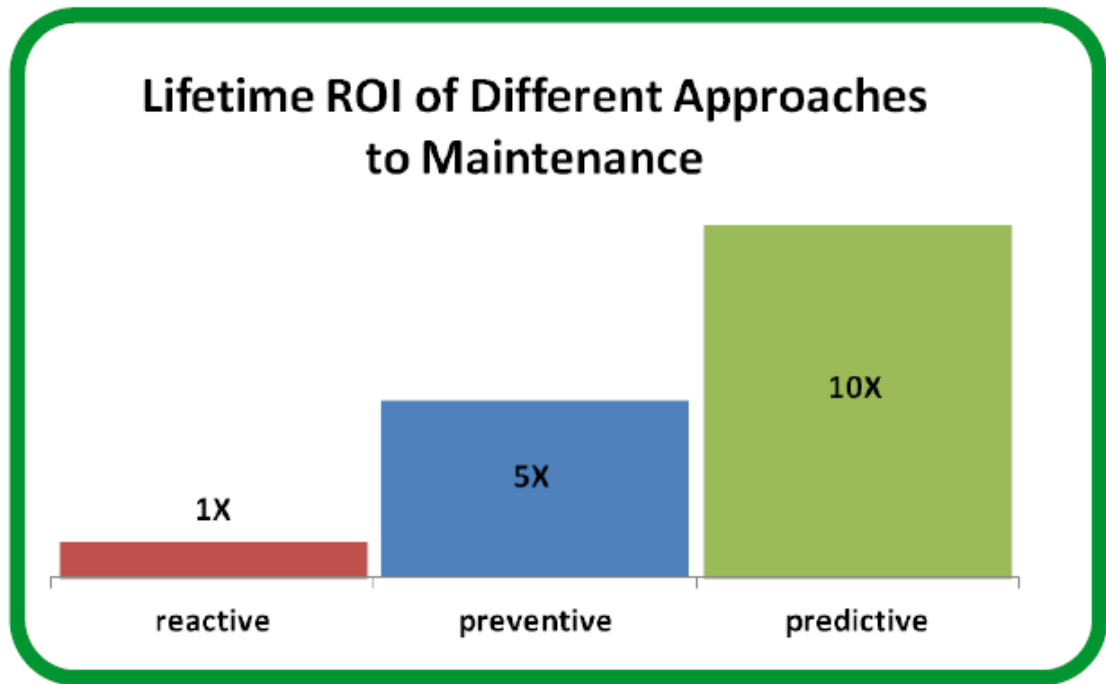
#### 2.1.4 Tarpeenmukainen huolto ja kunnossapito

Kiinteistöhuoltomenetelmät voidaan luokitella reaktiiviseen, ennalta ehkäisevään ja tarpeenmukaiseen huoltoon. Seuraavissa kappaleissa esitellään lyhyesti nämä termit ja keskitytään eri huoltomenetelmien vertailuun.

Reaktiivisella huollolla tarkoitetaan huoltoa, jossa laite korjataan vasta kun se hajoaa. Reaktiivista huoltoa voidaan hyvällä omalla tunnolla kutsua myös vika-korjaukseksi, sillä tämä sana kuvaa sen luonnetta paremmin (Hemmerdiger 2014). Lähestymistapana reaktiivinen huolto on kuitenkin kaikista tehottomin ja se aiheuttaa pitkällä aikavälillä eniten kustannuksia sekä keskeytyksiä toimintaan ja palveluihin korjaustoimien ajan. Hyvänä puolena reaktiiviselle huololle on pienet aloituskustannukset ja se tarvitsee vain minimaalisen määrän työvoimaa. (Vähäkainu ym. 2019, 33, 35; Hemmerdiger 2014)

Perinteisessä ennalta ehkäisevässä kiinteistönhoidossa talotekniikan huoltoja tehdään määrävälein huolto-ohjelman mukaisesti riippumatta laitteiden iästä, kunnosta ja toiminnasta ja siitä ovatko huollot tarpeellisia tai eivät. Menettely tarjoaa reaktiiviseen huoltoon verrattuna parempia tuloksia, mutta se ei kuitenkaan ole optimaalinen. (Vähäkainu ym. 2019, 35; Hemmerdiger 2014.) Aikatauluihin sidottu huolto ei mahdollista ongelmien havaitsemista niiden ilmetessä. Ongelmat havaitaan usein vasta seuraavan kausihuollon yhteydessä, jolloin vikaantumisriski kasvaa. (EcoStruxure Building Advisor...s.a., 5.) Menettely aiheuttaa myös tarpeetonta ylläpitoa ja siitä puuttuu priorisointi (Vähäkainu ym. 2019, 33; Hemmerdiger 2014). Ennalta ehkäisevän kunnossapidon sijoitetun pääoman tuotto prosentti ROI (Return On Investment) voi olla jopa 5 kertainen reaktiiviseen kunnossapitoon verrattuna (Kuva 2). Ennalta ehkäisevää huoltoa kutsutaan kirjallisuudessa usein myös preventiiviseksi huolloksi. Preventiivinen huolto käsitteenä voi kuitenkin käsittää sekä ennakoivaa huoltoa että tarpeenmukaista huoltoa. (Hemmerdinger 2014.)





*Source: US Department of Energy, August 2010*

Kuva 2 Sijoitetun pääoman tuotto % kunnossapidon ohjelmissa. (Hemmerdinger 2014; EcoStruxure Building Advisor... s.a., 5)

Tarpeenmukaisessa huollossa ja kunnossapidossa kiinteistön tekniset järjestelmät pyritään huoltamaan tarvelähtöisesti ja etupainotteisesti perustuen analytiikkaan. Tarpeenmukaisessa huollossa kiinteistön eri järjestelmistä kerätään tietoa laitteiden toiminnasta ja tilojen olosuhteista. Tietoja analysoidaan, verrataan asetusarvoihin ja annetaan ylläpitohenkilöstölle ehdotuksia korjattavista toimenpiteistä. Näin järjestelmien ja laitteiden huollontarve, toimivuus ja elinkaari voidaan optimoida maksimaalisella tavalla ja laitteita pystytään myös uusimaan optimaalisella hetkellä. (Chenga, ym. 2020, 1.)

Hemmerdinger (2014) erottelee tarpeenmukaisen huollon vielä kahteen portaaseen. Ensimmäisessä portaassa laitteita huolletaan huolto-ohjelman mukaisesti ennalta ehkäisevän huollon tavoin. Analytiikkaa käytetään pelkästään laitteiden toiminnan tarkkailuun ja huoltojen priorisointiin. Seuraavassa portaassa käytetään hyödyksi edistyksellistä analytiikkaa ja koneoppimista. Siinä laitteiden huollontarve pystytään määrittämään analytiikan avulla.

Tarpeenmukainen huolto on kustannustehokas menettelytapa ja se tarjoaa parhaimman turvallisuuden, tuottavuuden, tehokkuuden, priorisoinnin ja vähi-

ten vikatilanteita. Haittana on kuitenkin korkeimmat alkuinvestoinnit henkilöstöön, koulutukseen, diagnostiikkaan jne. Korkeista alkuinvestoinneista johtuen säästöt eivät myöskään ole heti nähtävissä. Menettely vaatii erikoisosaamista, jotta siitä saadaan parhaat hyödyt. (Vähäkainu ym. 2019, 33; Hemmerdiger 2014.)

Oikealla tavalla toteutettuna tarpeenmukaisen kunnossapidon sijoitetun pääoman tuotto prosentti ROI (Return On Investment) voi olla jopa 10-kertainen reaktiiviseen kunnossapidon ohjelmaan verrattuna (Kuva 2). Tarpeenmukaista huoltoa kutsutaan kirjallisuudessa usein myös prediktiiviseksi huolloksi.

### **2.1.5 Raportointi**

Analytiikkatyökalut mahdollistavat monipuolisen ja reaaliaikaisen raportointimahdollisuuden asiakkaan tarpeen mukaisesti. Raportointia voidaan hyödyntää esimerkiksi sisäilmaston pysyvyysraportoinnissa, talotekniikan toimivuusraportoinnissa, energian- ja veden kulutusraportoinnissa ja -budjetoinnissa tai PTS-suunnittelussa (pitkän tähtäimen suunnitelma) investointitarpeiden määrittämisessä. Myös yritysten vastuullisuusraportointi energian- ja jätemäärien suhteen sekä hiilijalanjälkiraportointi on mahdollista tuottaa automaattisesti IoT- teknologiaa hyödyntämällä. (Siitonen 2016, 12–13; Reaaliaikaista dataa..., s.a.; Fidelix Flow\_How...2020, 3.)

Tietoa saadaan järjestelmästä myös Excel- taulukkolaskenta muodossa, jolloin raportoinnin visualisointia voidaan rikastaa erilaisilla raportointiohjelmilla esimerkiksi Power BI ohjelmalla.

### **2.1.6 Tulevaisuuden näkymiä ja kehityssuuntia**

Digitaalisten palveluiden yleistyminen, teknologian kehittyminen sekä eri järjestelmien välinen avoin tiedonsiirto mahdollistavat analytiikalle uusia mahdollisuuksia ja käyttötarkoituksia. Kiinteistöjen digitalisoitumisella tarkoitetaan tässä yhteydessä kiinteistötekniikan järjestelmien käytön, ohjaamisen ja seurannan siirtymistä digitaalisiin ympäristöihin, jotka näkyvät niin kiinteistön johdolle kuin sen käyttäjillekin. (Digitalisoituvat kiinteistöt s.a., 4.)

Tekoälyn kehittyminen voi tulevaisuudessa johtaa siihen, että järjestelmät kykenevät tekemään entistä enemmän optimointityötä itsenäisesti, ilman että ihminen analysoi kiinteistön monimutkaista dataa ja tekee sen perusteella johtopäätöksiä. Myös avoimia rajapintoja tukevat alustat mahdollistavat uusia mahdollisuuksia innovointiin, tietojen jakamiseen, yhdistämiseen ja uusien palveluiden kehittämiseen. Yhtenä esimerkkinä tiedon jakamisen hyödyistä on energian kysyntäjousto. Kun tulevaisuudessa energiantuotanto hajaantuu ja monipuolistuu, tulee kiinteistöjen kyetä kommunikoida entistä enemmän sekä keskenään että myös energiaverkkojen tai esimerkiksi sähköautojen kanssa. (Digitalisoituvat kiinteistöt s.a., 14–15.) Myös ennustavat ohjaukset kuten sääennustuksiin perustuvat ennakoivat lämmityksen- tai jäähdytyksen ohjaukset ovat myös hyviä esimerkkejä tiedon jakamisen hyödyistä.

Granlund ennustaa internetsivuillaan skenaarion, jossa vuonna 2030 kiinteistöalalle olisi muodostunut digitaalinen, muutamaaan globaaliin standardiin perustuva, yhteinen ja yleinen ekosysteemi. Erytisen potentiaalisina alustoina voidaan pitää GoogleBuilding, AmazonBuilding tai Platform of Trust -alustoja, jotka tarjoavat mahdollisuuden tuottaa yleiskäyttöiseen ympäristöön myös kiinteistöihin liittyvää tietoa jo suunnitteluvaiheesta alkaen. Alustassa voi yhdistyä esimerkiksi suunnitteluvaiheessa tehdyt rakennuksien tietomallit (BIM) ja niitä tukevat muut tietovarastot. Granlundin skenaarion mukaan jokainen laite voisi saada jo valmistusvaiheessa tunnisteiden ja tarvittaessa myös IoT-anturoinnin, joka sijoitetaan suunnittelussa myös tietomalliin. Työmaan edetessä tietoa voidaan täydentää virtuaaliseen kiinteistöön eli digitaaliseen kaksoseen. Teknisten järjestelmien käyttöönotto ja yhdistäminen voidaan myös tehdä yksinkertaisilla mobiilisovelluksilla. (Metsi & Karhu 2019.)

Myös talotekniikan alla on siirrytty langattomaan XG-standardiin perustuvaan tiedonsiirtoon. Uuden G- teknologian myötä laitteille voidaan tuottaa myös käyttöenergiaa, jolloin huolto-ongelmatkin on ratkaistu. Granlundin skenaarion mukaan vuonna 2030 ylläpidon ja huollon prosessit voivat olla täysin digitalisoituja. Laitteiden huoltotoiminta voi perustua tekoälyn ohjaamana tarpeenmukaisuuteen ja ennakoitavuuteen, jossa laitteet ja niihin liitetyt älykkään automaatiojärjestelmät osaavat itse analysoida huolto ja korjaustarpeitaan. Granlund on mukana Aalto yliopiston vetämässä Building 2030-hankkeessa, jossa kehitetään rakennusalan yhteistä tulevaisuuden visiota. (Metsi & Karhu 2019.)

Chenga ym. (2020) tutkimuksen mukaan rakennuksien tietomallit (BIM) ja esineiden internet (IoT) voivat tulevaisuudessa parantaa kiinteistöjen kunnossapidon hallinnan tehokkuutta ja tarpeenmukaista huoltoa. Integraatiot ovat kuitenkin vasta alkuvaiheessa. Tietomallit (BIM) helpottavat huoltotoimenpiteitä, sillä ne tallentavat huoltotoimenpiteisiin myös vikapaikkojen sijainnit ja ongelman tyypit. Tietomallin lisäksi rakennuksen olosuhdetietoja voidaan hankkia myös esineiden internetin (IoT) avulla. (Chenga ym. 2020, 2) Toimivat digitaaliset ratkaisut ovat edellytys myös älytalojen ja älykaupunkien kehitykselle.

## **2.2 Aikaisemmat tutkimustulokset**

Suomenkielisiä tutkimuksia kiinteistötehokkuuden analysointiohjelmien käyttökokemuksista tai niillä saavutetuista hyödyistä ei tähän tutkimukseen löydetty. Tämä voi kertoa siitä, että aihe on Suomessa vasta alkutekijöissään ja se on siksi vähemmän tutkittu. Suomenkielisiä tutkimuksia oli kuitenkin tehty kiinteistö- ja rakennusalan digitalisaatiosta ja IoT:n hyödyntämisestä kiinteistöalalla.

Ulkomaalaisia tutkimuksia aiheesta oli useita. Niistä voitiin yleisesti päätellä, että analytiikan käyttäminen rakennusautomaatiojärjestelmissä on hyödyllistä ja alaa kehitetään jatkuvasti. Taulukossa 1 on esitetty tiivistetysti tämän tutkimuksen kannalta neljä oleellisempaa aikaisempaa tutkimusta. Taulukon jälkeen tutkimuksista on kerrottu lisää.

Taulukko 1 Aikaisemmat tutkimukset tiivistetysti.

Nro:	Viittaus	Tutkimuksen tavoite	Tutkimusmenetelmä	Keskeisimmät tulokset
1.	Säynäjoki, A., Säynäjoki, E., Pulkka, L. & Junnila, S. 2017. Internet of Buildings tutkimushankkeen loppuraportti. Aalto-yliopiston julkaisusarja. Helsinki: Unigrafia Oy	Kartoittaa datan jakamisen ja hyödyntämisen nykytilaa sekä datan jakamisen haasteita ja mahdollisuuksia kiinteistöliiketoiminnassa. Tuoda ratkaisuja kiinteistö- ja rakennussektorin digitalisaatiohaasteisiin.	Kirjallisuuskatsaus, Slush 2015- tapahtumaan osallistuneiden kasvuyritysten kyselytutkimuksen analysointi. Osan tapahtumaan osallistuneiden haastattelu. Työpajat, Tapaus tutkimukset, joissa on mm. haastateltu sekä hyödynnetty aikaisempien tutkimusprojektien raportteja ja osallistuttu XBOS alustakehitykseen.	Datan levittäminen yli yritysrajan on harvinaista, vaikka siitä olisi hyötyä. Suurimmat esteet ovat datan arvon sekä datan kaupallisessa levittämisessä tarvittavien roolien puutteet. Tutkimuksen löydöksenä esitellään datan keräämiseen ja levittämiseen sopiva alustaekosysteemi ja datan kaupallistamisen roolit. Tutkimus tarjoaa lähtökodit datan kaupallistamiselle ja levittämiselle.
2.	Rahkonen, T. 2017. Esineiden internet yliopisto-kiinteistöissä- digitaalisten kiinteistöpalveluiden kehittäminen, Diplomityö	Tutkia esineiden internetiä hyödyntävien kiinteistöpalveluiden kehittämistä yliopisto-kiinteistöissä, sekä palveluista saatavia hyötyjä.	Kirjallisuuskatsaus, Tilahallintatyökaluja kartoittava kyselytutkimus, Tampereen teknillisessä yliopistossa suoritetun pilottihankkeen havainnointi.	Tulosten pohjalta laadittiin kaksi viitekehystä: DiKiPa-kehitystaulukko sekä DiKiPa-arviointikaavio. IoT:llä on lukuisia sovel-luskohteita ja mahdollisuuksia kiinteistöpalveluiden eri osa-alueilla, mutta sen käyttöaste kiinteistö- ja rakennus-alalla on vielä alhainen.
3.	Kramer, H., Lin, G., Granderson, J., Curtin, C. & Crowe, E. 2018. Moving Beyond Data Paralysis to Effective use of Building Analytics.	Esittää määritelmä onnistuneelle energianhallinnan analytiikalle. Esittää yhteenveto analytiikan kustannuksista sekä säästöistä, jotka ovat Industry Partnership Program tutkimus hankkeeseen osallistuneiden antamista tiedoista v.2018. Tutkimus tarjoaa tietoa ohjelman käyttöönottoa harkitseville, analytiikan kehittäjille parantamaan ratkaisujaan ja rakennusten ylläpidolle ottamaan näitä tekniikoita huomioon. Tuoda esiin ohjelman käytön etuja ja haasteita.	Industry Partnership Program tutkimus hankkeeseen osallistuneiden kyselytutkimus ja haastattelut v.2018	Hankkeeseen osallistuneiden keskimääräisten analysointiohjelmien liittyvien kustannusten ja energiansäästöjen määräitys. Ohjelmaan liittyvien keskeisimpien hyötyjen, haasteiden, hyvien käytäntöjen ja kehitystarpeiden määräitys.

4.	Kramer, H., Lin, G., Curtin, C., Crowe, E. & Granderson, J. 2019. Building analytics and monitoring-based commissioning; industry practice, costs, and savings.	Esittää yhteenveto analytiikan kustannuksista sekä säästöistä, jotka ovat peräisin vuonna Industry Partnership Program tutkimus hankkeeseen osallistuneiden antamista tiedoista v.2019. Kuvata myös analytiikkatuotteita, palveluita ja alan trendejä.	Industry Partnership Program tutkimus hankkeeseen osallistuneiden kyselytutkimus ja haastattelut v.2019.	Järjestelmätason energianhallinta-analytiikalla on korkeammat kustannukset kuin mittaritason analytiikalla. Järjestelmätason analytiikalla saavutettiin paremmat energiansäästötulokset kuin mittaritason analytiikalla. Määritettiin tutkimushankkeeseen osallistuneiden keskimääräiset analysointiohjelman liittyvät kustannukset ja energiasäästöt.
----	---	--	--	--

## Tutkimus 1: Internet of Buildings

Säynäjoki ym. 2018 julkaisemassa tutkimushankkeen loppuraportissa Internet of Buildings on kartoitettu datan jakamisen ja hyödyntämisen nykytilaa kiinteistöliiketoiminnassa analysoimalla Slush2015 tapahtumaan osallistuneiden yritysten kyselytutkimusta sekä haastatteleamalla osaa yritysten edustajia. Analyysi paljasti, että älykkäistä rakennuksista saatavaa dataa käytetään lähinnä vain yrityksen omiin tarpeisiin. Datan levittäminen yli yritysrajojen on harvinaista. Jatkumona tutkimukselle järjestettiin keväällä 2016 kahden työpajan sarja, jossa kartoitettiin datan jakamisen haasteita ja mahdollisuuksia.

Tutkimuksen löydöksenä esitellään Internet of Buildings -viitekehys datan keräämiseen ja levittämiseen sopiva alustaekosysteemi. Viitekehukseen kuuluu lisäksi myös datan kaupallistamisen roolit.

Tutkimushankkeessa on myös tehty kaksi tapaustutkimusta. Toinen tapaustutkimus on tehty alueellisuuden merkityksestä Sahamäelle, jossa tutkimusmenetelmänä on käytetty yritysten haastattelua sekä aiemmin tehdyn tutkimusprojektin raporttien hyödyntämistä. Tutkimustulokset tukevat alueellisuuden vähäistä merkitystä liiketoiminnan kannalta Sahamäen alueella.

Toisena tapaustutkimuksena esitellään XBOS-alustakehitykseen osallistuminen, jonka tuloksena syntyi selvitys XBOX:n nykyisestä asemasta sisäisenä alustana ja ehdotuksia tukemaan sen kehittymistä toimialojen väliseksi alustaksi.

## **Tutkimus 2: Esineiden internet yliopistokiinteistöissä – Digitaalisten kiinteistöpalveluiden kehittäminen**

Rahkosen (2017) Diplomityössä on tutkittu yliopistokiinteistöissä esineiden internetiä hyödyntävien kiinteistöpalveluiden kehittämistä ja palveluista saatavaa hyötyä. Tutkimusmenetelminä on käytetty kirjallisuuskatsausta, yliopistokiinteistöjen tilahallintatyökaluja kartoittavaa kyselytutkimusta sekä tutkijan omaa havainnointia osallistumalla Tampereen yliopistossa toteutettuun pilottihankkeeseen.

Tutkimustulosten perusteella yliopistokiinteistöille laadittiin kaksi viitekehystä; DiKiPa (Digitaalisten palveluiden) kehitystaulukko sekä DiKiPa-arviointikaavio. DiKiPa-kehitystaulukko erottelee palvelun kehittämisen vaiheet ja sen avulla voidaan kohdistaa huomio palvelun tavoitteiden mukaisiin tärkeisiin kehitysprosessin vaiheisiin. DiKiPa-arviointikaavio on palvelun ominaisuuksia kuvaava diagrammi, jonka avulla voidaan esittää selkeästi ja yksinkertaisesti palveluiden vahvuuksia, heikkouksia sekä eri palveluiden välisiä eroja.

Esineiden internetillä on lukuisia sovelluskohteita ja mahdollisuuksia kiinteistöpalveluiden eri osa-alueilla. Tutkimustulosten perusteella Suomen yliopistoissa käytössä olevat tilanhallintatyökalut eivät hyödynnä esineiden internetiä tai sensoreilla kerättyä reaaliaikaista dataa. Tämä tukee kirjallisuudessa esitettyä väitettä, jonka mukaan esineiden internetin ja yleisen digitalisaation aste kiinteistö- ja rakennusalalla on vielä alhainen.

## **Tutkimus 3: Moving Beyond Data Paralysis to Effective use of Building Analytics 2018**

Kramer ym. (2018) tutkimuksessa esitetään määritelmä onnistuneelle energianhallinta analytiikalle. Tutkimuksessa selvitettiin tutkimukseen osallistuneiden yritysten energianhallinta-analytiikan keskimääräiset kustannukset sekä energiasäästöt, jotka ovat peräisin Industry Partnership Program hankkeen osallistujien antamista tiedoista vuonna 2018. Tutkimuksessa tuodaan esiin myös ohjelman käytön haasteita, etuja ja osallistujien hyviä analytiikkakäytäntöjä, jotka on saatu haastatteleamalla tutkimushankkeeseen osallistuneita. Tutkimus

tarjoaa tietoa ohjelman käyttöönottoa harkitseville, analytiikan kehittäjille parantamaan ratkaisujaan ja ylläpitohenkilöstölle ottamaan näitä tekniikoita huomioon.

Yhdysvalloissa vuonna 2016 käynnistetty Industry Partnership Program tarjoaa teknistä tukea julkisien rakennuksen omistajille analytiikan käytöstä energianhallinnan parantamiseksi. Samalla hanke rekisteröi käyttäjät, joilla on energianhallintaan tarkoitettu analytiikkajärjestelmä käytössä. Osallistujille tarjotaan hankkeessa ohjelman käyttöön liittyvää teknistä tukea sekä vertaistukea. Samalla osallistujat jakavat tietoa omasta edistymisestään ja raportoivat energiasäästöistään, ohjelmaan liittyvistä kustannuksista ja jakavat hyviä analytiikkaan liittyviä käytäntöjä. Maaliskuussa 2018 mukana oli 63 kaupallista organisaatiossa, yhteensä 323 miljoonaa neliöjalkaa bruttopinta-alaa ja yli 4000 rakennusta, mikä tekee siitä Yhdysvaltojen kattavimman saatavilla olevan tietojoukon analytiikan asennuksesta ja käytöstä. Tietoja päivitetään vuosittain.

Tutkimustulokseksi saatiin 15 osallistujan keskimääräiset tulokset. Energianhallinta analytiikalla saavutettiin keskimäärin 0,20 dollarin säästöt neliöjalalta ja 5 % vuosittaiset säästöt. Vaikka järjestelmällä saavutettuja energiankäytön hyötyjä oli vaikea erotella muista rakennuksien energiatehokkuuteen vaikuttavista tekijöistä, kaikki osallistujat raportoivat energiankulutuksen laskevan rakennuksistaan järjestelmän käytön jälkeen.

Taulukossa 2 on tiivistettynä tutkimuksen tulokset energiahallinta-analytiikan mahdollisuuksista ja haasteista.



Taulukko 2 Energianhallinta-analytiikan mahdollisuudet ja haasteet (Kramer ym. 2018, 10).

Kategoria	Mahdollisuudet	Haasteet
Analytiikkaohjelmien ominaisuudet ja valikoima	Ohjelma mahdollistaa eri käyttäjille erilaisia toimintoja ja ominaisuuksia. (Huoltohenkilökunta voi käyttää vi-antunnistusta, kun taas johtajat voivat käyttää vain yksinkertaista energianseurantaa)	Ohjelmien kokonaiskustannuksista ja säästöpotentiaalista on vähän tietoa saatavilla. Käyttäjille ei ollut selvää mitkä ohjelmat/ tuotteet soveltuvat parhaiten juuri heidän tarpeisiinsa. Ohjelmien/tuotteiden eroavaisuuksien vertailu ei ole selvää. Hankintaprosessi kestää pitkään.
Analytiikan asennus ja yhteensovitus	Palveluntarjoajat tukevat analytiikan asennuksessa, tietojen liittämässä ja käyttöönotossa. Joskus he tarjoavat myös asiantuntija apua huoltohenkilöstölle. Analytiikan käyttöönotto sisältää asennukset, tiedon oikeellisuuden ja antureiden kalibroinnin tarkastukset. Tiedon tallentuvat yhteen paikkaan.	Tiedon yhteensovitusongelmat eli vaikeuksia saada tietoa vanhemmista rakennusautomaatiojärjestelmistä. Myös tiedon keräys, järjestelmien/laitteiden nimeäminen ja tiedon tuonti yhteen alustaan, koettiin ongelmallisena. Tiedon laatuongelmat (puutteelliset tiedot, virheelliset mittarilukemat). Ohjelmaan liitettyjen mittauksien puuttuminen.
Analytiikan hyödyntämisen toimintamalli (prosessi)	Ohjelman mittarit ja kaaviot tarjoavat yhdellä silmäyksellä kattavan yhteenvedon rakennuksen suorituskyvystä. Analytiikka löytää yksittäiset rakennuksen toimintakykyyn vaikuttavat ongelmat. Palveluntarjoajat tekevät vikadiagnostiikalle säännöt valmiiksi. Säännöt ovat ohjelmassa on jo valmiina.	Käyttäjät kokevat tiedon ylikuormitusta sen sijaan että he saisivat tiedosta oivalluksia. Vaikeuksia paikantaa korjattavia toimenpiteitä rakennuksessa. Vaikeuksia löytää ongelmiin syitä. Vaikeuksia todentaa ohjelman avulla toteutettuja säästöjä.
Organisaation toimintamalli (prosessi)	Henkilöstö, joka käyttää järjestelmää systemaattisesti löytää yleensä ohjelmalle arvoa. Energiansäästö- ja ympäristötavoitteet ohjaavat analytiikkaohjelman käyttöä. Analytiikkaohjelman integrointi huoltopyyntöjen tilausohjelmiston kanssa auttavat havaintojen toteuttamisessa. Mahdollistaa investointi- ja kustannussäästölaskelmat.	Vaikeus ylläpitää energiatehokasta toimintaa ilman jatkuvaa rutiiniprosessia. (prosessi muuttuu jaksotaiseksi) Huoltohenkilöstö säätää järjestelmiä myös rakennusautomaatiosta manuaalisesti, joka johtaa usein energian hukkaamiseen.

Teollisuuden kehitystarpeiksi tunnistettiin seuraavat osa-alueet:

1. **Tiedon laatu ja tiedonhallinta:** Tarkka ja tehokas tiedonkeruu, tiedon jakaminen ja tallentaminen eri järjestelmistä on yhteinen haaste järjestelmän käyttöönotossa ja se voi viivästyttää järjestelmän toteutusta. Pisteiden nimeämiskäytännöt ovat yleensä epäjohdonmukaisia ja niiden tuominen sellaiseen muotoon, joka on luettavissa viantunnistustyökalulle, on haastavaa. Ohjelmiston asentaminen virtaviivaistuu, kun datapisteet ovat nimetty ja merkitty standardisoidulla tavalla. Johdonmukaisten nimeämiskäytäntöjen kehittäminen on avainasemassa
2. **Eri käyttäjien tarpeiden täytyminen:** Käyttäjillä on monia erilaisia tarpeita järjestelmän käytölle ja eri tarpeisiin vastaaminen samassa tietokannassa on haaste. Työkalujen kehittäminen, laajentaminen, erilaiset kumppanuudet tai työkalujen yhdistäminen kattavampien ratkaisujen tarjoamiseksi voi vastata tähän tarpeeseen.
3. **Menetelmät liiketoimintaan:** Omistajilla on vaikeuksia määritellä järjestelmän investoinnin tuotto, sillä heille ei ole selvää mitä säästöjä järjestelmä tuo. Lisäksi on vaikeuksia osoittaa säästöjä analytiikalle käytönaikana, sillä sen osoittaminen vaatii analytiikkaan perustuvia laskelmia.
4. **Mittaritason analytiikan käyttö:** Organisaatiot tarvitsevat lisää ohjeita mittaritasonanalytiikan hyödyntämiseen järjestelmätason analytiikassa. Miten niistä saadaan lisäarvoa diagnostiikkaan ja miten ne auttavat käyttäjiä löytämään energiansäästömahdollisuuksia?
5. **Eri järjestelmien valinta ja vertailu.** Omistajilla on ollut vaikeuksia valita ja vertailla eri järjestelmiä keskenään ja selvittää mikä järjestelmä vastaa parhaiten juuri heidän tarpeitaan. Tällä hetkellä ei ole standardisoitua tapaa järjestelmien ominaisuuksien vertailuun.

#### Tutkimus 4: Building analytics and monitoring-based commissioning: industry practice, cost and savings 2019

Kramer ym. (2019) tutkimus, on edellisen tutkimuksen (Kramer ym. 2018) jatkoa, joka perustuu samaan Industry Partnership Program -hankkeeseen osallistuneiden kyselytutkimukseen ja haastatteluihin, kuin aikaisempikin tutkimus. Tutkimuksessa esitellään energia-analytiikkaa käyttävien tutkimukseen osallistuneiden energiansäästösaavutukset vuonna 2019 sekä niihin liittyvät teknologiakustannukset (taulukko 3 ja taulukko 4).

Taulukko 3 Yhteenveto tutkimukseen osallistuneiden energianhallinta-analytiikkajärjestelmillä saavutetuista energiansäästöistä (Kramer ym. 2019, 9)

Energianhallintajärjestelmän tyyppi	Keskimääräinen energiansäästö järjestelmän asennuksen jälkeen (%)	Energiansäästöalue (%)	Seurantajakso järjestelmän asennuksen jälkeen
Mittaritason analytiikka (n=7)	1 %	6–7 %	1 vuosi (n=7)
Järjestelmätason analytiikka (n=20)	10 %	2–26 %	1 vuosi (n=9); 2-4 (n=11)
Yhteensä (n=27)	7 %	6–26 %	1 vuosi (n=16); 2-4 (n=11)

Taulukko 4 Yhteenveto tutkimukseen osallistuneiden energianhallinta-analytiikkajärjestelmien keskimääräisistä kustannuksista (Kramer ym. 2019, 11)

Energianhallintajärjestelmän tyyppi	Ohjelmisto ja asennuskustannukset (\$ /neliöjalka)	Vuosittaiset toistuvat ohjelmistokustannukset (\$ /neliöjalka - vuosi)	Vuotuiset arvioidut työvoimakustannukset (\$ /neliöjalka - vuosi)
Mittaritason analytiikka (n=12)	0,01	0,01	0,03
Järjestelmätason analytiikka (n=23)	0,05	0,02	0,05
Yhteensä (n=35)	0,03	0,02	0,03

Tutkimustulosten mukaan osallistujat saavuttivat energiasäästöissä mediaanisäästön 0,19 dollaria/neliöjalka ja 7 % vuosisäästöt. Säästöjen odotetaan kasvavan vielä ajan myötä. Järjestelmän asentamisesta aiheutui kustannuksia keskimäärin 0,03 dollaria/neliöjalka, vuotuiset toistuvat ohjelmistokustannukset olivat 0,02 dollaria/neliöjalka ja vuotuiset arvioidut työvoimakustannukset

0,03 dollaria/neliöjalka. Tutkimuksessa havaittiin, että järjestelmätason analytiikalla, joka piti sisällään myös viantunnistustoiminnon, saavutettiin suuremmat energiasäästöt kuin mittaritason analytiikalla (taulukko 3). Järjestelmätason analytiikalla oli myös korkeammat kustannukset kuin mittaritason analytiikalla (taulukko 4). Tutkimuksessa kuvaan myös analytiikkatuotteita, palveluita ja alan trendejä.

### **3 TUTKIMUKSEN TARKOITUS, TAVOITTEET JA RAJAUS**

Tässä osiossa kuvataan tutkimukseen liittyvää taustaa ja määritellään tutkimuksen tarkoitus, tavoitteet, tutkimuskysymykset ja työn rajaus. Osiossa kuvataan myös Pohjois-Savon sairaanhoitopiirin kiinteistöhallinnon asettamat tavoitteet analysointiohjelmalle ja kuvataan ohjelman hyödyntämisen alustava toimintamalli.

#### **3.1 Työn taustaa ja työn tavoite**

Analysointiohjelmien hyödyntäminen kiinteistötehokkuuden hallinnassa on Suomessa vasta alkutekijöissään. Ohjelmien käyttökokemuksista on suomenkielisessä tutkimuskirjallisuudessa vain vähän tietoa saatavilla, ja ohjelmien tuottama todellinen hyöty on vaikeasti todennettavissa ilman käyttökokemuksia. Tiedossa ei myöskään ole, miten analysointiohjelmat soveltuvat juuri sairaalakohteisiin, joissa on tavanomaisiin toimisto- tai liikerakennuksiin verrattuna enemmän erikoistekniikkaa ja erilaiset olosuhdevaatimukset. Pohjois-Savon sairaanhoitopiirin kiinteistöhallinto halusi tutkimuksella selvittää, saavutaanko ohjelman avulla hyötyä kiinteistöjen ylläpitoon KYS Puijon sairaalassa ja soveltuuko ohjelma juuri heidän tarpeisiinsa.

Tutkimusta varten Pohjois-Savon sairaanhoitopiirin kiinteistöhallinto liitatti kahden hallinnoimansa rakennuksen rakennusautomaatiopisteet Siemens Navigator -nimiseen analysointiohjelmaan. Samalla kiinteistöhallinnon sisäilmatyöryhmän käyttöön hankittiin kolme ohjelmaan yhteensopivaa sisäilman laatua mittaavaa siirrettävää mittausasemaa, eli dataloggeria.

Tutkimuksessa etsittiin vastausta seuraavaan kysymykseen:

Saavutetaanko ohjelman avulla lisäarvoa KYS Puijon Sairaalan kiinteistöjen ylläpitoon?

Pääkysymyksen lisäksi tutkimuksessa on käytetty seuraavia alakysymyksiä: Minkälaisia korjattavia toimenpiteitä ohjelma havaitsi ja miten ne jakoutuivat järjestelmä tai vikatyypikohtaisesti? Minkälaisia vaikutuksia ohjelman havaitsemilla korjattavilla toimenpiteillä oli? Näkyykö rakennuksen energiankulutusraporteissa muutos ohjelman käyttöönoton jälkeen? Mitä hyötyjä, haittoja, mahdollisuuksia ja riskejä kiinteistötehokkuuden analysointiohjelma tuo KYS Puijon Sairaalan kiinteistöjen ylläpitoon? Millaiset olivat ohjelmaa käyttävien käyttökokemukset ohjelmasta ja siirrettävistä dataloggereista? Saavutettiin ohjelmalle asetetut tavoitteet?

Tavoitteena oli saada ohjelman hyödyllisyydestä ja käyttökokemuksista mahdollisimman laaja kokonaiskuva, jossa on huomioitu sekä mitattavissa olevaa määrällistä tietoa että laadullista tietoa, joka on peräisin ohjelman käyttäjiltä.

### **3.2 Analysointiohjelmalle asetetut tavoitteet ja toimintamalli**

Ohjelma hankittiin aluksi energianhallinnan ja sisäilmatyöryhmän työkaluksi, jolla voidaan tunnistaa talotekniikan laitteistojen vikoja, optimoida taloteknisiä järjestelmiä toimimaan energiatehokkaammin, varmistaa hyvien sisäilmaolosuhteiden säilyminen, raportoida talotekniikan toimivuudesta sekä analysoida sisäilmaolosuhteita entistä paremmin ja tehokkaammin. Tavoitteena oli energiatehokkuuden-, kustannustehokkuuden-, olosuhdeseurannan ja raportoinnin parantaminen. Ohjelmalle asetetut tavoitteet on esitetty tarkemmin kuvassa 3.



Kuva 3 Analysointiohjelmalle asetetut tavoitteet

Toimintamalliksi ajateltiin, että energia-asiantuntija Servica Oy:stä käy päivittäin ohjelman esiin nostamat korjattavat toimenpiteet läpi ja raportoi niistä tarpeen mukaan joko kiinteistöhuoltoon tai kiinteistöhallinnolle. Myös sisäilma-työryhmä hyödyntää ohjelmaa omiin tarpeisiinsa sisäilmaolosuhteiden selittämiseksi ja hyvien sisäilmaolosuhteiden varmentamiseksi.

### 3.3 Työn rajaus

Tutkimuksesta rajattiin sairaalan talotekniset erikoisjärjestelmät ja sähköjärjestelmät pois ja tarkasteltiin analysointiohjelman hyödyllisyyttä energiatehokkuuden, sisäilman laadun seurattavuuden ja rakennuksen LVIA-järjestelmien optimaalisen toiminnan varmistamisen kannalta. Työn rajaus perustuu kiinteistöhallinnon linjaukseen, jossa analytiikkaa kokeillaan ensin pieneen osa-alueeseen. Vasta kokeilun kokemusten perusteella muodostetaan käsitys analytiikan hyödyllisyydestä KYS Puijon Sairaalan ylläpitoon.

Analysointiohjelmaa on kiinteistöalalla useita ja niitä on tehty useammille eri järjestelmille kuten, sähköjärjestelmille, turvallisuusjärjestelmille, erillislaitteille ja tilahallinnan tarpeisiin. Lisäksi analysointiohjelmaa käytetään hyödyksi erilaisten kiinteistöalan palveluiden tarpeisiin kuten teknisen huollon ja ylläpidon-,

puhtaanapitopalveluiden-, energian kysyntäjouston- ja erilaisten käyttäjäpalveluiden tarpeisiin. Tässä työssä keskitytään pelkästään rakennusautomaatiosta saatujen tietojen (LVIA-järjestelmien) analytiikkaan ja analytiikan hyödyntämiseen kiinteistötehokkuuden hallintaan.

### **3.4 Tulosten hyödynnettävyys**

Tutkimustulokset auttavat selkeyttämään ohjelman hyödyllisyyttä KYS Kiinteistöhallinnolle ja auttavat kiinteistöjohtoa tekemään päätöksen siitä, laajennetaanko ohjelman käyttö koskemaan muita rakennuksia.

Jos tutkimuksen tuloksena saadaan positiivisia käyttökokemuksia ja positiivista dataa, ohjelman käyttötarkoitusta voidaan alkaa laajentaa tai kehittää entisestään. Ohjelman käyttöönotosta ja käyttökokemuksista voi kertyä myös arvokasta tietoa, jotka auttavat selkeyttämään, mitä kompastuskiviä ohjelman käyttöönotossa, käytössä tai ohjelman hyödynnettävyydessä tulee eteen ja mitä asioita pitää huomioida ohjelmaa laajennettaessa.

Tutkimuksesta on myös hyötyä alalle laajemminkin. Kokemusperäisestä tiedosta hyötyvät myös muut kiinteistöjenomistajat ja kiinteistöjen ylläpidosta vastaavat. Kokemusperäistä tietoa ohjelmasta ja ohjelman käyttöönotosta on Suomen kirjallisuudessa vähän saatavilla.

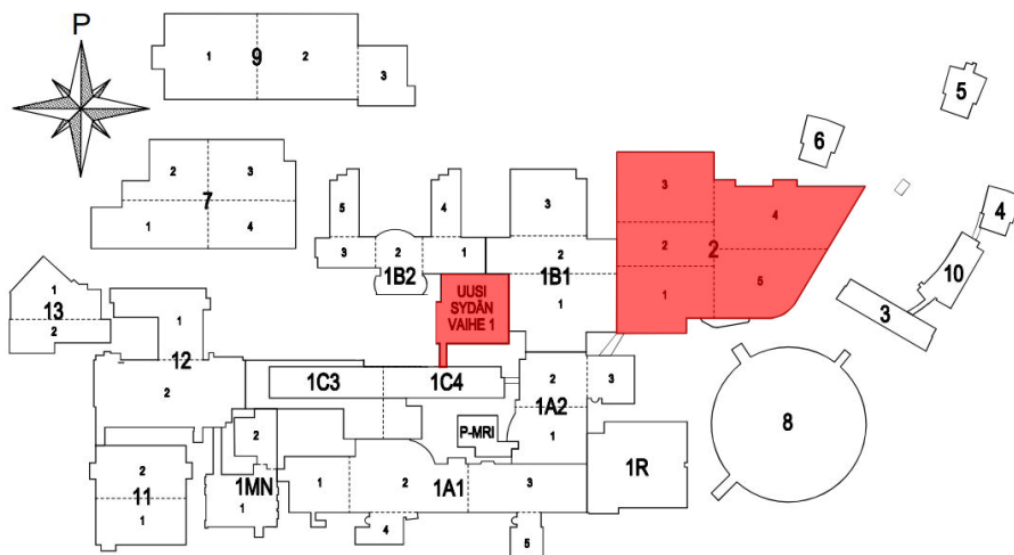
## **4 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS**

Tässä osiossa esitellään tutkimukseen valitut rakennukset ja kuvataan ohjelman hankinnan eri vaihteet. Osiossa esitellään ja kuvataan myös, miten tutkimus tehtiin, perustellaan tutkimuksessa käytettyjen tutkimusmenetelmien valinta ja kuvataan niiden tavoitteet. Osiossa myös kuvataan, miten tutkimusaineisto kerättiin, käsiteltiin ja analysoitiin.

### **4.1 Kohteen esittely**

Pohjois-Savon sairaanhoitopiirin kiinteistöhallinto liitatti syksyllä 2020 tutkimusta varten kahden hallinnoimansa rakennuksen, Kaarisairaalan (Rakennus

2) ja 1C1-rakennusosan, rakennusautomaatiopisteet Siemens Navigator -nimiseen kiinteistötehokkuuden analysointiohjelmaan. Alla olevaan KYS Puijon Sairaalan asemakuvaan (kuva 4) on korostettu punaisella värillä tutkimukseen valitut rakennukset.



Kuva 4 Tutkimukseen valitut rakennukset KYS Puijon Sairaalan asemakuvassa

### **Kaarisairaalan (Rakennus 2) esittely:**

Kaarisairaala on toukokuussa 2015 käyttöön otettu rakennus, johon on keskitetty suuri osa sairaalan ydintoiminnoista, kuten leikkausyksikkö ja heräämö, aikuisten-, lasten- ja vastasyntyneiden tehohoito sekä tehostettu valvonta, synnytysalut, äitiys- ja naistentautien poliklinikat, valtaosa kirurgian poliklinikoista, dialyysiosasto, välinehuoltokeskus ja henkilöstöravintola. (Kaarisairaala s.a.) Rakennuksessa on myös keskitetty höyryntuotantojärjestelmä ja keskitetty instrumentti-ilman ja hengitys ilman tuotanto järjestelmä.

Rakennus on liitetty Kuopion Energian kaukolämpöverkoston ja rakennuksen lämmitysmuotona on vesikiertoinen patterilämmitys. Kaarisairaalan Jäähdytysenergia tuotettiin tutkimushetkellä vedenjäähdytyskoneilla. 1.3.2021 alkaen Kaarisairaala liitettiin kaukokylmään. Alla olevissa taulukoissa on esitelty Kaarisairaalan laajuustiedot (taulukko 5), Kaarisairaalan energiankulutukset vuosilta 2019 ja 2020 (taulukko 6) ja Kaarisairaalan keskeisimmät talotekniset järjestelmät ja niiden lukumäärät (taulukko 7).



Taulukko 5 Kaarisairaalan laajuustiedot

Kerroksien lukumäärä (kpl)	Bruttoala (m <sup>2</sup> )	Huone-ala (m <sup>2</sup> )	Tilavuus (m <sup>3</sup> )
6	35 624,8	31 964,2	162 084

Taulukko 6 Kaarisairaalan energiankulutukset vuosina 2019 ja 2020.

	2019	2020
Sähkö (MWh)	9 645,41	9 852,91
Kaukolämpö (MWh)	4 887,90	4 162,67
Normitettu kaukolämpö (MWh)	5 215,37	4 883,52
Vesi (m <sup>3</sup> )	54 613,07	53 218,50

Taulukko 7 Kaarisairaalan keskeisimmät talotekniikkajärjestelmät ja niiden lukumäärät.

Tekniikka	lukumäärä (kpl)
Ilmanvaihtokoneet	36
Leikkaussalien kiertoilmakojeet	26
Erilliset poistoilmapuhaltimet	39
Erilliset tuloilmapuhaltimet	9
Ilmavirtasäätimet	61
Anestesiakaasunpoistopuhaltimet	7
Vedenjäähdytyskoneet (ennen 1.3.2021)	4
Vakioilmastointikoneet	1
Jäähdytyskonvektorit	141
Kylmiöt	2
Kompressorit (hengitysilma, instrumentti-ilma, tekninen paineilma)	6
Keskitetyn höyryntuotantojärjestelmän höyrykehittimet	10
Välinehuollon autoklaavit	8
Välinehuollon pesukoneet	10
ilmanvaihdon höyrykostuttimet	30
Kaukolämmönsiirtimet	4
Rakennusautomaatiopisteet	4 630

Rakennuksen erikoistiloissa kuten leikkaussaleissa ja IVF-laboratoriossa on huone- tai tilakohtainen lämpötilan- ja ilmankosteuden säätömahdollisuus. Lisäksi osassa huoneista, kuten neuvotteluhuoneissa, opetustiloissa, taukotiloissa, hoitajien kanslioissa ja etelän puoleisilla toimistohuoneilla on joko ilmapuhtausjärjestelmän tehostusmahdollisuus tai jäähdytyskonvektorit. Kaikissa toimistohuoneissa huonekohtaista jäähdytyskonvektoria ei kuitenkaan ole.

Rakennus valittiin tutkimuskohteeksi suuren energiankulutuksen ja korkean käyttöasteen vuoksi. Lisäksi rakennuksen tilat ovat sairaalan toiminnan kan-

nalta tärkeitä ja teknisten järjestelmien vikaantuminen aiheuttaisi sairaalan toiminnalle merkittävästi haittaa. Analysointiohjelmaan tehtiin yhteensä 309 erilaista sääntöä seuraamaan Kaarisairaalan talotekniikan toimivuutta.

### **1C1- rakennusosan esittely:**

1C1-rakennusosa on KYS Uusi Sydän 2025-rakennusporojen ensimmäisen vaiheen laajennus, joka on käyttöön otettu kesäkuussa 2020. 1C1-rakennusosaan on pääosin sijoitettu vuodeosastoja kuten: sydänosasto, neurologian osasto, sisätautiosastot, naisten osasto ja syöpätautien osasto. Rakennusosan alakerroksessa sijaitsee myös Biopankki. (Ensimmäisen vaiheen laajennus. s.a.) Rakennuksen lämmitysmuotona on kaukolämpö vesikiertoisilla kattosäteilijöillä, patteriverkostolla sekä kosteissa tiloissa vesikiertoisella lattialämmitysverkostolla. Jäähdytysmuotona on kaukokylmä.

Alla olevassa taulukoissa on esitetty 1C1-rakennusosan laajuustiedot (taulukko 8) sekä keskeisimmät talotekniset järjestelmät ja niiden lukumäärät (taulukko 9).

Taulukko 8 1C1-rakennusosan laajuustiedot.

Kerroksien lukumäärä (kpl)	Bruttoala (m <sup>2</sup> )	Huone-ala (m <sup>2</sup> )	Tilavuus (m <sup>3</sup> )
11	13 540,9	11 793,4	40 260

Vuodeosastoilla on pääosin yhden hengen potilashuoneita. Potilashuoneissa on jäähdyttävät ja lämmittävät kattosäteilijät omalla huonekohtaisilla säätimillään. Pääosassa rakennuksessa on tasailmavirtajärjestelmä. Joissain huoneissa, kuten neuvotteluhuoneissa, opetustiloissa ja taukotiloissa on joko ilmamäärän tehostusmahdollisuus tai lämmittävä ja jäähdyttävä kattosäteilijä. Alla olevassa taulukossa on esitelty 1C1-rakennusosan keskeisimmät talotekniikkajärjestelmät ja niiden lukumäärät.

Taulukko 9 1C1-rakennusosan keskeisimmät talotekniikkajärjestelmät ja niiden lukumäärät.

Tekniikka	lukumäärä (kpl)
Ilmanvaihtokoneita	10
Ilmavirtasäätimet	35
Kaukokylmäsiirtimet	6
Kaukolämpösiirtimet	4
Kattosäteilijät (huonekohtainen säätö)	182
Vetokaappipuhaltimet ja muut erillispuhaltimet	8
Höyrykostuttimet	2
Rakennusautomaatiopisteet	2 098

1C1-rakennusosa valittiin tutkimuskohteeksi juuri sen valmistumisen ja käyttöönoton vuoksi. Odotuksena oli, että ohjelman avulla voidaan paremmin valvoa rakennuksen kuntoon virittämisen onnistumista ja valvoa paremmin talotekniikan toimivuutta rakennuksen takuuajalla.

Analysointiohjelmaan tehtiin yhteensä 54 erilaista sääntöä seuraamaan rakennusosan talotekniikan toimivuutta.

#### 4.2 Kuvaus ohjelman hankinnan ja -käyttöönoton eri vaiheista

Päätös ohjelmiston käyttöönotosta Kaarisairaalan ja 1C1-rakennusosan osalta tehtiin keväällä 2020. Ohjelma oli aikaisemmin ollut Pohjois-Savon sairaanhoitopiirin kiinteistöhallinnolla pienimuotoisesti koekäytössä muutaman ilmanvaihtokoneen osalta. Koekäytössä huomattiin, että ohjelmisto on hyödyllisen oloinen, mutta ohjelmisto tarvitsee kuitenkin suuremman määrän rakennusautomaatiopisteitä, jotta ohjelmasta saadaan hyötyä. Kyseessä oli nykyisen käytössä olevan ohjelmiston laajennus.

Ohjelmistotoimittaja Siemens liitti tutkimuskäyttöön valittujen rakennuksien rakennusautomaatiopisteitä analysointiohjelmaan järjestelmä kerrallaan toukokuu – syyskuun 2020 välisenä aikana. Työ oli runsaan pistemäärän vuoksi suuri ja aikatauluun vaikutti myös kesälomakausi, jolloin työtä ei tehty. Sääntöjä otettiin käyttöön lämmitys-, jäähdytys-, käyttövesi- ja ilmanvaihto järjestelmille sekä kaikille niille tiloille, joilla oli huonekohtainen mittaus- tai säätömahdollisuus.

Käyttökoulutuksia pidettiin useampi, joissa samalla ideoitiin ohjelmistoon rakennettavaa tilajaottelua, perehdyttiin ohjelmiston valmiiksi tehtyihin sääntöihin ja ideoitiin, mitkä säännöt otetaan käyttöön. Huoneet päädyttiin jaottelemaan kerroskohtaisesti ja tilakohtaisesti (potilashuoneet, toimistohuoneet, neuvotteluhuoneet, leikkaussalit yms.) ja tilanumerotarkkuudella. Analysointiohjelmaan liitettiin pelkästään sellaiset huoneet, joissa on huonekohtainen olosuhdesäätö ja mittausmahdollisuus. Tiloja voidaan lisätä ohjelmistoon jälkepäin, mikäli tarve esiintyy.

Ohjelmistotoimittajan tekemän työn jälkeen Energia-asiantuntija Servica Oy:stä muokkasi ohjelman valmiita sääntöjä sairaalaympäristöön sopivimmaksi. Osa säännöistä oli sellaisia, joiden raja-arvoja hän pystyi muokkaamaan itse ja osa säännöistä oli sellaisia, joiden muokkaamiseen tarvittiin ohjelmistotoimittajaa. Tämän työvaiheen pystyi tekemään ainoastaan henkilö, joka tuntee kohteen erityispiirteet tarkemmin.

Ohjelma saatiin käyttöön syyskuussa 2020. Samassa yhteydessä Pohjois-Savon sairaanhoitopiirin kiinteistöhallinnolle hankittiin kolme ohjelmaan yhteensopivaa siirrettävää sisäilman laatua mittaavaa mittausasemaa eli dataloggeria sisäilmatyöryhmän käyttöön. Kuvassa 5 on valokuva siirrettävästä sisäilman laatua mittaavasta dataloggerista.



Kuva 5 Siirrettävä sisäilman laatua mittaava dataloggeri

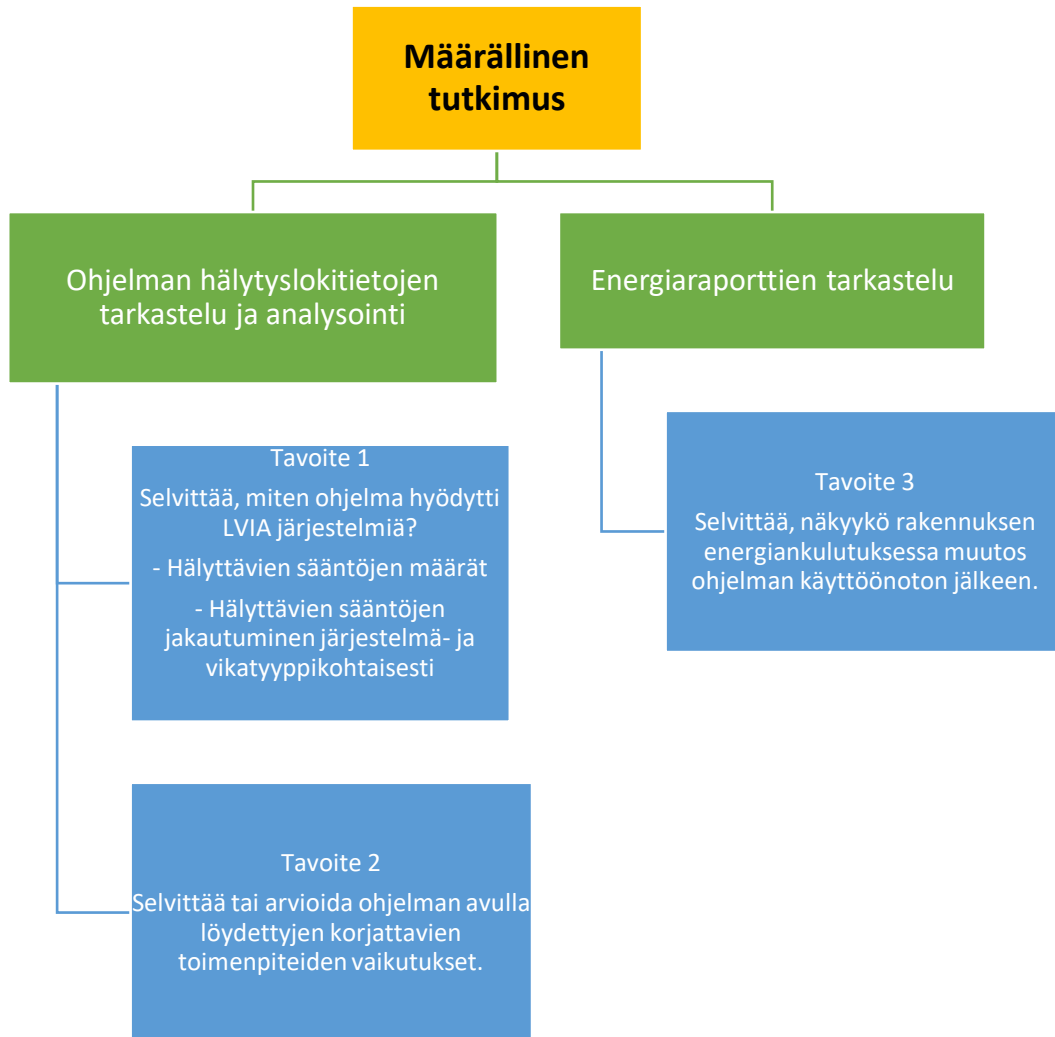
Siirrettävät dataloggerit mittaavat sisäilmasta lämpötilaa, ilman suhteellista kosteutta, hiilidioksidia, TVOC arvoa sekä pienhiukkasia ja isoja hiukkasia. Dataloggereiden keräämä data siirretään radiomodeemin välityksellä rakennusautomaatioalakeskukseen ja siitä edelleen analysointiohjelmaan. Dataloggereiden keräämää tietoa voidaan myös yhdistää analysointiohjelmaan liitetyn muun kiinteistöstä kerättävän tiedon kanssa. Dataloggereiden käytölle järjestettiin useampi käyttökoulutus.

### **4.3 Tutkimusmenetelmät, tutkimusaineisto ja aineiston analysointi**

Tutkimuksessa käytettiin sekä määrällistä (kvantitatiivista) - että laadullista (kvalitatiivista) tutkimusmenetelmää, joiden tarkoituksena oli tukea toisiinsa. Alla olevissa luvuissa näistä menetelmistä on kerrottu tarkemmin lisää.

#### **4.3.1 Ohjelman hälytyslokitietojen tarkastelu**

Määrällisen tutkimuksen päätutkimusmenetelmäksi valittiin ohjelman hälytyslokitietojen tarkastelu ja analysointi. Hälytyslokitietojen tarkastelun tarkoituksena oli saada tutkimuskysymyksien selvittämiseksi mahdollisimman paljon mitattavissa olevaa numeraalista tietoa. Tarkastelemalla hälytyslokitietoja voitiin selvittää hälytysten määrät, niiden jakautuminen järjestelmittäin ja vikatyypeittäin sekä arvioida ohjelman avulla löytyneiden korjattavien toimenpiteiden vaikuttavuutta. Määrällisen tutkimuksen avulla saadaan yleensä kartoitettua olemassa oleva tilanne, mutta ei pystytä riittävästä selvittämään asioiden syitä. Määrällinen tutkimus vastaa yleensä kysymyksiin: Mikä? Paljonko? Missä? Miksi? Kuinka usein? (Heikkilä 2014, 15.) Päätutkimusmenetelmää tukevaksi tutkimusmenetelmäksi valittiin myös energiaraporttien tarkastelu. Kuvassa 6 on esitetty tämän tutkimuksen määrällisen tutkimuksen keinot ja tavoitteet tarkemmin.



Kuva 6 Määrällisen tutkimuksen keinot ja tavoitteet

Analysointiohjelman hälytyslokitietojen tarkasteluun päädyttiin, sillä tutkimusmenetelmän katsottiin antavan hyvän ja luotettavan kuvan kaikista ohjelman havaitsemista korjattavista toimenpiteistä tutkimusajankohtana. Hälytyslokitietojen tarkastelua tukevaksi menetelmäksi valittiin myös energiaraporttien tarkastelu. Energiaraporttien tarkastelun tavoitteena oli selvittää vain suuntaa antavassa merkityksessä, näkyykö rakennuksen energiankulutuksissa muutosta analysointiohjelman käytön aloittamisen jälkeen. Energiaraporttien tarkastelulla ei kuitenkaan pystytä luettavasti arvioimaan sitä, johtuuko energiankulutuksen muutos juuri analysointiohjelman käytöstä vai jostain muusta syystä.

Tutkimuksen alkuperäisenä tarkoituksena oli tutkia analysointiohjelman käytön energiavaikutuksia ohjelman oman energiansäästölaskelma toiminnon avulla. Tällaista toimintoa ohjelmaan ei kuitenkaan saatu rakennettua, jonka vuoksi

energiansäästövaikutuksia päädyttiin tutkimaan vain rakennuskohtaisien energiankulutusraporttien avulla suuntaa antavassa merkityksessä. Energiaraporttien tarkasteluun päädyttiin, sillä Kramer ym. (2018) ja Kramer ym. (2019) tutkimuksissa havaittiin, että vaikka energiaraporttien tarkastelu ei olekaan luotettava tapa arvioida analysointiohjelman käyttöönoton vaikutuksia rakennuksen energiatehokkuuteen, niin kaikki tutkimukseen osallistuvat raportoivat silti alentuneista energiankulutuksista analysointiohjelman käyttöönoton jälkeen.

Kaarisairaalan energiankulutusta seurattiin rakennuskohtaisella tasolla ennen ja jälkeen analysointiohjelman käytön aloittamista. 1C1-rakennusosasta oli tutkimushetkellä juuri käyttöönotettu ja siitä ei ollut siksi saatavissa aikaisempien vuosien energiakulutustietoja.

Ohjelman hälytyslokitietojen tarkastelu ja analysointi tehtiin helmikuun 2021 aikana. Tutkimuksessa analysoitiin ohjelman esiin tuomia korjattavia toimenpiteitä ohjelman hälytyslokitietoja tarkastelemalla kahden kuukauden ajanjaksolla 14.11.2020 – 14.1.2021. Ajanjaksoksi valittiin sellainen ajanjakso, jolloin ulkoisia häiriötekijöitä, kuten sähkökatkoja ja lämmityshäiriöitä, oli mahdollisimman vähän. KYS Puijon Sairaalassa pidettiin varavoimakokeilu 3. – 4.11.2020, joka aiheutti analysointiohjelmaan suuren määrän ulkoisesta syystä johtuvia hälytyksiä (yht. 45 kpl) ja 15.1.2021 KYS:ssa oli kaukolämmön ensiöpuolella häiriö energialaitoksen verkostossa, joka aiheutti järjestelmään yht. 118 kpl ulkoisesta häiriöstä johtuvia hälytyksiä. Näiden hälytyksien poistaminen jälkikäteen hälytyshistoriasta osoittautui työlääksi ja toisaalta taas ulkoisten häiriöiden mukaan ottaminen tutkimukseen olisi vaikuttanut tulosten luotettavuuteen ja toistettavuuteen. Tämän vuoksi nämä ajanjaksot rajattiin tarkastelujakson ulkopuolelle. Ohjelman hälytyslokitiedot siirrettiin Excel-taulukkoon, jossa ne analysointiin tarkemmin. Lopuksi tulokset kuvattiin graafisissa muodoissa tai taulukoissa.

Hälyttävät säännöt luokiteltiin ensin kahteen ryhmään omien havaintojen perusteella, joita olivat ei-toimenpiteitä vaativat hälytykset ja toimenpiteitä vaativat hälytykset. Tämän jälkeen kummankin ryhmän hälyttävät säännöt tutkittiin yksitellen läpi ja luokiteltiin vikatyypin mukaisesti ryhmiin. Analysointiohjelmasta saatiin seuraavat tiedot: nimi (missä laitteessa/järjestelmässä hälyttävä sääntö

esiintyi), järjestelmä (esim. IV-kone, lämmönsiirrin), sääntö (mikä sääntö hälyttää), lukumäärät (riveinä) ja vian esiintyvyyden kesto (RPI-arvo prosentteina). Näiden tietojen perusteella analysointi tehtiin. Tulosten tulkinnan luotettavuus otettiin huomioon tässä tutkimuksessa vertaisarvioinnin avulla. Luokittelu tehtiin yhdessä energia-asiantuntijan kanssa, ja osaan tulkintoihin pyydettiin apua myös huoltohenkilöstöltä. Vertaisarvioinnin tarkoituksena on parantaa tulosten tulkinnan luotettavuutta. Kun samaan tulkintaan päätyy useampi henkilö, tulosten luotettavuuskin paranee. Menetelmää kutsutaan myös tutkijatrigulaatioksi. (Kananen 2015, 361.) Aikaisempia tutkimuksia, joiden mittareita tai analysointitapaa olisi voitu sellaisenaan hyödyntää tähän tutkimukseen, ei tähän tutkimukseen löydetty.

### Ei toimenpiteitä vaativien hälytysten analysointi

Ei toimenpiteitä vaativat hälyttävät säännöt tutkittiin yksitellen läpi ja luokiteltiin vikatyypin mukaan kolmeen ryhmään, jotka olivat: ulkoinen häiriö, virittämätön sääntö ja systeeminen ongelma taulukon 10 mukaisesti. Luokittelu tehtiin omien havaintojen pohjalta tutkittavasta aineistosta vertaisarviointia hyödyntäen. Apua hälyttävien sääntöjen tulkintaan saatiin energia-asiantuntijalta ja huoltohenkilöstöltä.

Taulukko 10 Ei toimenpiteitä vaativien hälytyksien jaottelu

Häiriön luokitus	Lyhyt kuvaus häiriöstä
Ulkoinen häiriö	Esim. lyhytaikainen sähköhäiriö tai huoltotapahtuma
Virittämätön sääntö	Ohjelman säännössä on liian tiukat hystereesirajat, tai liian tiuha mittausväli, jolloin järjestelmä ei ehdi reagoimaan pyydettyyn arvoon tai pyydetty arvo poikkeaa vain vähän tavoitteesta.
Systeeminen ongelma	Väärin toimiva järjestelmä, jota ei kuitenkaan ole tarvetta korjata

Esimerkki ei toimenpiteitä vaativasta virittämättömästä säännöstä johtuvasta hälytyksestä oli tilanne, jossa ilmanvaihtokone vaihtoi juuri aikaohjelmaa yöaikaisen käytön pienemmältä teholta päiväaikaisen käytön suuremmalle teholle ja analysointiohjelman mittaushetki sattui juuri ajankohtaan, jolloin ilmanvaihtokone ei ollut vielä ehtinyt saavuttamaan täyttä tehoaan. Myös käyttäjien tekemät ilmamäärän tehostus tai lämpötilan säätö poikkeutukset aiheuttivat



samantapaisia hälytyksiä, kun mittaushetki sattui juuri ajankohtaan, kun sääti-  
mestä oli juuri annettu viesti järjestelmälle, mutta järjestelmä ei ollut vielä ehti-  
nyt saavuttamaan haluttua olosuhdetta. Myös sairaaltiloissa sallittu analy-  
sointiohjelman valmista säätöä korkeampi huonelämpötila, ilmanvaihtoko-  
neen höyrykostuttimesta johtuva hetkellinen lämpötilan nousu tuloilmakana-  
vassa luokiteltiin myös tähän kategoriaan.

Esimerkki ei toimenpiteitä vaativasta systeemisestä ongelmasta johtuvasta  
viasta oli infektoeristyshuoneiden tuloilman lämpötilojen huojunta, joka il-  
meni järjestelmässä pelkästään silloin kun eristyshuone oli pienemmällä te-  
holla (ns. valmistilassa), eikä huoneessa ollut potilasta. Pienemmällä ilma-  
määrällä tuloilman lämpötilan säätö ei ollut tarkka ja tuloilman lämpötila huojui  
siksi. Kun huoneeseen tuodaan potilas ja ilmanvaihtokone laitetaan suurem-  
malle käytönaikaiselle teholle, niin tuloilman lämpötilan säätö toimii suunnitel-  
lusti eikä tuloilman lämpötilan huojuntaa enää esiintynyt. Tämä hälytys luoki-  
teltiin siksi ei toimenpiteitä vaativaksi hälytykseksi, joka johtui systeemisestä  
ongelmasta.

### Toimenpiteitä vaativien hälytysten analysointi

Myös toimenpiteitä vaativat hälyttävät säännöt tutkittiin yksitellen läpi ja luoki-  
teltiin vikatyypin mukaan systeemiseksi ongelmaksi, tekniseksi ongelmaksi tai  
käyttäjälähtöiseksi virheeksi. Apuna vikojen luokittelussa käytettiin Granlund  
Oy:n Teemu Hausenin Oulun energiaseminaarissa 2018 julkaiseman aineis-  
ton mukaista vikatyypiluokittelua, jota vain täsmennettiin tähän tutkimukseen  
sopivammaksi taulukon 11 mukaisesti (Hausen 2018).

Taulukko 11 Toimenpiteitä vaativien hälytyksien jaottelu

Vikatyypijaottelun nimi	Lyhyt kuvaus
Systeeminen ongelma	Tähän ryhmään luokiteltiin viat, jotka johtuivat väärin toimivasta järjestelmästä.
Tekninen ongelma	Tähän ryhmään luokiteltiin viat, jotka johtuivat rikkiinäisestä tekniikasta.
Käyttäjälähtöinen virhe	Tähän ryhmään luokiteltiin viat, jotka johtuivat käyttäjistä. Esimerkkinä käyttäjälähtöisestä virheestä on ilmanvaihtokoneelle pyydetty yksittäinen lisäaikapyyntö, joka on jäänyt vahingossa päälle.

Hausenin julkaisemaan vikatyypiluokitteluun päädyttiin sen selkeyden vuoksi. Toinen mahdollinen vikojen jaotteluperuste olisi ollut: reaktiiviset-, proaktiiviset (ennakoiva) ja optimointivirheet. Hausenin julkaisema jaottelu katsottiin kuitenkin olevan kuvaavampi ja soveltuvampi tähän tutkimukseen.

Systemisistä ongelmista johtuvien hälytyksien kohdalle taulukkoon merkattiin myös syy, mistä ongelman katsottiin johtuvan. Viritysvioiksi luokiteltiin ne ongelmat, jotka johtuivat virheellisestä ohjelmoinnista ja jotka voidaan korjata järjestelmää viritämällä. Tällaisen systemisestä ongelmasta johtuvan vian kohdalle merkattiin taulukkoon sana (viritys). Suunnittelusta johtuviksi ongelmiksi luokiteltiin suunnitteluvirheistä johtuvat viat. Suunnittelusta johtuviksi vioiksi luokiteltiin myös viat, joita ei viritämisellä saada kuntoon, vaan niiden ratkaisemiseksi tarvitaan LVI-suunnittelua. Taulukkoon merkittiin tällaisen vian kohdalle sana (suunnittelu). Asennuksesta johtuvia systemisiä vikoja ei tässä tutkimuksessa havaittu.

Viimeiseksi toimenpiteitä vaativat hälyttävät säännöt luokiteltiin myös vaikuttavuuden mukaan energiatehokkuuteen-, käyttäjätyytyväisyyteen-, huoltokäyntien määrään-, laitteiden käyttöikään- tai seurattavuuteen vaikuttavaksi tekijäksi taulukon 12 mukaisesti omien havaintoihin perusteella. Taulukossa 12 on kuvattu toimenpiteitä vaativien hälytyksien vaikuttavuudet ja analysoinnissa käytetyt lyhenteet.

Taulukko 12 Toimenpiteitä vaativien hälytyksien vaikuttavuudet ja analysoinnissa käytetyt lyhenteet.

Lyhenne	Selite
Energiatehokkuuteen	Energiatehokkuuteen vaikuttava tekijä
Käyttäjätyytyväisyyteen	Käyttäjätyytyväisyyteen vaikuttava tekijä
Huoltokäyntien määrään	Huoltokäyntien määrään vaikuttava tekijä
Laitteen käyttöikäkään	Laitteen tai järjestelmän käyttöikäkään vaikuttava tekijä
Seurattavuuteen	Seurattavuuteen vaikuttava tekijä

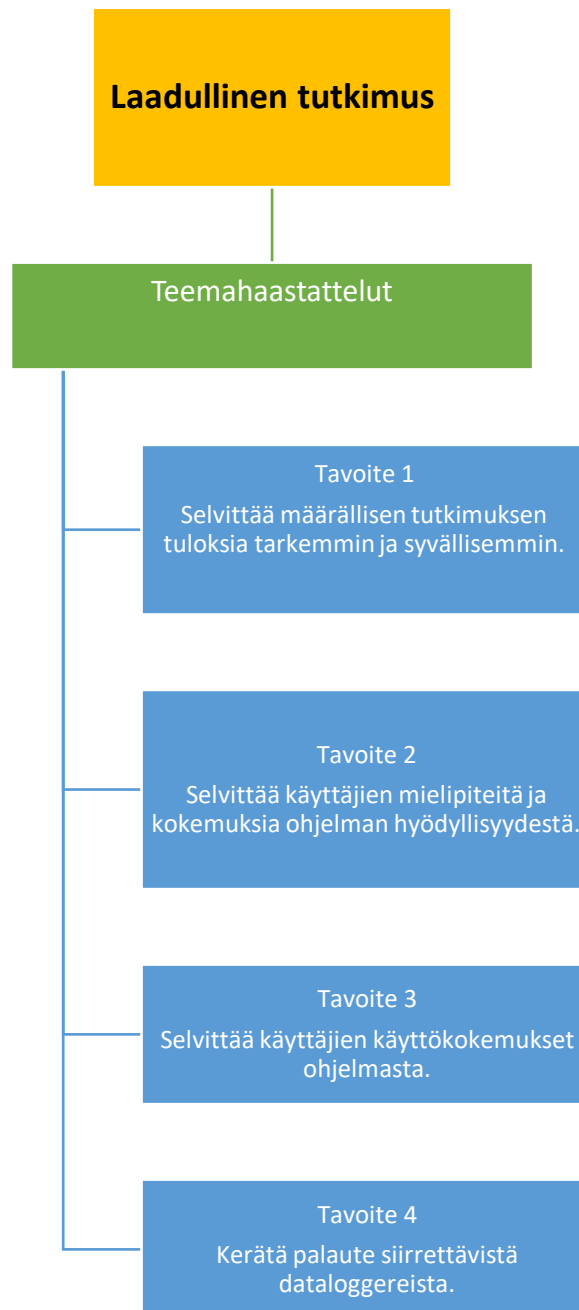
#### 4.3.2 Energiaraporttien tarkastelu

Rakennuskohtaisia energiankulutusraportteja tarkasteltiin Kaarisairaalan osalta ja niitä verrattiin kahden edellisen vuoden energiankulutusraportteihin.

Raportteja tarkasteltiin sähköenergian, normitetun lämpöenergian ja mitatun lämpöenergian osalta. Energiankulutusraporttien tarkastelu tehtiin 9.9.2021 raportin perusteella.

#### **4.3.3 Teemahaastattelut**

Laadullisessa tutkimuksessa tutkimuskysymyksiin etsittiin syvällistä ja kuvailevaa vastausta teemahaastatteluiden avulla. Haastatteluiden tarkoituksena oli selvittää määrällisen tutkimuksen tuloksia tarkemmin, selvittää käyttäjien kokemuksia ja mielipiteitä ohjelman hyödyllisyydestä KYS Puijon sairaalan ylläpitoon ja kerätä palautetta ohjelmasta ja siirrettävistä dataloggereista kuvan 7 mukaisesti. Teemahaastatteluissa selvitettiin myös alateemojen avulla käyttäjien käyttökokemuksia ohjelmasta, ohjelman mahdollisia kehitystarpeita, ohjelman ympärille muodostunutta toimintamallia ja sen toimivuutta sekä ohjelmaa käyttävien näkemyksiään siitä, mitä asioita pitäisi paremmin huomioida ohjelmaa laajennettaessa. Ennen haastatteluja haastateltavilta saatiin henkilökohtainen suostumus haastatteluun sekä suostumus heidän ammattinimikkeensä ja yrityksen käytöstä tutkimusta varten. Muilta osin henkilöt anonymisoitiin. Erillistä tutkimuslupaa tähän tutkimukseen ei tarvittu, sillä tutkimuksen luonne, sen sisältö ja käsiteltävä aineisto eivät sitä edellyttäneet. Kuvassa 7 on esitetty laadullisen tutkimuksen keinot ja tavoitteet tarkemmin.



Kuva 7 Laadullisen tutkimuksen keinot ja tavoitteet

Kyseessä oli monitapaustutkimus, jossa aineiston otoskoko on pieni. Pieni otoskoko johtui siitä, että ohjelmaa käyttää tai hyödyntää vain muutama henkilö, jotka kaikki valittiin tämän tutkimuksen kohdejoukkoon. Niukan aineiston huonona puolena on sen yleistettävyyden puute. Tämän tutkimuksen päätarkoituksena oli kuitenkin ymmärtäminen, ei yleistettävyys (Heikkilä 2014, 15). Laadullisessa haastattelussa ei yleensä tavoitella määrällisiä yleistyksiä, vaan kiinnostuksen kohteena on yksittäisten haastateltavien kertomukset, näkemykset ja kokemukset sellaisenaan. Laadullisessa tutkimuksessa tutkimusaineiston kokoa ei säätele määrä vaan laatu. (Vilkkä 2021, luku 5, Laadullinen tutkimusmenetelmä käytännössä; Tutkimusaineiston määrä: koolla ei ole väliä.)

Haastattelututkimukseen päädyttiin, sillä haastattelututkimuksessa on mahdollista saada selville joustavasti sellaista tietoa, jota ei kyselytutkimuksella saada. Haastattelemalla saadaan kerättyä mahdollisimman syvällistä ja kuvailtavaa tietoa, jota voidaan käyttää ymmärtämään aihe ja ongelmat paremmin. Teemahaastatteluun päädyttiin, sillä sen avulla voidaan käsitellä aihetta selkeästi teemoittain. Teemahaastattelua kutsutaan myös puolistrukturoiduksi menetelmäksi, sillä aihepiirit ovat jokaiselle samat. Myös vapaalle puheelle annettiin tilaa. (Tuomi & Sarajärvi 2018, luku 3.1; Kysely ja Haastattelu; Luku 3.1.1 Lomakehaastattelu, teemahaastattelu ja syvähaastattelu.)

### **Teemahaastatteluiden toteutus**

Laadullisen tutkimuksen tutkimusaineisto kerättiin haastattelemalla ohjelmaa käyttäviä tai ohjelmaa hyödyntäviä henkilöitä, joita ovat energia-asiantuntija Servica Oy:stä, kaksi kiinteistöhuollon rakennusautomaation ammattihenkilöä Servica Oy:stä sekä yhtä Pohjois-Savon sairaanhoitopiirin kiinteistöhallinnon valvojaa, joka on ollut mukana ohjelman hankinnassa ja joka on samalla myös sisäilmatyöryhmän jäsen. Haastattelut toteutettiin ja analysoitiin pääosin huhtikuun 2021 aikana.

Haastattelukysymyksien laadinnassa ja teemojen valinnassa käytettiin apuna määrällisen tutkimuksen tuloksia. Lisäksi ennen haastattelua tutkija teki kartoittavaa tutkimusta keskustelemalla ensin haastateltavien kanssa oman käsityksen muodostamiseksi ja kartoittavaa tutkimusta käytettiin apuna tutkimuskysymyksien laadinnassa. Koska haastateltavat käyttivät ohjelmaa eri tarkoituksiin, haastattelujen teemat ja kysymykset valittiin eri henkilöille mahdollisimman soveltuvaksi tilanteen mukaan. Teemahaastattelun kysymyksien arvioinnissa ennen haastatteluja tutkija sai apua myös ohjaajaltaan. Taulukossa 13 on esitetty teemahaastattelun pääteemat sekä pääteemojen alle muodostetut alateemat tarkemmin. Taulukossa 14 on esitetty haastattelujen päivämäärät, kestot sekä haastateltavavaltaville valitut teemat.

Taulukko 13 Teemahaastattelun pääteemat ja alateemat.

Teema 1	Pääteema: Määrällisen tutkimuksen tuloksien tarkempi ja syvällisempi selittäminen. Alateemat: Lisätietoja ei toimenpiteitä vaativista hälytyksistä, Lisätietoja toimenpiteitä vaativista hälytyksistä, Lisätietoja 1C1-rakennusosan käyttöönoton seurannasta, Lisätietoja analysointiohjelman vaikuttavuudesta
Teema 2	Pääteema: Käyttäjien mielipiteet ja kokemukset ohjelman hyödyllisyydestä KYS Puijon Sairaalan ylläpitoon Alateemat: Hyödyt, Mahdollisuudet, Haitat, Riskit
Teema 3	Pääteema: Käyttäjien käyttökokemukset ohjelmasta ja toimintamallista Alateemat: Käytettävyys, Kehitystarpeet, Ohjelman laajennettavuudessa huomioitavat asiat, Toimintamalli ja asenteet
Teema 4	Pääteema: Palaute siirrettävistä dataloggereista Alateemat: Siirrettävien dataloggereiden hyödyt; Siirrettävien dataloggereiden haitat; Siirrettävien dataloggereiden kehitystarpeet.

Taulukko 14 Haastatteluiden päivämäärät, kestot ja haastateltaville valitut teemat.

Haastattelu	Haastattelupäivämäärä	Kesto (min)	Tutkitut teemat
Energia-asiantuntijan haastattelu, Servica Oy	31.3.2021	49:17	Teema 1 Teema 2 Teema 3
Pohjois-Savon sairaanhoitopiirin valvojan haastattelu	14.4.2021	41:11	Teema 2 Teema 3 Teema 4
Rakennusautomaation ammattihenkilöiden haastattelu, Servica Oy	21.4.2021	32:41	Teema 2 Teema 3

Energia-asiantuntijan ja Pohjois-Savon sairaanhoitopiirin kiinteistöhallinnon valvojan osalta haastattelut toteutettiin yksilöhaastatteluna kasvokkain haastatteleamalla. Rakennusautomaation ammattihenkilöiden osalta haastattelu toteutettiin ryhmähaastatteluna, sillä ryhmähaastattelu heidän osaltaan katsottiin tuottavan aineistoa yksilöhaastatteluja tehokkaammin. Rakennusautomaation ammattihenkilöiden haastatteluaineistoa käsitellessä aineisto tulkittiin yhtenä yhteisenä haastatteluna ja se analysoitiin samalla tavalla kuin haastateltavia olisi ollut yksi. Energia-asiantuntijan teemahaastattelukysymykset ovat tämän tutkimuksen liitteenä 1, Pohjois-Savon sairaanhoitopiirin valvojan teemahaastattelukysymykset ovat tämän tutkimuksen liitteenä 2 ja rakennusautomaation ammattihenkilöiden teemahaastattelukysymykset ovat tämän tutkimuksen liitteenä 3.

Haastattelut tallennettiin ääninauhurille ja haastattelusta tehtiin pääasiasisältöä kuvaavat muistiinpanot. Aineistoa analysoitiin ensin yksinkertaistamalla ja tiivistämällä muistiinpanoja ja karsimalla niistä kaikki ylimääräinen, joka ei ku-

vaa tutkittavaa asiasisältöä, pois. Tämän jälkeen yksinkertaistetut muistiinpanot järjesteltiin asiasisältöä kuvaavimman teeman alle. Tätä työvaihetta kutsutaan myös teemoitteluksi. Koska haastattelujen otoskoko oli pieni ja haastatteluissa tutkittiin pelkästään asiasisältöä, ei tämän tarkemmalle litteroinnille ollut tässä tutkimuksessa tarvetta. Litteroinnin tarkkuus riippuu aina tutkimuskysymyksistä sekä haastattelujen otoskoosta (Hyvärinen ym. 2017, luku 21, Haastatteluaineiston litterointi.)

Tutkimuksessa on mahdollista käyttää induktiivista, deduktiivista tai niitä yhdistävää abduktiivista päättelynlogiikkaa. Induktiivisessa päättelynlogiikassa edetään yksittäisistä havainnoista kohti yleisiä ilmiöitä, kun taas deduktiivisessa päättelynlogiikassa edetään yleisestä ilmiöstä yksittäiseen havaintoon päin. Lisäksi on mahdollista käyttää niitä yhdistävää abduktiivista päättelynlogiikkaa, jossa tutkija pyrkii todentamaan teorioitaan. (Tuomi & Sarajarvi 2018, luku 4.2; Laadullisen analyysin muodot.) Tässä tutkimuksessa hyödynnettiin deduktiivista sisällönanalyysiä, sillä se soveltui parhaiten teemahaastatteluun, jossa oli jo valmiit teemat ennalta määriteltä. Deduktiivinen sisällön analyysissä on tyypillisesti valmiiksi mietitty analyysirunko, jota hyödynnetään aineiston analysoinnissa.

Tulokset koottiin taulukkoon, jonka yhteydessä tuloksia myös kvantifioitiin, eli laskettiin, kuinka moni vastaajista vastasi samalla tavalla. Vastauksen loppuun merkattiin kolme tähteä\*\*\*, mikäli kaikki kolme haastateltavaa vastasi samalla tavalla, kaksi tähteä \*\*, mikäli kaksi haastateltavaa vastasi samalla tavalla. Näin vastauksista saatiin eroteltua vahvimmin esiin tulleet asiat, joita käytettiin hyödyksi tulosten tulkinnassa. Tutkimuksessa tehdyt muistiinpanot ja tutkimustulokset lähetettiin myös kaikille haastateltaville tarkastettavaksi ja hyväksyttäväksi ja samalla heille annettiin myös mahdollisuus korjata tai kommentoida niitä. Tämä tehtiin tulosten luotettavuuden ja vahvistettavuuden parantamiseksi sekä väärinymmärrysten ja epäeettisten toimintatapojen välttämiseksi. Korjauksia tai kommentteja ei haastateltavilta kuitenkaan tullut. Aineisto käsiteltiin ja analysoitiin mahdollisimman pian haastattelusta ja tutkimuksen jälkeen aineisto tuhottiin.

Tutkimustulosten tulokinnan luotettavuutta pyrittiin myös parantamaan hyödyntämällä kirjallisuuden- ja muiden tutkijoiden tutkimustuloksia tämän tutkimuksen johtopäätöksien teossa.

## 5 TULOKSET

Tässä kappaleessa esitellään tämän tutkimuksen tärkeimmät tulokset. Tulosten tulkinta on kuvattu seuraavassa kappaleessa 6.

### 5.1 Ohjelman hälytyslokitietojen tarkastelu

Ohjelman esiin nostamia korjattavia toimenpiteitä, eli hälyttäviä sääntöjä, tutkimusajankohtana 14.11.2020 – 14.1.2021 oli ohjelman hälytyslokitietojen mukaan yhteensä 143 kpl. Näistä 137 kpl sijoittui Kaarisairaalaan ja 6 kpl sijoittui 1C1-rakennusosalle. Taulukossa 15 on esitetty tarkemmin rakennuskohtaisesti ohjelmaan tehtyjen sääntöjen lukumäärät ja tutkimusajankohdalla hälyttävien sääntöjen lukumäärät.

Taulukko 15 Ohjelmaan tehtyjen sääntöjen- ja hälyttävien sääntöjen määrät rakennuskohtaisesti.

Rakennus	Ohjelmaan tehdyt säännöt yhteensä (kpl)	Hälyttävät säännöt tutkimusajankohtana (kpl)	Hälyttävien sääntöjen osuus prosentteina (%)
Kaarisairaala	309	137	44 %
1C1-rakennusosa	54	6	11 %

Taulukoissa 16 ja 17 on esitetty tarkemmin rakennus- tai rakennusosakohtaisesti ohjelman hälytyslokitiedoista saadut erilaiset hälyttävät säännöt tutkimusajankohtana, niiden lukumäärät (kpl) ja toimenpiteitä vaativien hälytysten lukumäärä (kpl) sekä järjestelmätyyppi, joka kertoo missä järjestelmissä ko. sääntö hälytti. Sama hälyttävä sääntö voi esiintyä useammassa eri laitteessa tai järjestelmässä.



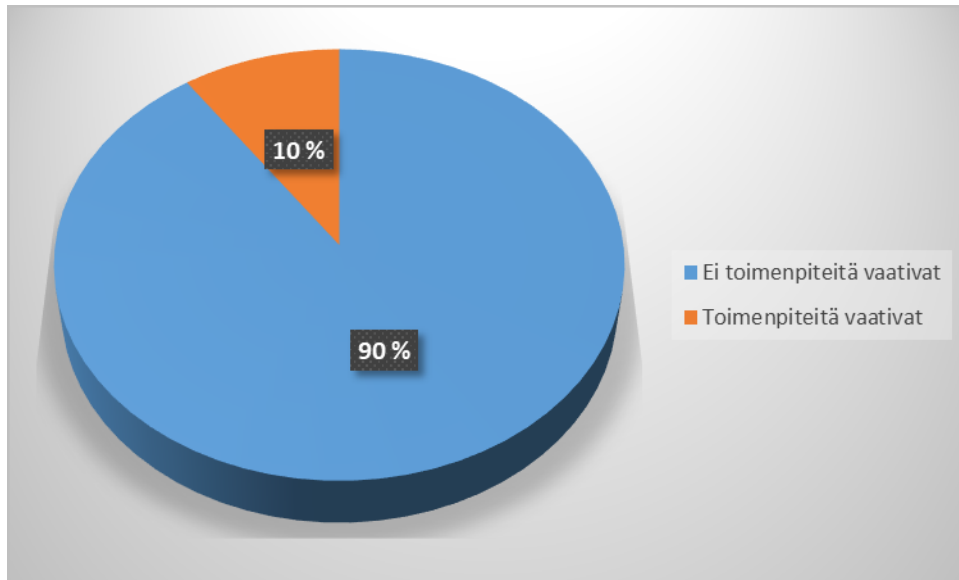
Taulukko 16 Kaarisairaalan hälyttävät säännöt tutkimusajankohtana 14.11.2020 – 14.1.2021.

Hälyttävä sääntö	Hälytykset yhteensä (kpl)	Toimenpiteitä vaativat hälytykset (kpl)	Järjestelmä
Huoneen lämpötila on yli asetusarvon	22	0	kiertoilmakoje
Tuloilmanpaine ei ole asetusarvossaan	20	1	IV-kone
Poistoilmanpaine ei ole asetusarvossaan	19	0	IV-kone
Tuloilman lämpötila ei ole asetusarvossaan	17	3	IV-kone
Huoneen lämpötila on alle asetusarvon	15	0	kiertoilmakoje
Tuloilman lämpötilan huojunta	12	3	IV-kone
Taajuusmuuttajan ohjaus huojuu	11	1	IV-kone
Tuloilman sisäänpuhalluslämpötila	10	2	IV-kone
Lämmityskauden huonelämpötila	4	0	Muuttuvan il- mavirran säädin/ Toimistotila
Tuloilman lämpötilan hallitsematon nousu	1	0	IV-kone
LKV lämpötilan huojunta	1	0	lämmönsiirrin
LTO:n hyötysuhde alle tavoitearvon	1	0	IV-kone
Lämpötilan tavoitearvot (S2)	1	1	tila (taukotila)
Lämpötilan ylä- ja alaraja (S2)	1	1	tila (taukotila)
Menoveden lämpötila ei asetusarvossa (L)	1	1	lämmönsiirrin
Nestejäähdytyspiirin jäähtymä liian matala	1	0	lauhduttimet
<b>SÄÄNNÖT YHTEENSÄ:</b>	<b>137</b>	<b>13</b>	

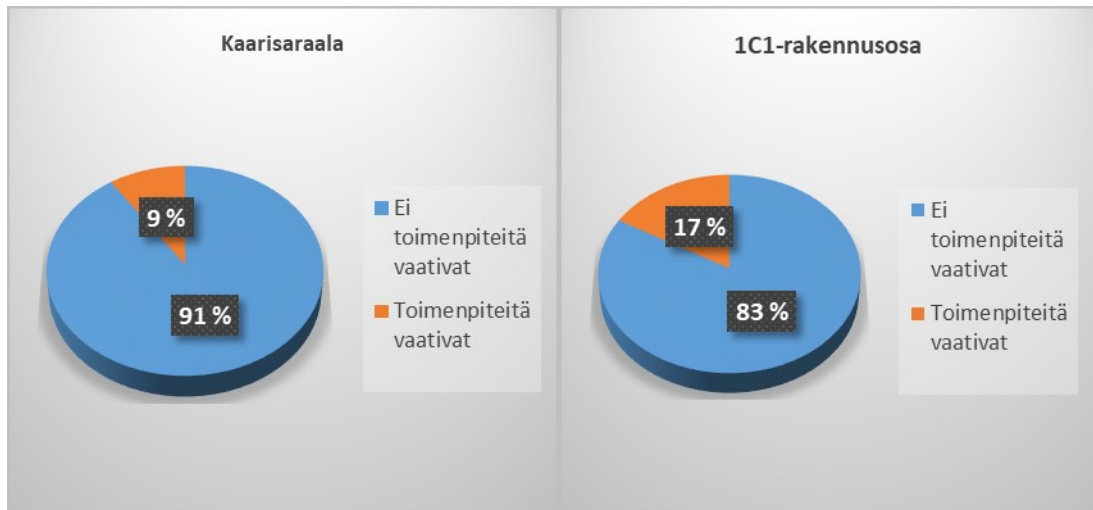
Taulukko 17 1C1-rakennusosan hälyttävät säännöt tutkimusajankohtana 14.11.2020 – 14.1.2021.

Hälyttävä Sääntö	Hälytykset yhteensä (kpl)	Toimenpiteitä vaativat hälytykset (kpl)	Järjestelmä
Tuloilman sisäänpuhalluslämpötila	2	0	IV-kone
Tuloilmapaine ei ole asetusarvossaan	1	0	IV-kone
Tuloilman lämpötilan hallitsematon nousu	1	0	IV-kone
Tuloilman lämpötilan huojunta	1	0	IV-kone
Tuloilman lämpötila ei ole asetusarvossaan	1	1	IV-kone
<b>SÄÄNNÖT YHTEENSÄ:</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	

Kuvissa 8 ja 9 on esitetty hälyttävien sääntöjen jakautuminen prosentteina ei toimenpiteitä vaativiksi ja toimenpiteitä vaativiksi. Ylemmässä kuvassa 8 on esitetty kaikkien hälyttävien sääntöjen jakautuminen (Kaarisairaala + 1C1-rakennusosa) yhteensä ja alemmassa kuvassa 9 jakautuminen on esitetty rakennus- tai rakennusosakohtaisesti.

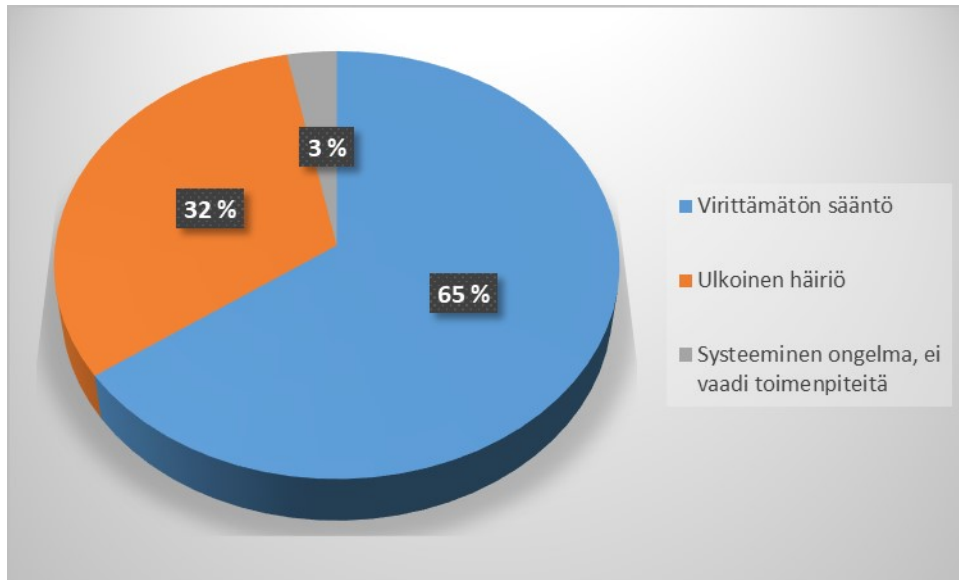


Kuva 8 Kaikkien hälyttävien sääntöjen jakautuminen prosentteina

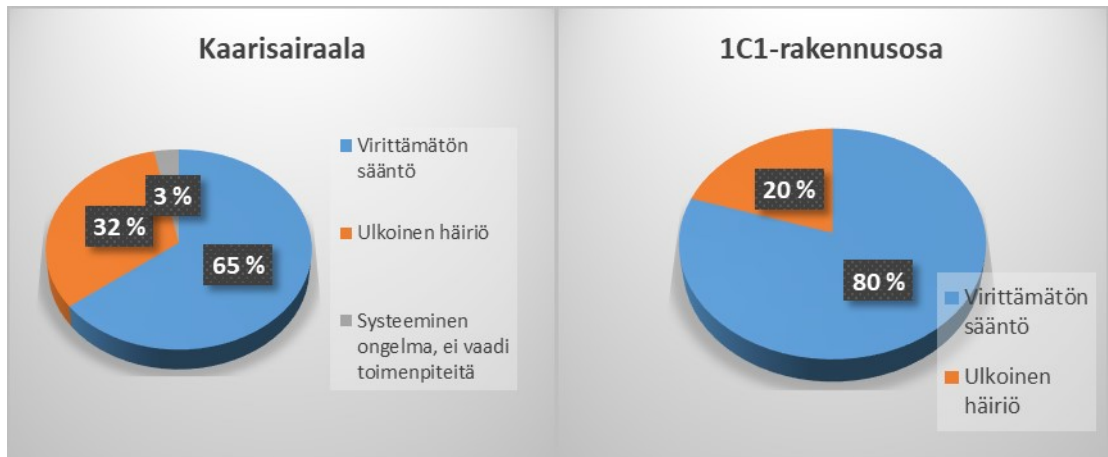


Kuva 9 Hälyttävien sääntöjen jakautuminen rakennus- tai rakennusosakohtaisesti prosentteina

Kuvissa 10 ja 11 on esitetty ei toimenpiteitä vaativien hälytyksien syiden jakautuminen prosentteina. Ylempässä kuvassa 10 on esitetty kaikkien ei toimenpiteitä vaativien hälytyksien syiden jakautuminen (Kaarisairaala + 1C1-rakennusosa) yhteensä ja alemmassa kuvassa 11 jakautuminen on esitetty rakennus- tai rakennusosakohtaisesti.



Kuva 10 Kaikkien ei toimenpiteitä vaatineiden hälytyksien syiden jakautumien prosentteina



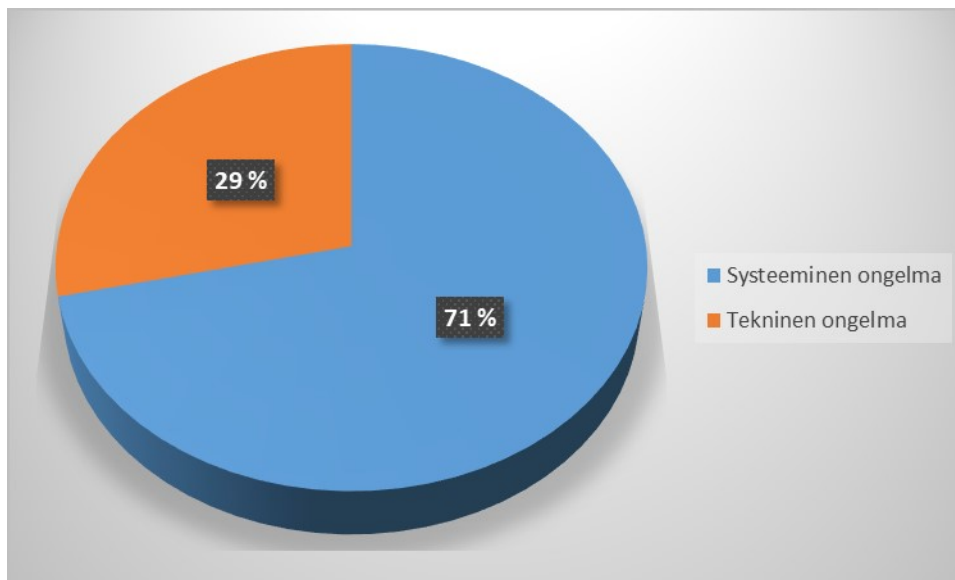
Kuva 11 Ei toimenpiteitä vaatineiden hälytyksien syiden jakautuminen rakennus- tai rakennusosakohtaisesti prosentteina

Alla olevassa taulukossa 18 on esitetty toimenpiteitä vaativat hälytykset ja niiden luokittelu. Taulukossa **Nimi** tarkoittaa, missä laitteessa hälyttävä sääntö esiintyi; **Järjestelmä** tarkoittaa, missä järjestelmässä hälyttävä sääntö esiintyi; **Sääntö** tarkoittaa, mikä sääntö hälyttää; **Lyhyt vian syyn kuvaus** on tutkijan lyhyt selitys vian syystä ja **Vaikutus** on tutkijan luokitus siitä, mihin asiaan hälyttäväsääntö vaikutti.

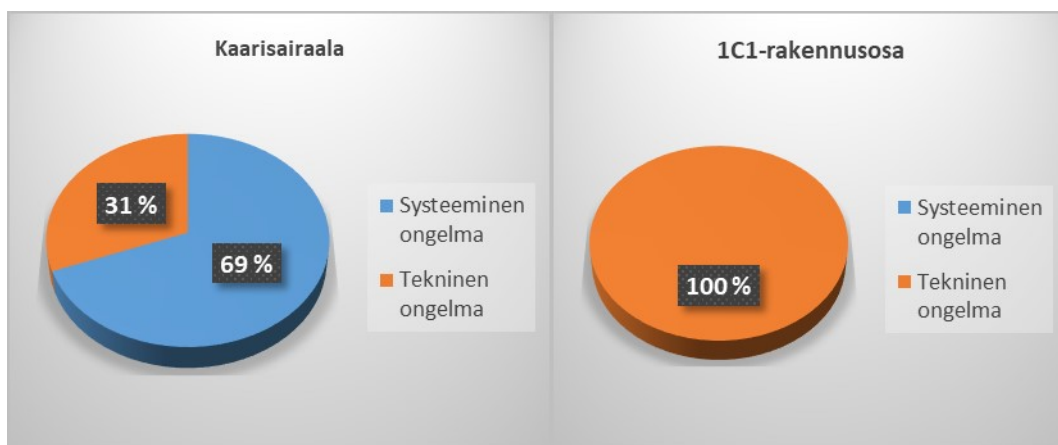
Taulukko 18 Toimenpiteitä vaativien hälytyksien vikakategoria, vian syyn kuvaus ja vaikutus.

Nimi	Järjestelmä	Sääntö	Vikakategoria	Lyhyt vian syyn kuvaus	Vaikutus
2 - TK309 2. krs tehohoito	IV-kone	Tuloilmanpaine ei ole asetusarvossaan	Systeeminen ongelma (viritys)	Tulopaine huojuu.	Käyttöikä
2 - TK309 2. krs tehohoito	IV-kone	Tuloilman sisäänpuhalluslämpötila	Systeeminen ongelma (viritys)	Lämpötila huojuu.	Käyttäjättyytyväisyys
2 - TK312 Synnytyssalit	IV-kone	Tuloilman lämpötilan huojunta	Systeeminen ongelma (suunnittelu)	Lämpö ei riitä kovilla pakkasilla.	Käyttäjättyytyväisyys
2 - TK315 Heväämö	IV-kone	Taajuusmuuttajan ohjaus huojuu	Systeeminen ongelma (suunnittelu)	Lumiongelmaa suodattimessa ja raitisilmakammiossa.	Käyttäjättyytyväisyys, huoltokäynnit
2 - TK316 3. krs Sali 328	IV-kone	Tuloilman lämpötilan huojunta	Tekninen ongelma	Höyrykostutin vuotaa läpi.	Energia, käyttäjättyytyväisyys
2 - TK316 3. krs Sali 328	IV-kone	Tuloilman sisäänpuhalluslämpötila	Tekninen ongelma	Höyrykostutin vuotaa läpi.	Energia, käyttäjättyytyväisyys
2 - TK317 4. krs dialyysi/munuaispoliklinikka	IV-kone	Tuloilman lämpötilan huojunta	Systeeminen ongelma (suunnittelu)	Lämpö ei riitä kovilla pakkasilla.	Käyttäjättyytyväisyys
2 - TK320 Välinehuolto, pesu	IV-kone	Tuloilman lämpötila ei ole asetusarvossaan	Systeeminen ongelma (suunnittelu)	Pesukoneet nostavat pois-toilman lämpötilaa, joka vaikuttaa myös tuloilman lämpötilan säätöön.	Käyttäjättyytyväisyys
2 - TK345 3. krs leikkaussalit 314-317	IV-kone	Tuloilman lämpötila ei ole asetusarvossaan	Systeeminen ongelma (viritys)	Ohjelmointivika. (Ongelma korjattu kiertoilmakojella)	Energia
2 - TK350 3. krs leikkaussalit 318-322	IV-kone	Tuloilman lämpötila ei ole asetusarvossaan	Systeeminen ongelma (viritys)	Ohjelmointivika. (Ongelma korjattu kiertoilmakojella)	Energia
2 - R1059 Taukotiila	Tiila	Lämpötilan ylä- ja alaraja (S2)	Tekninen ongelma	Viallinen säädin	Seurattavuus
2 - R1059 Taukotiila	Tiila	Lämpötilan tavoitearvot (S2)	Tekninen ongelma	Viallinen säädin	Seurattavuus
2 - 102LS01 IV-lämmitysverkosto B/C-osa	Lämmönsiirrin	Menoveden lämpötila ei asetusarvossa	Systeeminen ongelma (suunnittelu)	Lämpö ei riitä kovilla pakkasilla.	Käyttäjättyytyväisyys
1C1 - TK309 0-10 krs. porrashuoneet	IV-kone	Tuloilman lämpötila ei ole asetusarvossaan	Tekninen ongelma	Tuloilmapuhallin huojuu.	Käyttöikä, käyttäjättyytyväisyys

Alla olevissa kuvissa 12 ja 13 on esitetty toimenpiteitä vaativien hälytysten syiden jakautuminen prosentteina. Ylemmässä kuvassa 12 toimenpiteitä vaativien hälytysten syiden jakautuminen on kuvattu (Kaarisairaala + 1C1-rakennusosa) yhteensä ja alemmassa kuvassa 13 jakautuminen on kuvattu rakennus- tai rakennusosakohtaisesti.

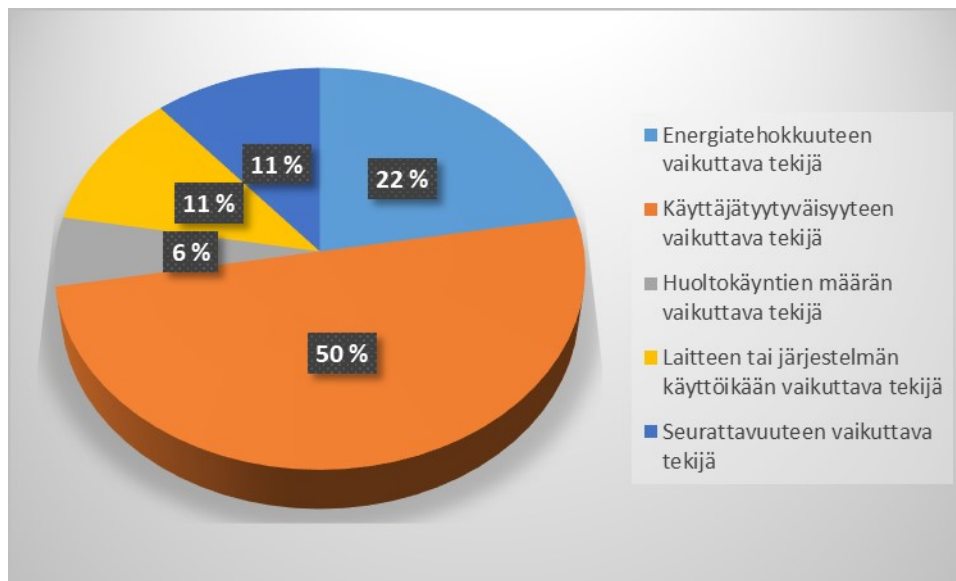


Kuva 12 Kaikkien toimenpiteitä vaativien hälytyksien syiden jakautuminen prosentteina

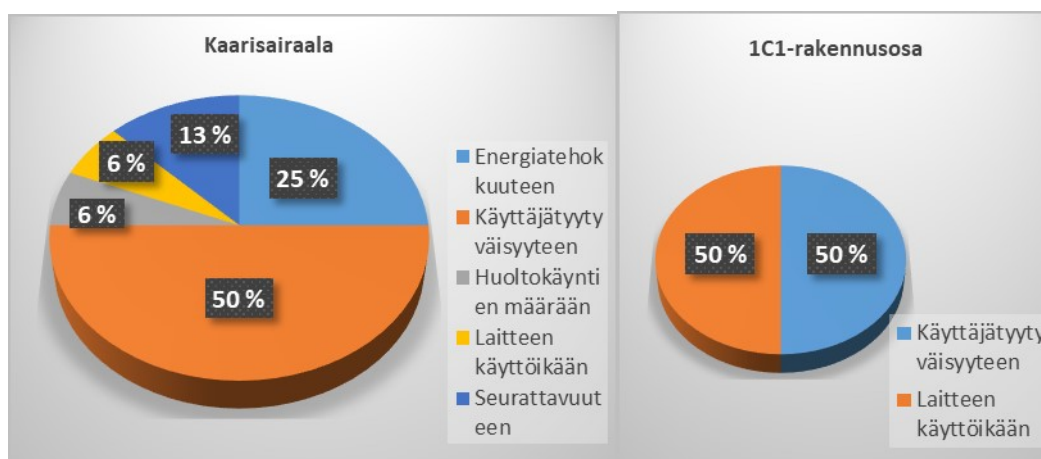


Kuva 13 Toimenpiteitä vaativien hälytyksien syiden jakautuminen rakennus- tai rakennusosakohtaisesti prosentteina

Alla olevissa kuvissa 14 ja 15 on esitetty toimenpiteitä vaativien hälytyksien vaikutusten jakautuminen prosentteina. Ylemmässä kuvassa 14 on esitetty kaikkien toimenpiteitä vaativien hälytyksien vaikutusten jakautuminen (Kaarisairaala + 1C1-rakennusosa) yhteensä ja alemmassa kuvassa 15 jakautuminen on esitetty rakennus- tai rakennusosakohtaisesti.



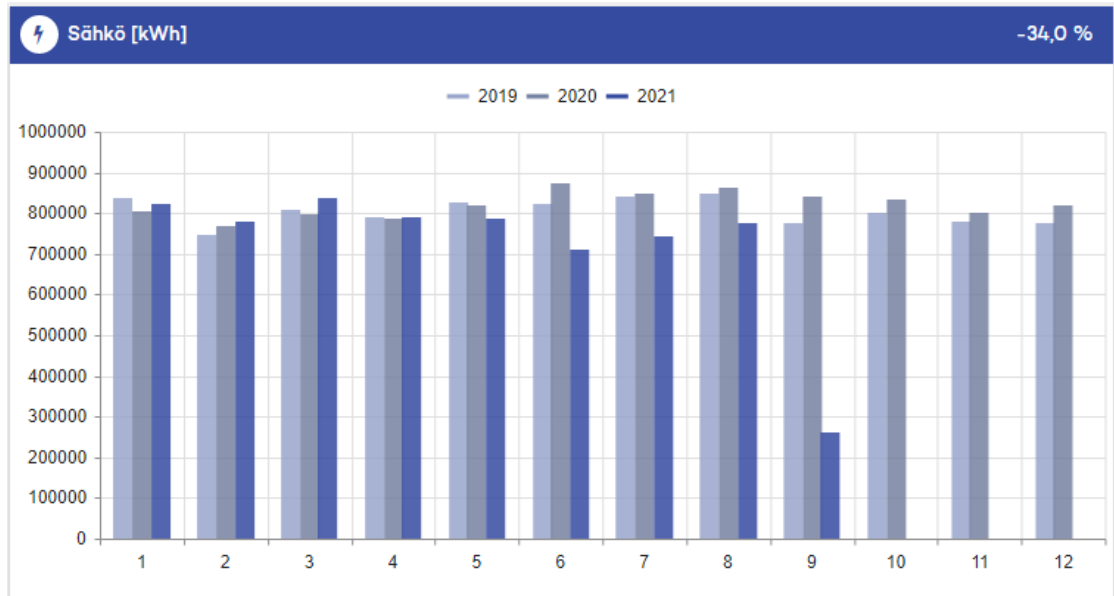
Kuva 14 Kaikkien toimenpiteitä vaativien hälytyksien vaikutusten jakautuminen prosentteina



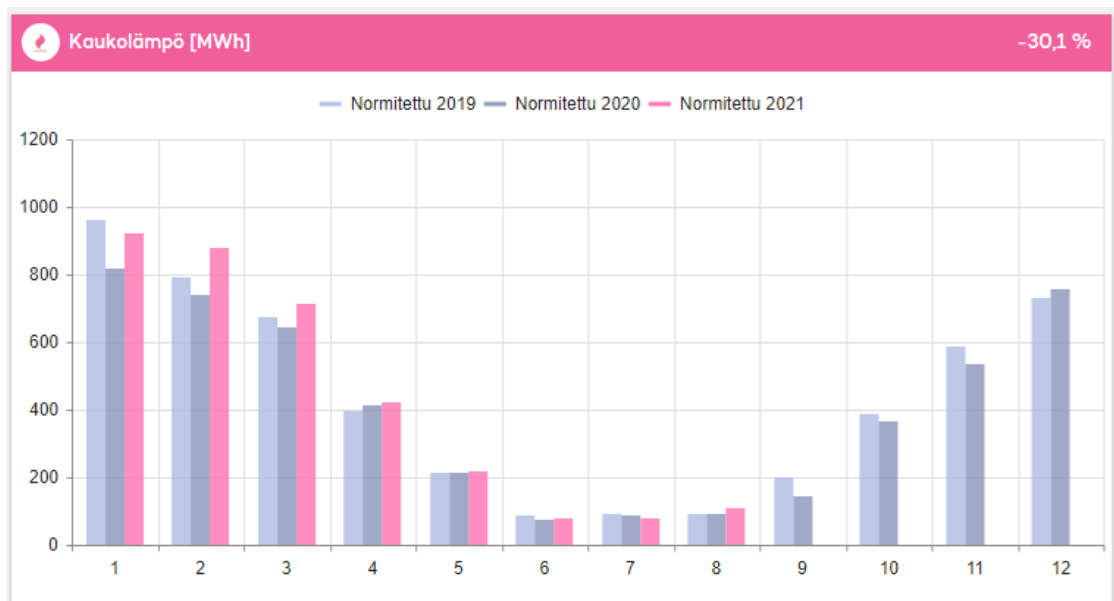
Kuva 15 Toimenpiteitä vaativien hälytyksien vaikutusten jakautuminen rakennus- tai rakennusosaakohtaisesti prosentteina

## 5.2 Energiaraporttien tarkastelu

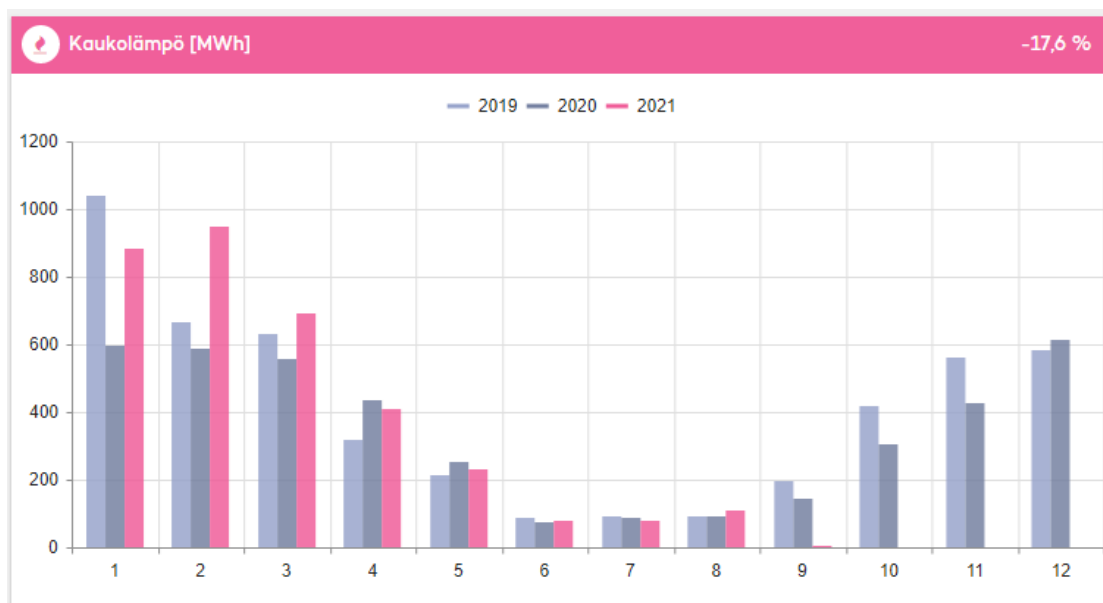
Kuvassa 16 on esitetty Kaarisairaalan sähköenergiankulutukset vuosina 2019, 2020 ja 2021. Kuvassa 17 on esitetty Kaarisairaalan normitettu lämmitysenergiankulutus vuosina 2019, 2020 ja 2021 ja kuvassa 18 on esitetty Kaarisairaalan mitattu lämmitysenergiankulutus vuosina 2019, 2020 ja 2021. Analytiikkaohjelmisto otettiin käyttöön syyskuussa 2020. Energiaraportti on otettu 9.9.2021, jonka vuoksi syyskuun – joulukuun 2021 energiankulutukset eivät raportissa vielä näy.



Kuva 16 Kaarisairaalan sähkönkulutukset vuosina 2019,2020 ja 2021



Kuva 17 Kaarisairaalan normitettu kaukolämmön kulutus vuosina 2019, 2020 ja 2021



Kuva 18 Kaarisairaalan mitattu kaukolämpöenergian kulutus vuosina 2019, 2020 ja 2021

### 5.3 Teemahaastattelut

Alla oleviin taulukoihin 19, 20, 21 ja 22 on tiivistetty teemahaastatteluiden tulokset teemoittain.

Taulukko 19 Teema 1 tulokset. Määrällisten tutkimuksen tulosten tarkempi ja syvällisempi selittämien.

<b>Lisätietoja ei toimenpiteitä vaativista hälytyksistä</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ohjelman valmiit säännöt olivat suurimmaksi osaksi KYS Puijon Sairaalaan soveltuvia.</li> <li>Joissakin säännöissä oli raja-arvoihin liittyviä vikoja, jonka vuoksi ne eivät sellaisenaan soveltuneet KYS Puijon Sairaalan kohteisiin. Vain ohjelmistotoimittaja pystyy näitä raja-arvoja muokkaamaan. Uudemmat säännöt ovat sellaisia, että myös käyttäjä pystyy muokkailemaan raja-arvoja itse.</li> <li><i>Ohjelman valmiit säännöt olivat kehitelty pääosin tavanomaisiin rakennuksiin, kuten toimistorakennuksiin ja kauppakeskuksiin. Sairaalan erikoistiloilla on erilaisia olosuhdevaatimuksia kuin tavanomaisilla rakennuksilla. Myös liian tiukat hystereesirajat ja tiheä mittausväli aiheuttivat ohjelmaan turhia hälytyksiä, kun järjestelmät eivät ehtineet reagoimaan pyydettyyn olosuhteeseen.</i></li> <li>Ei toimenpiteitä vaativat hälytykset eivät ole haitanneet tai aiheuttaneet turhaa työtä</li> </ul>
<b>Lisätietoja toimenpiteitä vaativista hälytyksistä</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Analysointiohjelma on nopeuttanut vikojen havainnointia ja auttanut kohdistamaan huomion oikeisiin asioihin.</li> <li>Ohjelman avulla on löydetty myös sellaisia vikoja, joita ei ehkä olisi muuten huomattu**. Esimerkiksi huojuvia venttiileitä tai muita vain vähän raja-arvoja ylittäviä järjestelmiä ei olisi huomattu muulla tavalla.</li> <li>Vikojen havainnointi perinteisellä tavalla eli rakennusautomaatiojärjestelmän kautta tai käyttäjien tekemän vikailmoituksen kautta olisi ollut työläämpää. Vikaa on vaikea havaita, mikäli se esiintyy järjestelmässä vain silloin tällöin. Kukaan ei seuraa rakennusautomaatiojärjestelmää reaaliajassa.</li> </ul>
<b>Lisätietoja 1C1-rakennusosan käyttöönoton seurannasta</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ohjelmasta on ollut apua 1C1-rakennusosan käyttöön viritämisessä. Analysointiohjelman avulla on löydetty huojuvia arvoja ja se on auttanut mm. Referenssi järjestelmän kuntoon virityksessä. 1C1 rakennusosa oli viritetty lähtökohtaisesti hyvään kuntoon jo luovutusvaiheen yhteydessä.</li> <li>Ohjelman avulla löydettiin 1C1-rakennusosalla mm. sellainen vika, että kattosäteilijän moottoriventtiin toimilaite oli irti venttiilistä. Tämä vika ei paljastunut rakennusautomaatiosta.</li> <li>Ohjelma paljasti mm. vialliset huonelämpötilasäädöt</li> </ul>
<b>Lisätietoja analysointiohjelman vaikuttavuudesta</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Analysointiohjelmalla on ollut mielestäni vaikutusta käyttäjättyytyvyyteen, energiatehokkuuteen, huollon resurssitehokkuuteen, laitteiden käyttöikäen, seurattavuuteen ja työn mielekkyyteen. Näitä asioita on kuitenkin vaikea näyttää toteen.</li> </ul>



Taulukko 20 Teema 2 tulokset. Käyttäjien mielipiteet ja käyttökokemukset ohjelman hyödyllisyydestä KYS Puijon Sairaalan ylläpitoon.

Hyödyt [+]	Mahdollisuudet [+]
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ohjelmasta on ollut apua 1C1-rakennusosan käyttöön virittämisessä ***</li> <li>• Suosittelemme ohjelmaa myös muillekin kiinteistön ylläpidosta vastaaville*** <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ En kuitenkaan suosittele ohjelmaa vanhoihin rakennuksiin, sillä niissä ei yleensä ole tarpeeksi mittauspisteitä hyödyn saavuttamiseksi.</li> </ul> </li> <li>• Työn mielekkyys on kasvanut **</li> <li>• Toimiva järjestelmä. Olen ollut tyytyväinen**</li> <li>• Helpottaa, nopeuttaa ja tarkentaa työn tekemistä ja vikojen havainnointia</li> <li>• Huomio kohdistuu oikeisiin asioihin</li> <li>• Työnteon helpottuminen vaikuttaa myös kiinteistöjen ylläpidon palvelun laatuun</li> <li>• Tieto on yhdessä paikassa, rajaton määrä tallennustilaa. Tieto on helpommin löydettävissä kuin rakennusautomaatiojärjestelmästä.</li> <li>• Web pohjainen, helppo kirjautua mistä vain ja miltä tietokoneelta vain. Rau-järjestelmään kirjautuminen on suojatumpaa ja siksi vaikeampaa.</li> <li>• Ei tietoturvariskiä. Ohjelmalla ei säädetä mitään.</li> <li>• Ohjelman avulla on saatu ratkaistua useampia teknisiä ongelmia ja viritettyä järjestelmiä toimimaan oikein.</li> <li>• Ohjelmasta on ollut hyötyä sekä sisäilmatyöryhmälle että energiatehokkuustiimille.</li> <li>• Epätietoisuus on pienentynyt, kun päätökset perustuvat oikeaan tietoon, eikä "mututuntumaan"</li> <li>• Vikadiagnostiikka ohjaa ylläpidon työtä.</li> <li>• Ohjelmasta on apua vianetsinnässä ja energiansäästöissä.</li> <li>• Ohjelman avulla saadaan viritettyä sisäolosuhteet mahdollisimman hyväiksi.</li> <li>• Ohjelma paljastaa esim. vialliset huonelämpötilasäädöt.</li> <li>• Energia-asiantuntijan kautta ohjelman avulla on löydetty ainakin vuotavia säätöventtiileitä, kun selvitettiin ilmanvaihtokoneen lämpötilan huojunnan syytä.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ei ole tietoa siitä, mihin kaikkeen ohjelmaa voidaan hyödyntää***</li> <li>• Ohjelmaan saadaan kiinni myös siirrettäviä dataloggereita.</li> <li>• Ohjelmaa voitaisiin tulevaisuudessa laajentaa koskemaan myös sähköjärjestelmiä.</li> <li>• Ohjelman tuottamaa tietoa voitaisiin hyödyntää paremmin tulevaisuudessa esim. rakennuksien benchmarkkauksessa, tarpeenmukaisen energiankäytön edistämässä tai tietomallien hyödyntämisessä ylläpidossa.</li> <li>• Tietoa voitaisiin hyödyntää kiinteistöjen ylläpidossa suunnitelmallisuuden parantamisessa, PTS:n teossa, raportoinnissa tai vuorovaikutukseen käyttäjien kanssa.</li> <li>• Suunnittelijat voisivat hyötyä mitatusta tiedosta, kun he vertailevat ja valitsevat rakennushankkeisiin uusia järjestelmiä, esimerkiksi lämmöntalteenottojärjestelmiä.</li> <li>• Ohjelmaa voitaisiin laajentaa koskemaan energianseurantaan, esimerkiksi energiankulutuksen seurantaan ulkolämpötilan mukaan.</li> <li>• Ohjelmaa voitaisiin hyödyntää myös rakennushankkeiden energiankulutuksen jälkiseurannassa. Esimerkiksi silloin kuin tutkitaan vastasiko suunniteltu energiankulutus todellisuutta.</li> </ul>
Haitat [-]	Riskit [-]
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ohjelmasta ei ole ollut minkäänlaista haittaa***</li> <li>• Kaikkien sääntöjen raja-arvot eivät olleet käyttäjän muokattavissa. Uudemmissa säännöissä tätä ongelmaa ei enää ole.</li> <li>• Analysointiohjelmaan liitetyt rakennukset saavat enemmän huomiota kuin ne rakennukset, joita ei ole liitetty analysointiohjelmaan. Vaarana on, että toiset rakennukset jäävät huonommalle huomiolle.</li> <li>• Jos ohjelmaa käyttää vain harvoin, niin tietojen etsimiseen ja opetteluun menee aikaa.</li> <li>• Analysointiohjelmassa on päällekkäistä tietoa rakennusautomaatiojärjestelmän kanssa. Saman tiedon etsiminen kahdesta eri järjestelmästä ei ole mielekästä.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hyvin vähän riskejä tulee mieleen. ***</li> <li>• Tieto voi jäädä hyödyntämättä**, kun avainhenkilö on poissa.</li> <li>• Tieto voi jäädä hyödyntämättä**, mikäli ohjelman käyttöön ja tiedon hyödyntämiseen ei löydy resursseja.</li> <li>• Osaamisvaje. Servicalla on vain yksi henkilö, joka käyttää ohjelmaa.</li> <li>• Tietoturva voi olla riski. Voiko joku tunkeutua ohjelman kautta asiakkaan tietoverkkoon?</li> <li>• Jos tietoa ja sääntöjen oikeellisuutta ei osata tulkita oikein se voi harhauttaa huollon ja silloin tuhlataan aikaa.</li> </ul>

\*\* kaksi haastateltavaa vastasi samalla tavalla

\*\*\* kolme haastateltavaa vastasi samalla tavalla

Taulukko 21 Teema 3 tulokset. Käyttäjien käyttökokemukset ohjelmasta ja toimintamallista.

Käytettävyys
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Helppo käyttöliittymä, ohjelman käyttö oli helppo oppia. Vaatii alussa opettelua, niin kuin kaikki muutkin uudet ohjelmistot. **</li> <li>• Ohjelmatoimittajalta on saatu hyvin apua ongelmiin. **</li> <li>• Ohjelman käyttö ei vaadi erikoisosaamista; rakennusautomaatio- tai LVI-tausta riittää.</li> <li>• Sääntöjen muokkaaminen oli alussa vaikeampi oppia kuin muut toiminnot</li> <li>• Osaan käyttää ohjelmaa kattavasti.</li> <li>• Käyttöliittymä on nykyaikainen ja helppo. Peruskäyttö oli helppo oppia. Ohjelmassa on kiinni paljon pisteitä ja siinä on paljon erilaisia toimintoja. Niiden oppiminen vaatii aikaa ja käyttökokemusta.</li> <li>• Itse ohjelman käyttö ei vaadi erikoisosaamista. Mikäli tietoa hyödynnetään toimenpiteiden päätöksen teossa, se vaatii RAU-osaamista</li> <li>• En osaa käyttää ohjelmaa kattavasti. Koen, ettei minulla ole ollut työssäni riittävästi aikaa opetella ja hyödyntää ohjelmaa, muuta kuin sen verran mitä itse tarvitsen työssäni.</li> </ul>
Kehitystarpeet
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tällä hetkellä olen tyytyväinen nykyisiin ominaisuuksiin. **</li> <li>• Kaikkien sääntöjen raja-arvojen muokkaaminen pitäisi olla käyttäjän muokattavissa.</li> <li>• Energiansäästölaskelmat ovat vaikea toteuttaa. Tämä ominaisuus ei ole kuitenkaan vaivansa väarti.</li> <li>• En osaa pyytää ohjelmaan kehitystä, kun en tiedä mihin sitä voisi käyttää</li> <li>• Kehitettävät ja parannettavat asiat tulevat sitä kautta, kun opitaan käyttämään ohjelmaa paremmin. Ohjelman käyttö kehittää myös ohjelmaa, sillä parannusehdotukset tulevat juuri ohjelman käytön myötä.</li> </ul>
Ohjelman laajennettavuudessa huomioitavat asiat
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suunnittelussa ja suunnittelun ohjauksessa pitää jo miettiä mitä tietoa halutaan kerätä ja mihin tietoa halutaan käyttää***</li> <li>• Ohjelmistoon kannattaa liittää hallittu kokonaisuus kerrallaan, esimerkiksi yksi rakennus- tai rakennusosa kerrallaan. Liian ison massan liittäminen analysointiohjelmaan on työläs hallita ja ohjelmasta voi silloin jäädä joitain sääntöjä tekemättä ja valvomatta.</li> <li>• KYSillä oli uusissa rakennuksissa luonnostaan kattava määrä antureita valmiina ja niistä saatiin rakennettua kattavasti sääntöjä. Ehkäpä esim. toimistorakennuksissa pitää miettiä jo suunnitteluvaiheessa mitä halutaan mitata ja seurata analysointiohjelmalla.</li> <li>• Ohjelman laajennettavuus vaatii asiakkaalta myös raja-arvojen viritystä ja sääntöjen läpikäyntiä. Koen kuitenkin, että tämä kuuluu normaaliin työhöni, enkä ole kokenut tätä liian työlääksi.</li> <li>• Pitää miettiä laajennetaanko ohjelman käyttöä uudisrakennuksiin vai vanhoihin rakennuksiin, näillä rakennuksilla on eri tarpeet.</li> <li>• Vanhoihin rakennuksiin en suosittelisi ohjelmaa, sillä niissä ei yleensä ole tarpeeksi mittauspisteitä, hyödyn saavuttamiseksi. Ohjelma soveltuu paremmin uusiin rakennuksiin. Silloin pitää huomioida jo suunnitteluvaiheessa, että mittareita ja antureita on riittävästi.</li> <li>• Minulle ohjelman laajennettavuus ei teetä paljoa töitä. Olen tilaajan ja valvojan roolissa.</li> </ul>
Toimintamalli ja asenteet
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toimintamalli on toistaiseksi ollut toimiva***</li> <li>• Ohjelmaa käyttävien roolit ovat selkeitä ***</li> <li>• Energia-asiantuntija ilmoittaa havaitsemastaan viasta RAU huollolle. Huolto käy tutkimassa viat ja kommunikoi niistä energia-asiantuntijan kanssa**.</li> <li>• Analysointiohjelman avulla löydettyihin vikoihin on huollossa suhtauduttu hyvin, samalla tavalla kuin muihinkin huoltoilmoituksiin.</li> <li>• Kiinteistöhallinto ja Kiinteistöhuolto ovat pyytäneet Energia-asiantuntijalta apua työtehtäviinsä liittyen. Ohjelman avulla on seurattu esimerkiksi ilmanvaihtokoneiden toimintaa ja kartoitettu järjestelmistä viikoja. Myös 1C1-rakennusosan LVIA- valvoja on pyytänyt apua mm. Retermia järjestelmän käyttöön viritämisessä.</li> <li>• Rakennusautomaatio huolto ei käytä ohjelmaa, mutta saisi käyttää. Luulen että tähän liittyy asennoitumiseen liittyviä syitä.</li> <li>• Parannusilmoitukset kiinteistöhallintoon menee huollon kautta.</li> <li>• Ohjelman käytölle on rakentunut kaksi väylää. Energia-asiantuntija hyödyntää ohjelmaa omassa työssään ja kiinteistöhuollon ohjeistuksessa. Sisäilmatyöryhmä käyttää ohjelmaa sisäilman laadun analysointiin, jolloin dataloggereista kerätty tieto katsotaan yhdessä sisäilma-asiantuntijan kanssa läpi ja päätetään tiedon perusteella jatkotoimenpiteistä.</li> <li>• Toimintamalli on ollut toimiva. Ainut kehitettävä asia liittyy omiin toimintatapoihimme. Ohjelman avulla löydetyistä vioista ja toimenpiteistä saadaan liian vähän tietoa. Raportointia ja kommunikointia pitää parantaa puolin ja toisin.</li> <li>• Energia-asiantuntijan vikalista saisi näkyä myös rakennusautomaatiohuollolle, jolloin rau-huoltokin voisi katsoa sitä läpi. Tällaista toimintamallia ei ole kokeiltu, mutta voitaisiin kokeilla.</li> <li>• Rau-huolto voisi antaa energia-asiantuntijalle enemmän ehdotuksia uusista tarpeellisista säännöistä, mutta sääntöjen toteuttaminen pitäisi olla jonkun muun tehtävä kuin rau-huollon. Energia-asiantuntija voisi tutkia, onko uudet säännöt mahdollista toteuttaa.</li> <li>• Ohjelma soveltuu paremmin asiantuntija työhön: Itse huoltotyöhön (kentällä) tai päivitystyöhön ohjelma ei tuo hyötyä.</li> <li>• Rakennusautomaatiojärjestelmästä löytyy tällä hetkellä kaikki se tieto, tarvitsemme työssämme.</li> </ul>

\*\* kaksi haastateltavaa vastasi samalla tavalla

\*\*\* kolme haastateltavaa vastasi samalla tavalla

Taulukko 22 Teema 4 tulokset. Palaute siirrettävistä dataloggereista.

Siirrettävien dataloggereiden hyödyt
<ul style="list-style-type: none"> <li>Dataloggerit ovat ehdottomasti helpottaneet työtäni. Sisäilman laatua ei mitattu aikaisemmin tässä laajuudessa ollenkaan. Ennen loggereiden hankintaa sisäilmaloggerointi tilattiin ulkopuolisilta konsulteilta ja niissä mitattiin pelkästään hiilidioksidiarvoa, lämpötilaa ja ilman suhteellista kosteutta. Niistä puuttui TVOC mittaus sekä hiukkasmitaukset kokonaan.</li> <li>Kynnys mitata sisäilman laatua on pienentynyt, kun siihen ei enää tarvita konsulttia eikä erillistä sopimusta toimittajien kanssa.</li> <li>Dataloggereille on ollut kova käyttö. Ne ovat koko ajan käytössä.</li> <li>Työn mielekkyysskin on kasvanut, kun sisäilmatyöryhmän päätökset perustuvat oikeaan mitattuun tietoon, eikä "mututuntumaan". Myös epätietoisuus on tätä kautta pienentynyt.</li> <li>Tiedon avulla pystytään päättämään, johtuuko hetkelliset sisäilmasuureiden ylitykset rakennuksesta vai rakennuksen käytöstä. Tiedon avulla pystytään myös päättämään, onko tarvetta jatkotutkimuksille.</li> <li>Vaikutuksia myös käyttäjien asenteissa. Ulkopuolisilta tilatut tutkimustyöt herättävät käyttäjissä varmasti enemmän epäluuloja kuin omassa arkikäytössä olevat dataloggerit.</li> <li>Loggereiden tuottamaa tietoa pystytään yhdistämään myös muun kiinteistöstä kerättävän tiedon kanssa. Vielä ei ole ollut siihen kuitenkaan tarvetta.</li> <li>Dataloggerit vastasivat hyvin ennakkokäsityksiäni ja olen ollut dataloggereiden keräämään tietoon todella tyytyväinen.</li> </ul>
Siirrettävien dataloggereiden haitat
<ul style="list-style-type: none"> <li>Alussa dataloggereiden teidon luotettavuudessa oli ongelmia. Nyt ongelmaa on vain yhdessä loggerissa. Data ei jostain syystä siirry ohjelmaan saakka.</li> </ul>
Siirrettävien dataloggereiden kehitystarpeet
<ul style="list-style-type: none"> <li>Dataloggereiden ulkonäkö ja paino ovat selkeä kehityskohde. Loggereiden muotoilu voisi mielestäni olla modernimpi. Toisaalta nykyiset loggerit herättävät käyttäjissä kunnioitusta, eivätkä ne lähde ulkonäkönsä ja painonsa vuoksi vahingossakaan kenenkään matkaan.</li> </ul>

## 6 TULOSTEN TARKASTELU

Tässä kappaleessa tehdään tutkimustuloksista tulkintoja osa-alueittain tutkimuskysymyksiin selvittämiseksi ja annetaan niiden perusteella työn toimeksiantajalle toimenpide-ehdotuksia.

### 6.1 Ohjelman hälytyslokietietojen tarkastelu

Määrällisen tutkimuksen tavoitteena oli selvittää tutkimuskysymysten selvittämiseksi, miten ohjelma hyödytti LVIA-järjestelmiä ja selvittää hälyttävien sääntöjen jakautuminen järjestelmä- tai vikatyypikohtaisesti. Tavoitteena oli myös selvittää tai arvioida ohjelman avulla löydettyjen korjattavien toimenpiteiden vaikutukset lukumäärällisesti. Laadullisen tutkimuksen yhtenä tavoitteena oli saada määrällisen tutkimuksen tulosten selvittämiseksi syvällisempää ja selitettävää tietoa. Siksi tässä osiossa on myös tarkasteltu laadullista tutkimusta tältä osin.

#### Ei toimenpiteitä vaativat hälytykset

Suurin osa (90 %) tutkimusajankohan kaikista hälytyksistä oli ei toimenpiteitä vaativia. Niistä 65 % johtui virittämättömistä säännöistä.

Sekä määrällisen että laadullisen tutkimuksen tuloksista voidaan päätellä, että kaikkia ohjelman säätöjä ei ollut tutkimushetkellä saatu viritettyä KYS:n tarpeisiin soveltuvaksi ja sääntöjen virittämiseen tarvitaan ohjelmistotoimittajaa.

Haastatteluista selvisi myös, että ohjelman valmiit säännöt oli kehitetty tavanomaisiin rakennuksiin kuten toimistorakennuksiin ja kauppakeskuksiin. Osalla sairaalan tiloista on tyypillisesti erilaiset olosuhdevaatimukset kuin tavanomaisilla toimistorakennuksilla ja tästä johtui ohjelman valmiiden sääntöjen raja-arvoylitykset. Myös liian tiukat hystereesirajat ja liian tiuha mittausväli aiheuttivat ohjelmaan turhia hälytyksiä. Suurin osa ohjelman valmiista säännöistä olivat tutkimustulosten mukaan KYS:n tarpeisiin soveltuvia sellaisinaan.

Sääntöjen soveltuvuudesta sairaalakohteisiin tai muihin tavanomaisista rakennuksista poikkeaviin kohteisiin ei tähän tutkimukseen etsityistä ja löydettyistä kirjallisuudesta löytynyt aikaisempaa mainintaa. Tältä osin tässä tutkimuksessa saatiin uutta ja täydentävää tietoa.

### **Toimenpiteitä vaativat hälytykset**

Toimenpiteitä vaativat hälytykset, joita oli tutkimusajankohdalla kaikista hälytyksistä vain 10 % johtuivat systeemisisistä ongelmista (71 %) ja teknisistä ongelmista (29 %). Käyttäjälähtöisiä vikoja ei tässä tutkimuksessa havaittu. Systemiset ongelmat katsottiin johtuvan sekä virheellisestä ohjelmoinnista (viritys) että suunnittelusta johtuviksi (suunnittelu). Suunnittelusta johtuviksi ongelmiksi katsottiin myös viat, joita ei virittämällä saada kuntoon, vaan niiden ratkaisemiseksi tarvitaan LVI-suunnittelua.

Tutkimushetkellä havaituille toimenpiteitä vaativille hälytyksille arvioitiin olevan lukumäärällisesti eniten vaikutusta käyttäjätyytyväisyyteen (50 %), Energiatehokkuuteen (22 %), seurattavuuteen (11 %), laitteiden ja järjestelmien käyttöikään (11 %), sekä huoltokäyntien määrään (6 %). Haastattelut vahvistivat myös tätä tulosta. Lisäksi haastatteleamalla saatiin tietoon, että analysointiohjelma on vaikuttanut edellä mainitun lisäksi myös huollon resurssitehokkuuteen ja työn mielekkyyteen. Haastateltava mainitsi myös, että vaikuttavuutta on vaikea näyttää toteen. Tutkimuksen havainto vahvistaa hyvin kirjallisuuskatsauksen ja sekä aikaisempien tutkimuksien väitteitä. Työn mielekkyyden kasvusta ei kuitenkaan kirjallisuudessa eikä aikaisemmissa tutkimuksissa ollut

mainintaa ja tältä osin tutkimuksen havainto myös täydentää jo aikaisemmin tiedettyä.

Analysointiohjelma hyödytti eniten tutkimusajankohdalla ilmanvaihtojärjestelmiä, sillä suurin osa toimenpiteitä vaativista hälytyksistä (Kaarisairaalassa 10/13, 1C1-rakennusosalla 1/1) kohdistui ilmanvaihtokoneisiin.

## **6.2 Energiaraporttien tarkastelu**

Kirjallisuuskatsauksessa ja aikaisemmissa tutkimuksissa esiin tulleita väittämiä energiankulutuksen pienentymistä ei tässä tutkimuksessa pystytty luotettavasti vahvistamaan energiaraporttien avulla. Energiaraporttien tarkastelun osalta johtopäätöksenä oli, ettei raportteja tarkastelemalla voitu tehdä luotettavia johtopäätöksiä tämän tutkimuksen tutkimusongelmien selvittämiseksi.

Kaarisairaalan vuoden 2021 sähkönkulutuksessa näkyi laskua jäähdytyskaudella edellisiin vuosiin verrattuna, mutta tämän laskun arvioitiin johtuvan pikemminkin Kaarisairaalan liittämisestä kaukokylmään-projektin vaikutuksesta kuin analysointiohjelman käyttöönotosta. Kaukokylmään liittämisen yhteydessä Kaarisairaalasta poistettiin vedenjäähdytyskoneita, joka selittää pienentyneen sähkönkulutuksen jäähdytyskaudella. Analytiikan käytön osuutta Kaarisairaalan sähkönkulutuksen laskuun jäähdytyskaudella ei pystytty luotettavasti arvioimaan. Muilta kuin jäähdytyskauden osalta Kaarisairaalan sähkönkulutuksessa ei havaittu laskua analytiikan käyttöönoton jälkeen. Rakennuksen sähkönkulutukseen vaikuttaa myös rakennuksen käyttö, jonka osuutta ei pystytty raporttien perusteella arvioimaan.

Kaarisairaalan mitatusta lämmitysenergiankulutuksesta ei myöskään voitu tehdä johtopäätöksiä, sillä mitattuun lämmitysenergiankulutukseen vaikuttaa sääolosuhteet. Mitatuista kuukausitason lämmitysenergiankulutuksista näkyy helmi-maaliskuun 2021 edellisvuosiin verrattuna kylmemmät sääolosuhteet. Kylmemmät sääolosuhteet arvioitiin myös nostavan normitettua lämmitysenergiankulutusta, sillä kylmä sää vaikuttaa mm. ilmanvaihtokoneiden lämmöntalteenottojen hyötysuhteeseen heikentävästi. Kaarisairaalan normitetussa lämmitysenergiankulutuksessa ei havaittu laskua aikaisempiin vuosiin verrattuna analytiikkaohjelman käyttöönoton jälkeen.

### 6.3 Teemahaastattelut

Laadullisen tutkimuksen tavoitteena oli selvittää tutkimuskysymyksien selvittämiseksi käyttäjien mielipiteitä ja kokemuksia ohjelman hyödyllisyydestä, käyttäjien käyttökokemukset ohjelmasta sekä kerätä palautetta ohjelmasta ja siirrettävistä dataloggereista. Tutkimuksessa selvitettiin myös ohjelmaa käyttävien ja hyödyntävien näkemyksiä ja mielipiteitä ohjelman hyödyistä, mahdollisuuksista, haitoista, riskeistä, ohjelman käytettävyydestä, kehitystarpeista ja ohjelman laajennettavuudessa huomioon otettavista asioista. Lisäksi tutkittiin ohjelman ympärille muodostunutta toimintamallia ja sen toimivuutta.

#### Ohjelman hyödyt ja mahdollisuudet

Tutkimustuloksista voidaan päätellä, että ohjelma koetaan hyödylliseksi KYS Puijon sairaalan ylläpidolle. Haastatteleamalla saatiin selville eniten ohjelman tuomia hyötyjä ja mahdollisuuksia kuin haittoja, riskejä tai kehitettäviä asioita. Haastateltavat kertoivat, että analytiikka on auttanut ja helpottanut vikojen havainnointia ja ohjelman avulla on löydetty myös sellaisia vikoja, joita olisi ollut muulla tavalla vaikea saada tietoon. Tämä havainto tukee tämän tutkimuksen kirjallisuuskatsauksen tietoa sekä aikaisempien tutkimuksen tuloksia. (Dogan, ym. 2018, 14; Kramer ym. 2018, 10; Kramer ym.2019, 8.)

Kaikki haastateltavat olivat yhtä mieltä siitä, että ohjelmasta on ollut apua 1C1-rakennusosan käyttöön virittämisen ja järjestelmien suunnitelman mukaisen toiminnan varmistamisessa urakoitsijoiden takuuajalla. Kaikki haastateltavat myös suosittelisivat ohjelmaa myös muillekin ylläpidosta vastaaville. Yksi haastateltava kuitenkin täsmensi, että hän suosittelisi ohjelmaa pelkästään uusiin rakennuksiin, ei niinkään vanhoihin. Tutkimuksen tuloksista selvisi myös, että ohjelman laajennettavuus kannattaa tehdä hallituissa osissa, esimerkiksi yksi rakennus tai rakennusosa kerrallaan. Vastauksista voidaan tehdä johtopäätös, että ohjelmasta saadaan parhain hyöty, kun rakennukset liitetään analysointiohjelmaan mahdollisimman varhain. Tämä havainto vahvistaa ja täydentää kirjallisuuskatsauksen (Pelto-Timperi 2018) aineistoa. Analysointiohjelman käyttö ja tilaajan asettamat tavoitteet tulisi huomioida jo rakennuksen suunnitteluvaiheessa.

Kaksi kolmesta vastaajista kertoivat olevansa tyytyväinen ohjelmaan ja ohjelman nostaneen myös työn mielekkyyttä. Perusteluna työn mielekkyyden kasvamiselle mainittiin epätietoisuuden pienentyminen, kun päätökset perustuvat oikeaan tietoon sekä työn helpottuminen, nopeutuminen ja huomion kohdistuminen oikeisiin asioihin. Rakennusautomaation ammattimiehet kertoivat, ettei ohjelman käytöllä ole ollut vaikutusta heidän työnsä mielekkyyteen, sillä he eivät käytä ohjelmaa itse aktiivisesti. Rakennusautomaation ammattimiehet kertoivat myös, että ohjelma soveltuu parhaiten asiantuntijatyöhön. Itse huoltotyöhön tai päivystystyöhön ohjelmasta ei heille ole ollut apua.

Ohjelman mahdollisuuksia tutkittaessa jokainen haastateltava mainitsi, ettei heillä ole käsitystä siitä mihin kaikkeen ohjelman tuottamaa tietoa voidaan hyödyntää. Hyödyntämismahdollisuusehdotuksia kuitenkin annettiin ja tässä kohtaa jokaisen haastateltavan näkemykset olivat erilaisia. Vastuksien havainnot vahvistavat Säynäjoen ym. (2017) Internet of Buildings tutkimushankkeen loppuraportin ja Rahkosen (2018) diplomityön Esineiden internet yliopistokiinteistöissä - Digitaalisten kiinteistöpalveluiden kehittäminen tutkimustuloksia, joissa todetaan digitalisuuden olevan Suomessa vasta alkutekijöissään. Internet of Buildings -tutkimushankkeen tuloksien mukaan tiedon jakaminen yli yrittäjärajojen on harvinaista, vaikka siitä olisi hyötyä.

### **Ohjelman riskit ja haitat**

Analysointiohjelman merkittävimpänä riskinä pidettiin sitä, että tieto voi jäädä hyödyntämättä, mikäli käyttäjällä ei ole resurssia tai osaamista hyödyntää ohjelmaa. Tiedon hyödyntämiseen liittyy oleellisesti myös ohjelman hyödyntämiseen liittyvä toimintamalli, joka koettiin tässä tutkimuksessa pääosin selkeänä ja toimivana. Nykyisen toimintamallin kehitystarpeena mainittiin kommunikoinnin ja raportoinnin parantaminen Pohjois-Savon sairaanhoitopiirin kiinteistöhallinnon ja Servican välillä sekä rakennusautomaatioammattihenkilöiden parempi osallistaminen. Tutkimuksen tuloksena saatiin myös parannusehdotuksia toimintamallin kehittämiseksi. Ohjelman riskejä kysyttäessä kaikki haastateltavat olivat yhtä mieltä siitä, että muita riskejä heille tulee vähän mieleen. Kaikki haastateltavat mainitsivat myös sen, ettei ohjelmasta ole ollut heille minkäänlaista haittaa

## **Palaute siirrettävistä dataloggereista**

Myös siirrettävistä dataloggereista saatiin haastattelemalla hyvää palautetta. Dataloggerit ovat parantaneet ja kehittäneet sisäilmatyöryhmän palvelua aikaisempaan toimintatapaan verrattuna. Kehitystarpeena dataloggereille mainittiin ulkonäkö, paino ja muotoilu sekä yksittäisen dataloggerilaitteen tiedonsiirtoon liittyvä ongelma. Siirrettävät dataloggerit ovat parantaneet sisäilmatyöryhmän toimintamallia ja palvelua, josta saatiin haastattelemalla lisätietoja.

## **Ohjelmalle asetettujen tavoitteiden saavuttaminen**

Tutkimustuloksista voidaan havaita, että kaikki Pohjois-Savon sairaanhoitopiirin kiinteistöhallinnon ohjelmalle asettamat tavoitteet saavutettiin. Käyttäjien viihtyisyyttä ja terveellisyttä ei kuitenkaan tässä tutkimuksessa tutkittu. Kirjallisuuskatsauksessa ja aikaisemmissa tutkimuksissa esiin tulleita väittämiä energiankulutuksen pienentymistä ei myöskään tässä tutkimuksessa pystytty luotettavasti vahvistamaan energiaraporttien avulla.

### **6.4 Toimenpide-ehdotukset toimeksiantajalle**

Tutkimustuloksien ja tulostentarkasteluiden perusteella työn toimeksiantajalle ehdotetaan seuraavia toimenpiteitä:

#### **Sääntöjen muokkaus sairaalakohteeseen sopivammaksi turhien hälytyksien pienentämiseksi**

Tutkimuksessa 90 % hälytyksistä oli ei toimenpiteitä vaativia joista 65 % johtui virittämättömistä säännöistä. Virittämättömät säännöt voivat jatkossa, jos ohjelmaa laajennetaan, vaikeuttaa toimenpiteitä vaativien vikojen havainnointia. Sääntöjen muokkaamiseen tarvitaan ohjelmatoimittajan tukea.



## **Toimintamallin parantaminen**

Vaikka nykyinen toimintamalli koettiin pääosin selkeäksi ja toimivaksi, voidaan toimintamallia vieläkin parantaa. Kommunikointi, raportointi ja rakennusautomaation ammattihenkilöiden parempi osallistaminen, olivat tutkimuksessa keskeisimpiä kehityskohteita toimintamallin parantamiseksi. Tutkimustuloksena saatiin myös ehdotuksia toimintamallin parantamiseksi. Ohjelman suurimpana riskeinä koettiin, että sen tuottama tieto voi jäädä hyödyntämättä. Tämän vuoksi selkeä ja toimiva toimintamalli, henkilöstön osaaminen sekä henkilöresurssit ovat ohjelman käytön hyödyntämisen kannalta tärkeä huomioida.

## **Ohjelman laajennus rakennushankkeiden yhteydessä**

Haastatteluista kävi ilmi, että ohjelman laajennettavuus kannattaa tehdä hallitusti esim. yksi rakennus- tai rakennusosa kerrallaan ja että ohjelma sopii paremmin uusiin rakennuksiin kuin vanhoihin. Lisäksi kaikki haastateltavat olivat yhtä mieltä siitä, että ohjelmasta on ollut hyötyä 1C1-rakennusosan käyttöön virittämisessä ja järjestelmien suunnitelman mukaisen toiminnan seuraamisessa urakoitsijan takuuajalla. Tämä tulos tukee ehdotusta, että parhaan hyödyn saavuttamiseksi ohjelma kannattaa ottaa käyttöön rakennushankkeiden yhteydessä ja huomioida se jo suunnitteluvaiheessa.

## **Analytiikkaohjelman tavoitteiden määrittely suunnitteluohjeeseen**

Tutkimustuloksista selvisi, että ohjelman käyttö tulee huomioida rakennushankkeissa jo suunnitteluvaiheessa. Tämä kävi ilmi jokaisen haastateltavan vastauksista. Tilaajan tulisi siksi määrittää ohjelmalle asetetut tavoitteet suunnitteluohjeeseen ja määrittää, mitä tietoa halutaan kerätä ja mihin tietoa halutaan käyttää.

## **Ohjelman hyödyntämismahdollisuuden laajentamisen tutkiminen**

Ohjelmaa voidaan hyödyntää tulevaisuudessa myös tarpeenmukaisessa huollossa huoltojen priorisointiin ja laitteiden elinkaarenhallintaan. Kirjallisuuskat-

sauksen mukaan tarpeenmukainen huolto on kustannustehokas menettelytapa ja se tarjoaa parhaimman turvallisuuden, tuottavuuden, tehokkuuden, priorisoinnin ja vähiten vikatilanteita. Haittana on kuitenkin korkeimmat alkuinvestoinnit henkilöstöön, koulutukseen, diagnostiikkaan jne. Ohjelman hyödynnettävyys tarpeenmukaiseen huoltoon ja laitteiden elinkaarenhallintaan sairaalakohteessa voi olla ajankohtaista tutkia vasta, kun ohjelmaa on laajennettu riittävästi. Tämän vuoksi myös uudenkojen rakennusten liittämistä ohjelmaan tulisi myös harkita jo tässä vaiheessa.

## **7 POHDINTA JA LUOTETTAVUUDEN ARVIOINTI**

Analytiikkaohjelmien käyttö ei Suomessa ole vielä kovin yleistä ja ohjelman käyttökokemuksista on Suomen kirjallisuudessa vähän tietoa saatavilla. Tutkimuksessa onnistuttiin saamaan uutta ja kirjallisuutta täydentävää kokemusperäistä tietoa ohjelman hyödyllisyydestä ja käyttökokemuksista, joka auttavat Pohjois-Savon sairaanhoitopiirin kiinteistöhallintoa arvioimaan ohjelman hyödyllisyyttä. Tutkimustuloksista hyötyvät myös muut kiinteistönomistajat tai ylläpitohenkilöstö, jotka harkitsevat ohjelman hankkimista.

Tutkimuksen luotettavuutta pyrittiin parantamaan riittävän tarkalla dokumentaatiolla, käyttämällä tutkimuksessa toisiaan tukevia tutkimusmenetelmiä, käyttämällä vertaisarvioitsijaa määrällisen tutkimuksen tulosten tulkinnassa ja käyttämällä kirjallisuutta ja aikaisempia tutkimustuloksia tukemaan tämän tutkimuksen johtopäätöksiä. Tutkimuksen polku on kuvattu ja dokumentoitu ja niiden perusteella tutkimus on toistettavissa.

Määrällisen ja laadullisen tutkimusmenetelmän yhdistämisellä onnistuttiin saamaan täydentävää ja tuloksien luotettavuutta parantavaa tietoa. Määrällisessä tutkimuksessa tulosten luotettavuutta pyrittiin parantamaan myös energiaraporttien tarkastelulla rakennustasolla, mutta tämä osoittautui epäluotettavaksi tavaksi arvioida analytiikan vaikutuksia rakennuksen energiatehokkuuteen. Havainto oli kuitenkin tutkijan mielestä yksi tutkimuksen löydös. Havainto voi auttaa seuraavaa tutkijaa ottamaan asian paremmin huomioon ja kehittämään seuraavaan tutkimukseen paremmat mittarit energiatehokkuuden tutkimiseen. Tutkimuksen alkuperäisenä tarkoituksena oli myös tutkia analytiikkaohjelman

vaikutuksia huoltokirjan huoltoilmoitusten määrään. Tähän ei kuitenkaan huoltokirjan raportointitoiminto antanut mahdollisuutta, jonka vuoksi tutkimusmenetelmä jätettiin kokonaan toteuttamatta.

Vaikka kirjallisuuskatsauksessa käytettiin ohjelmistotoimittajien ja palveluntarjoajien markkinointiin tarkoitettuja julkaisuja, niiden luotettavuutta pyrittiin täydentämään ja vahvistamaan myös alan puolueettomilla tutkimusartikkeleilla sekä julkaisuilla. Tällä tavalla kirjallisuuskatsauksen luotettavuutta saatiin parannettua.

### **Muut luotettavuuteen vaikuttavat tekijät:**

Sekä määrällisen tutkimuksen että laadullisen tutkimuksen tulosten luotettavuuteen on voinut vaikuttaa tutkijan kokemattomuus sekä tutkimuksen pieni otoskoko. Lisäksi haastatteluiden tuloksiin on voinut vaikuttaa se, että haastateltavat olivat tutkijalle entuudestaan tuttuja työn kautta. Tämä on voinut vaikuttaa sekä tuloksia parantavasti että heikentävästi. Määrällisen tutkimuksen toistettavuuteen voi vaikuttaa tutkimusajankohta. Sääolosuhteet ja vuodenaika voivat vaikuttaa sekä hälyttävien sääntöjen määrään että niiden jakautumiseen. Tämän luotettavuustekijän vaikuttavuuden pienentämiseksi olisi auttanut se, että määrällinen tutkimus toteutettaisiin sekä lämmityskaudella että jäähdytyskaudella. Tässä tutkimuksessa hälytyslokitietojen tarkastelu ja analysointi tehtiin pelkästään lämmityskaudella ja tämän katsottiin olevan riittävä tähän tutkimukseen.

Kaarisairaalaan oli tutkimushetkellä menossa ilmanvaihdon puhdistustyö, sekä Kaarisairaalaan liittäminen kaukokylmään-projekti, jossa vedenjäähdytyskoneita purettiin pois ja ne korvattiin kaukokylmäsiirtimillä. Näillä toimenpiteillä on voinut olla vaikutusta ulkoisista tekijöistä johtuviin hälyttävien sääntöjen määrään sekä Kaarisairaalan jäähdytyskauden alentuneeseen sähköenergian kulutukseen. Näitä seikkoja ei voitu tutkimuksen aikataulun vuoksi rajata tutkimusajankohdan ulkopuolelle.

Tutkimusta toistettaessa eri rakennukseen on muistettava, että jokainen rakennus on yksilö. Kaarisairaalan tuloksia ei voida verrata esimerkiksi toimistorakennuksen tuloksiin.

Edellä mainituista seikoista huolimatta tutkimuksessa onnistuttiin huomioimaan tutkimuksen validiteetti ja reliabiliteetti tähän tutkimukseen tarpeellisella tarkkuudella. Reliabiliteetti on luotettavuuden muoto, mikä tarkoittaa, että saadaan samat tulokset, jos tutkimus toistetaan. Validiteetti tarkoittaa taas sitä, että tutkitaan oikeita asioita ja tutkimusprosessin kaikissa vaiheissa on tehty oikeita valintoja ja valinnat on myös perusteltu. (Kananen 2015, 343.)

### **Ohjelman käytön energiavaikutuksista**

Ohjelman käytön energiavaikutuksia ei pystytty tutkimaan tässä tutkimuksessa. Ohjelman valmista viantunnistuksen raportointia yksittäisien vikojen energiavaikutusten arviointiin oli käytännössä mahdotonta toteuttaa. Tehon laskemiseen tarvittavia mittauslaitteita, kuten virtausmittareita tai energiamittareita ei tyypillisesti asenneta laite- tai komponenttitasolla. Energiansäästövaikutusten arviointia voitaisiin parantaa energiamittareiden alamittausten lisäämisellä ja niiden liittämällä ohjelmaan, tai analytiikan kehittämällä. Myös tilaajan tavoitteet analytiikkaohjelman käytöstä auttaa kehittämään analytiikkaa ja huomioimaan tavoitteet paremmin jo rakennushankkeiden suunnitteluvaiheissa.

Palveluntarjoajat tarjoavat yleensä asiakkailleen analytiikkaohjelmiston hyödyntämistä osana energiamanagerointipalveluaan. Energiamanageri arvioi tai laskee ohjelman avulla löydettyjen merkityksellisimpien löydösten energiansäästövaikutukset ja raportoi niistä asiakkaalle.

### **Eettisyyden tarkastelu**

Tutkimuksessa noudatettiin eettisesti hyväksyttäviä tutkimuskäytäntöjä, jotka otettiin huomioon tutkimuksen jokaisessa vaiheessa ja ne on myös kuvattu tutkimuksen toteutus osiossa. Eettiset näkökohdat huomioitiin haastateltavien henkilökohtaisilla suostumuksilla, henkilötietojen ja aineiston huolellisella ja eettisellä käsittelyllä sekä tutkimusaineiston hyväksyttämällä haastateltavilta.

Raportoinnissa noudatettiin XAMK:n raportointiohjetta, lähdeviiteohjetta, sekä hyvää tieteellistä käytäntöä. Tutkija noudatti parhaansa mukaan rehellisyyttä,

yleistä huolellisuutta sekä tarkkuutta kaikissa tutkimuksen vaiheissa. Aina on kuitenkin mahdollista, että tutkijalle on kaikesta huolellisuudesta riippumatta tullut tulkintavirhe tulosten tulkinnassa tai analysoinnissa. Muistettava on, että tutkimustulokset ovat aina tutkijan tulkintoja tutkittavasta ilmiöstä.

### **Jatkotutkimuksen aiheet**

Tutkimustuloksia kiinteistötehokkuuden analytiikan käytön hyödyistä, keskimääräisistä kustannuksista, energiansäästövaikutuksista ja analytiikan käytön vaikutuksista huoltopyyntöjen määrään tarvitaan lisää. Tutkimustieto, joka on kerätty luotettavalla tavalla useista eri rakennuksista auttavat kiinteistöjen ylläpitohenkilöstöä arvioimaan paremmin analysointiohjelmien hyödyllisyyttä tai perustelemaan paremmin ohjelman hankintaa ja investointia. Myös muutkin kuin taloudelliset hyödyt tulisi tutkimuksissa ottaa huomioon.

Alalle tarvitaan myös enemmän kokemuseräistä tietoa tarpeenmukaisesta huollosta ja laitteiden elinkaaren hallinnasta analytiikan avulla. Tietoa tarvitaan myös siitä, miten menetelmä käytännössä toimii sairaalarakennuksissa tai muissa tavanomaisista toimisto- ja liikerakennuksista poikkeavissa rakennuksissa.

## LÄHTEET

Analytiikan avulla säästöjä ja optimaalista kiinteistönhuoltoa suomen yliopisto-kiinteistöjen pilottihankkeessa, s.a. Buildercom Oy:n nettisivut. Saatavissa:

<https://buildercom.fi/yllapito/analytiikan-avulla-saastoja-ja-optimaalista-kiinteis-tohuolto/> [viitattu 10.6.2021]

A primer on organizational use of EMIS. 2015. Better Buildings U.S Department of Energy. PDF dokumentti. Saatavissa: <https://betterbuildingsolution-center.energy.gov/resources/a-primer-organizational-use-energy-management-and-information-systems-emis> [viitattu 8.7 2021]

Chenga, J., Chena, W., Chena K. & Wang, Q. 2020. Data-driven predictive maintenance planning framework for MEP components based on BIM and IoT using machine learning algorithms. PDF Dokumentti: Saatavissa: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580518308562> [viitattu 9.6.2021]

Data ja digitalisuus avaavat ovia tulevaisuuteen. 2021. Granlund Oy:n nettisivut. Saatavissa: <https://www.granlund.fi/tuottavuus/> [viitattu 11.6.2021]

Digitalisoituvat kiinteistöt. Millainen on kiinteistötekniikan tulevaisuus ja miten edistät digitalisoitumista omissa kiinteistöissäsi. s.a. Caverion Oy. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://hub.caverion.fi/opas-kiinteist%C3%B6jen-digitalisaatioon-caverion?utm\\_referrer=https%3A%2F%2Fwww.caverion.fi%2Fjarjestelmat-ja-tuotteet%2Fautomaatio%2Fcaverion-drive-automaatiojarjestelma](https://hub.caverion.fi/opas-kiinteist%C3%B6jen-digitalisaatioon-caverion?utm_referrer=https%3A%2F%2Fwww.caverion.fi%2Fjarjestelmat-ja-tuotteet%2Fautomaatio%2Fcaverion-drive-automaatiojarjestelma) [viitattu 8.7 2021]

Dogan, G., Borwn, T., Dagobert, E., Ascazubi, M. & Manorge, J. 2018. Data Analytics of Building Automation Systems: A Case Study. International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering. Advanced Technology and Science ISSN: 2147-6799. PDF-Dokumentti. Saatavissa: <https://www.ijisae.org/IJISAE/article/view/662> [viitattu 24.7.2021]

EcoStruxure Building Advisor. Analytiikka ja huoltovastuu I Etänä ja paikalla. s.a. Customer presentation. Schneider Electric sisäinen dokumentti. [viitattu 9.6 2021]

Ensimmäisen vaiheen laajennus harjakorkeudessa. s.a. Pohjois-Savon sairaanhoitopiirin WWW-nettisivut. Saatavissa: <https://www.psshp.fi/web/uusisydan/-/ensimmaisen-vaiheen-laajennus-harjakorkeudessa> [viitattu 24.1.2021]

Fidelix Flow\_how palvelukuvaus. 2020. Fidelix Oy:n sisäinen luottamuksellinen dokumentti. [viitattu 9.6.2021]

Hausen, T. 2018. Digitaaliset Kiinteistöpalvelut. Granlund Oy:n PowerPoint dokumentti: Saatavissa: <https://docplayer.fi/108479490-Digitaaliset-kiinteistopalvelut-oulu-energiaseminaari-teemu-hausen.html> [viitattu 7.10.2021]

Heikkilä, T. 2014. Tilastollinen tutkimus. 9. uudistettu painos Helsinki: Edita Publishing Oy.

Hemmendinger, R. 2014. Predictive Maintenance Strategy for Building Operations: A Better Approach. Schneider Electric White Paper, Revision 0. Saatavissa: [https://www.fmmedia.com.au/wp-content/uploads/2015/03/Predictive\\_Maintenance-SE\\_asset.pdf](https://www.fmmedia.com.au/wp-content/uploads/2015/03/Predictive_Maintenance-SE_asset.pdf) [viitattu 9.6.2021]

Hyvärinen, M., Nikander, P. & Ruusuvuori, J. 2017. Tutkimushaastattelun käsikirja. Tampere; Vastapaino.

Kaarisairaala. s.a. Pohjois-Savon sairaanhoitopiirin WWW-nettisivut: Saatavissa: <https://www.psshp.fi/sairanhoitopiiri/kys-uudistuu/valmiit-rakennushankkeet/kaarisairaala> [viitattu 24.1.2021]

Kananen, J. 2015. Opinnäytetyön kirjoittajan opas. Näin kirjoitan opinnäytetyön tai pro gradun alusta loppuun. Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisuja-sarja. Tampere: Suomen yliopistopaino Oy – Juvenest Print.

Kiinteistönhallintajärjestelmien ylläpitopalvelut; EcoSrtuxure Building Advisor, s.a. Schneider Electric Oy:n nettisivut. Saatavissa:

<https://www.se.com/fi/fi/work/solutions/building-management/building-adv-sor.jsp> [viitattu 9.6.2021]

Kiinteistö- ja rakennusalan tuottavuutta on parannettava. 2021. Granlund Oy:n nettisivut. Saatavissa: <https://www.granlund.fi/tuottavuus/> [viitattu 11.6.2021]

Kramer, H., Lin, G., Curtin, C., Crowe, E. & Granderson, J. 2019. Building analytics and monitoring-based commissioning; industry practice, costs, and savings. PDF dokumentti. Saatavissa: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12053-019-09790-2> [viitattu 8.7 2021]

Kramer, H., Lin, G., Granderson, J., Curtin, C. & Crowe, E. 2018. Moving Beyond Data Paralysis to Effective use of Building Analytics. ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.aceee.org/files/proceedings/2018/#/paper/event-data/p372> [viitattu 11.7 2021]

Metsi, P. & Karhu, J. 2019. Vuonna 2030 älykkäät kiinteistöt suunnitellaan yhteisellä tiedolla. Granlund Oy:n nettisivut. Saatavissa <https://www.granlund.fi/uutinen/vuonna-2030-alykkaat-kiinteistot-suunnitellaan-yhteisella-tiedolla/> [viitattu 15.7 2021]

Navigator analytiikka. 2018. Siemens Building technologies sisäinen dokumentti. [viitattu 9.6.2021]

Next Generation of Smart Buildings. Intelligent Buildings – Productive people – More profits, s.a. Nuuka Solutions Oy:n PowerPoint dokumentti. Saatavissa: [https://cdn2.hubspot.net/hubfs/757899/nuuka\\_overview\\_2017.pdf?hstc=&hssc=&hsCtaTracking=b91401ea-720e-4721-8e66-6adada276e21%7C8bfdc9df-bace-4766-8db0-32725f661239](https://cdn2.hubspot.net/hubfs/757899/nuuka_overview_2017.pdf?hstc=&hssc=&hsCtaTracking=b91401ea-720e-4721-8e66-6adada276e21%7C8bfdc9df-bace-4766-8db0-32725f661239) [viitattu 10.6.2021]



Nuuka LVIS Diagnostiikka, s.a. Nuukasolutions Oy:n nettisivut: Saatavissa: [Nuuka Solutions - Nuuka Process & diagnostic service](#) [viitattu 9.6.2021]

Pelto-Timperi J. 2018. Älykäs ylläpito asettuu taloksi. Sarlinin asiakaslehti 2/2018 s. 8–13. Saatavissa: <https://www.e-julkaisu.fi/sarlin/asiakaslehti/2-2018/>

Saatavissa myös: <https://www.mynewsdesk.com/fi/are/news/aelykaes-yl-laepito-asettuu-taloksi-328386>

[viitattu 6.1.2021]

Rahkonen, T. 2018. Esineiden internet yliopistoissa – digitaalisten kiinteistöpalveluiden kehittäminen. Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikka. Diplomityö. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/123456789/25796/rahkonen.pdf?sequence=4&isAllowed=y> [viitattu 24.7.2021]

Ranta-Meyer, T. 2019. Verkkoaineisto. Metropolia ammattikorkeakoulu. Korkeakoulukiinteistöstä älykampukseksi. Saatavissa: <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/227538/2019-TAITO-30-korkeakoulukiinteistosta-alykampukseksi-ranta-meyer-toim.pdf?sequence=5> [viitattu 24.7.2021]

Reaaliaikaista dataa kiinteistöportfoliosta haluamallasi tavalla esitettynä, s.a. Nuuka Solution Oy:n nettisivut: Saatavissa: <https://www.nuukasolutions.com/fi-fi/product> [viitattu 18.7 2021]

Siitonen J. 2016. Älykäs kiinteistön ylläpito ja ohjaus. Are Oy:n PowerPoint dokumentti. Saatavissa: <https://docplayer.fi/26755976-Alykas-kiinteiston-yl-lapito-ja-ohjaus.html> [viitattu 18.7 2021]

Säynäjoki, A., Säynäjoki, E., Pulkka, L. & Junnila, S. 2017. Internet of Buildings tutkimushankkeen loppuraportti. Aalto-yliopiston julkaisusarja. Helsinki: Unigrafia Oy. Verkkoaineisto: Saatavissa: <https://aalto-doc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/29640/isbn9789526077697.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [viitattu 8.1.2021]

Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy, 2020. Älykäs ennakoiva kunnossapito. WWW-nettisivut. Saatavissa: <https://www.vttresearch.com/fi/palvelut/alykas-ennakoiva-kunnossapito> [viitattu 16.7.2021]

Tiedolla johdettua ylläpitoa – edelläkävijäprojekti Suomesta. 2020. Siemens Suomi Oy:n nettisivut. Saatavissa: [Tiedolla johdettua ylläpitoa - edelläkävijäprojekti Suomesta | Kiinteistöjen ylläpidon modernisointi tiedolla johdettujen palveluiden avulla | Siemens Finland](#) [viitattu 10.6.2021]

Tuomi, J. & Sarajärvi A. 2018. Laadullinen tutkimus ja sisällön analyysi. E-kirja. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Vilkkä, H. 2021. Tutki ja Kehitä. E-kirja, Jyväskylä: PS-Kustannus.

Vähäkainu, P., Kariluoto, A. & Neittaanmäki, P. 2019. Tekoäly ja rakennusten ennakoiva kunnossapito. Jyväskylä: Informaatioteknologian tiedekunnan julkaisuja. Verkkojulkaisu. Saatavissa: <https://jyx.jyu.fi/handle/123456789/63570> [viitattu 8.6.2021]

## **Energia-asiantuntijan teemahaastattelukysymykset:**

### **Teema 1:**

#### **Määrällisen tutkimuksen tulosten tarkempi ja syvällisempi selittäminen**

#### **Lisätietoja ei toimenpiteitä vaativista hälytyksistä:**

- Olivatko ohjelman valmiit säännöt sinun kokemuksesi mukaan KYS Puijon Sairaalaan soveltuvia?

*”Määrällisessä tutkimuksessa saatiin selville, että tutkimusajankohdalla suurin osa (90 %) ohjelman hälytyksistä oli ei toimenpiteitä vaativia ja 65 % kaikista ei toimenpiteitä vaativista säännöistä johtui virittämättömistä säännöistä.”*

- Pystyykö näille virittämättömille säännöille tekemään parannuksia, jotta ne soveltuisivat KYS Puijon Sairaalaan?
- Aiheuttavatko nämä ei toimenpiteitä vaativat hälytykset sinulle turhaa työtä?
- Haittaavatko nämä ei toimenpiteitä vaativat hälytykset toimenpiteitä vaativien vikojen havainnointia?

#### **Lisätietoja toimenpiteitä vaativista hälytyksistä:**

*”Määrällisestä tutkimuksesta saatiin myös selville, että tutkimusajankohdalla n. 70 % kaikista toimenpiteitä vaativista hälytyksistä johtuivat systeemisestä ongelmasta ja n. 30 % teknisistä ongelmista.”*

- Olisivatko nämä toimenpiteitä vaativat viat paljastuneet mielestäsi muulla tavalla kuin analysointiohjelman avulla? (Millä tavalla?)
- Oletko löytänyt ohjelman avulla myös sellaisia vikoja, joita et ehkä olisi muulla tavalla saanut selville? (Kysytään mikäli edellisen kysymyksen vastaus on kyllä)

**Liite 1/2**

- Onko sinulla antaa esimerkki tällaisesta viasta/vioista, jota et olisi muulla tavalla saanut selville kuin analysointiohjelman avulla?
- Onko ohjelmasta ollut apua toimenpiteitä vaativien vikojen havainnoinnissa?

**Lisätietoja 1C1 rakennusosan käyttöönoton seurannasta:**

*"1C1 rakennusosa on ollut rakennuksen käyttöönotosta lähtien käyttöönoton seurannassa analysointiohjelmassa. Määrällisessä tutkimuksessa tutkimusajankohalla 1C1 rakennusosassa oli vain yksi toimenpiteitä vaativa hälytys."*

- Onko analysointiohjelman käytöllä mielestäsi ollut vaikutusta 1C1 rakennusosan talotekniikan toimintaan/ toimenpiteitä vaativien hälytysten vähyyteen?

**Lisätietoja analysointiohjelman vaikuttavuudesta:**

*"Määrällisen tutkimuksen tulosten perusteella arvioitiin analysointiohjelman käytön vaikuttavan käyttäjätyytyväisyyteen, energiatehokkuuteen, huoltokäytien määrään, laitteiden käyttöikään ja seurattavuuteen"*

- Tuleeko sinulle mieleen muita tekijöitä, joihin analysointiohjelman käyttö tällä hetkellä vaikuttaa?
- Mitkä edellä mainituista vaikuttavuuteen liittyvistä tekijöistä ovat mielestäsi toteutuneet KYS Puijon Sairaalassa analysointiohjelmalla?

**Teema 2:****Käyttäjien mielipiteet ja kokemukset ohjelman hyödyllisyydestä KYS Puijon Sairaalan ylläpitoon****Analysointiohjelman hyödyt ja haitat:**

- Onko ohjelmasta ollut sinulle hyötyä työsi kannalta verrattuna aikaisempaan tapaan, jolloin käytössäsi ei ollut analysointiohjelmaa?
  - Minkälaisia hyötyjä (Kysytään mikäli vastaus on kyllä)
- Onko ohjelmasta ollut sinulle haittaa työsi kannalta verrattuna aikaisempaan tapaan, jolloin käytössäsi ei ollut analysointiohjelmaa?
  - Minkälaisia haittoja (Kysytään mikäli vastaus on kyllä)
- Onko ohjelma helpottanut työtäsi vai vaikeuttanut työtäsi enemmän?
- Onko ohjelmalla ollut vaikutusta työsi mielekkyyteen?
  - Onko ohjelma lisännyt vai laskenut työsi mielekkyyttä enemmän?
- Onko ohjelma sinusta hyödyllinen kiinteistöjen ylläpidolle KYS Puijon Sairaalassa?
- Onko ohjelmasta mielestäsi ollut hyötyä rakennuksen käyttöön virittämisessä ja oikean toiminnan seurannassa 1C1- rakennusosalla?
- Onko eteen tullut jotain muuta negatiivisia asioita tai pettymyksiä ohjelmaan liittyen?
- Onko ohjelman hyödynnettävyydessä esiintynyt esteitä tai haittoja?
- Onko ohjelma tuonut jotain muuta lisäarvoa kiinteistöjen ylläpidolle, josta emme ole keskustelleet aikaisemmin?

**Analysointiohjelman mahdollisuudet:**

- Mihin käyttötarkoituksiin analysointiohjelmää voisi mielestäsi vielä käyttää KYS Puijon Sairaalassa, jotta siitä saataisiin vieläkin parempi hyöty?
- Mihin järjestelmiin analysointiohjelmää voitaisiin mielestäsi laajentaa?
- Voisiko mielestäsi analysointiohjelman tuottamasta tiedosta hyötyä muitakin tahot kuin kiinteistönhuolto ja kiinteistöhallinto?
  - Ketkä?

**Analysointiohjelman liittyvät riskit:**

- Liittyykö ohjelmaan mielestäsi riskejä? Millaisia?

**Teema 3:****Käyttäjien käyttökokemukset ohjelmasta ja toimintamallista**

- Vastasiko ohjelma ennako- odotuksiasi?

**Käytettävyys:**

- Minkälainen ohjelman käyttöliittymä on käyttää?
  - Miksi? (kysytään tarvittaessa)
  - Oliko ohjelman käyttö helppo oppia?
- Tarvitseeko ohjelman käyttö erikoisosaamista?
- Osaatko käyttää ohjelmaa kattavasti?
- Oletko saanut ongelmatilanteisiin apua ohjelmistotoimittajalta?

**Kehitystarpeet:**

- Kaipaatko ohjelmaan lisää ominaisuuksia?
  - Minkälaisia? (jos vastasin kyllä)
  - Voisiko ohjelmaan tulevaisuudessa mielestäsi kehittää lisäominaisuuksia ja millaisia?
- Pitäisikö joitain/ joitain asioita ohjelmassa vielä kehittää tai parantaa?
- Mitkä olisivat seuraava kehitettävät tai paranneltavat asiat?

**Ohjelman laajennettavuudessa huomioitavat asiat:**

- Mitä asioita tulisi mielestäsi huomioida paremmin ohjelmaa käyttöä laajennettaessa?
- Pitäisikö ohjelman käyttö ottaa paremmin huomioon jo uusien rakennuksen suunnitteluvaiheessa?
  - Millä tavoin? (Kysytään, jos vastaus on kyllä)
- Teettäkö ohjelman käytön laajennettavuus sinulle paljon töitä?

**Toimintamalli ja asenteet:**

- Millainen toimintamalli ohjelman hyödynnettävyyden ympärille on tällä hetkellä rakentunut KYS Puijon Sairaalassa?
- Onko toimintamalli toimiva?
- Ovatko ohjelmaa käyttävien roolit mielestäsi selkeitä?
- Oletko tehnyt kiinteistönhuollolle ohjelman avulla löytyneitä vikailmoituksia?
  - Miten rakennusautomaation ylläpito/-huolto on suhtautunut ohjelman avulla tekemiisi huoltoilmoituksiin? (kysytään, jos vastaus on kyllä?)
- Onko kiinteistönhuolto tai kiinteistöhallinto pyytänyt sinulta apua työtehtäviinsä liittyen, joka on vaatinut analysointiohjelmaan käyttöä?
- Käyttääkö rakennusautomaatiohuolto käsityksesi mukaan analysointiohjelmaa?
- Oletko tehnyt Kiinteistöhallinnolle ohjelman avulla löytyneitä vikailmoituksia/ parannusehdotuksia?
  - Miten kiinteistöhallinto on suhtautunut tekemiisi havaintoihin ohjelman avulla?
- Suositteisitko ohjelmaa myös muillekin kiinteistön ylläpidosta vastaaville?



## **Pohjois-Savon sairaanhoitopiirin Kiinteistöhallinnon valvojan ja sisäilmatyöryhmän jäsenen teemahaastattelukysymykset**

### **Teema 1:**

#### **Käyttäjien mielipiteet ja kokemukset ohjelman hyödyllisyydestä KYS Puijon Sairaalan ylläpitoon**

#### **Analysointiohjelman hyödyt ja haitat:**

Käytätkö ohjelmaa mihinkään muuhun kuin sisäilman laadun loggerointiin?

- Onko ohjelmasta ollut sinulle hyötyä työsi kannalta verrattuna aikaisempaan tapaan, jolloin käytössäsi ei ollut analysointiohjelmaa?
  - Minkälaisia hyötyjä (Kysytään mikäli vastaus on kyllä)
  
- Onko ohjelmasta ollut sinulle haittaa työsi kannalta verrattuna aikaisempaan tapaan, jolloin käytössäsi ei ollut analysointiohjelmaa?
  - Minkälaisia haittoja (Kysytään mikäli vastaus on kyllä)
  
- Onko ohjelma helpottanut työtäsi vai vaikeuttanut työtäsi enemmän?
  
- Onko ohjelmalla ollut vaikutusta työsi mielekkyyteen?
  - Onko ohjelma lisännyt vai laskenut työsi mielekkyyttä enemmän?
  
- Onko ohjelma sinusta hyödyllinen kiinteistöjen ylläpidolle KYS Puijon Sairaалassa?
  
- Onko ohjelmasta mielestäsi ollut hyötyä rakennuksen käyttöön virittämisessä ja oikean toiminnan seurannassa 1C1- rakennusosalla?

**Liite 2/2**

- Onko eteen tullut jotain muuta negatiivisia asioita tai pettymyksiä ohjelmaan liittyen?
- Onko ohjelman hyödynnettävyydessä esiintynyt esteitä tai haittoja?
- Onko ohjelma tuonut jotain muuta lisäarvoa kiinteistöjen ylläpidolle, josta emme ole keskustelleet aikaisemmin?

**Analysointiohjelman mahdollisuudet:**

- Mihin käyttötarkoituksiin analysointiohjelmaa voisi mielestäsi vielä käyttää KYS Puijon Sairaalassa, jotta siitä saataisiin vieläkin parempi hyöty?
- Mihin järjestelmiin analysointiohjelmaa voitaisiin mielestäsi laajentaa?
- Voisiko mielestäsi analysointiohjelman tuottamasta tiedosta hyötyä muitakin tahot kuin kiinteistönhuolto ja kiinteistöhallinto?
  - Ketkä?

**Analysointiohjelmaan liittyvät riskit:**

- Liittyykö ohjelmaan mielestäsi riskejä? Millaisia?

**Teema 2:****Käyttäjien käyttökokemukset ohjelmasta**

- Vastasiko ohjelma ennako- odotuksiasi?

**Käytettävyys:**

- Minkälainen ohjelman käyttöliittymä on käyttää?
  - Miksi? (kysytään tarvittaessa)
  - Oliko ohjelman käyttö helppo oppia?
- Tarvitseeko ohjelman käyttö erikoisosaamista?
- Osaatko käyttää ohjelmaa kattavasti?
- Oletko saanut ongelmatilanteisiin apua ohjelmistotoimittajalta?

**Kehitystarpeet:**

- Kaipaanko ohjelmaan lisää ominaisuuksia?
  - Minkälaisia? (jos vastasin kyllä)
  - Voisiko ohjelmaan tulevaisuudessa mielestäsi kehittää lisäominaisuuksia ja millaisia?
- Pitäisikö joitain/ joitain asioita ohjelmassa vielä kehittää tai parantaa?
- Mitkä olisivat seuraava kehitettävät tai paranneltavat asiat?

**Ohjelman laajennettavuudessa huomioitavat asiat:**

- Mitä asioita tulisi mielestäsi huomioida paremmin ohjelmaa käyttöä laajennettaessa?
- Pitäisikö ohjelman käyttö ottaa paremmin huomioon jo uusien rakennuksen suunnitteluvaiheessa?
  - Millä tavoin? (Kysytään, jos vastaus on kyllä)
- Teettäkö ohjelman käytön laajennettavuus sinulle paljon töitä?

**Toimintamallin ja asenteet:**

- Millainen toimintamalli ohjelman hyödynnettävyyden ympärille on tällä hetkellä rakentunut KYS Puijon Sairaalassa?
- Onko toimintamalli toimiva?
- Ovatko ohjelmaa käyttävien roolit mielestäsi selkeitä?
- Suositteletko ohjelmaa myös muillekin kiinteistön ylläpidosta vastaaville?

### **Teema 3 Palaute siirrettävistä dataloggereista**

Teillä on käytössä kolme analysointiohjelmaan sopivaa dataloggeria, onko niille ollut käyttöä?

#### **Siirrettävien dataloggereiden Hyödyt ja haitat:**

- Ovatko dataloggerit helpottaneet sisäilman laadun seurattavuutta?
- Milla tavalla mittasitte sisäilman laatua ennen loggereiden hankintaa?
- Ovatko loggerit helpottaneet työtäsi vanhaan tapaan verrattuna?
- Miten ja mihin olette loggereiden tietoa hyödyntäneet työssänne? Mihin käytätte loggereista kerättyä tietoa?
- Oletteko yhdistäneet dataloggerin tietoa muun kiinteistöstä kerättävän tiedon kanssa?
- Oletko ollut tyytyväinen loggereihin?
- Vastasivatko loggerit ennakkokäsityksiäsi?
- Onko loggereissa ollut mitään huonoa sanottavaa?

#### **Siirrettävien Dataloggereiden kehitystarpeet:**

- Onko loggereissa esiintynyt kehitettävää / kehitystarpeita? Millaista?

## Rakennusautomaation ammattihenkilöiden teemahaastattelukysymykset

### Yleisiä kysymyksiä:

- Käytättekö analysointiohjelmaa työssänne?
  - Mihin käytätte ohjelmaa (kysytään jos vastaus on kyllä)?
  - Miksi ette käytä ohjelmaa (kysytään jos vastaus on ei)?
  - Voisiko ohjelmasta olla teille tulevaisuudessa enemmän hyötyä? (kysytään jos vastaus on ei)
  - Soveltuuko ohjelma teidän työhönne ja työtehtäviinne?
  
- Tunnistatteko työssänne tilanteen, jossa voisitte hyödyntää ohjelmaa?
  
- Onko ohjelman avulla löydetty jotain sellaista, mitä ette ehkä muulla tavalla olisi löytäneet/ huomanneet? (esimerkkejä)

**Teema 2:****Käyttäjien mielipiteet ja kokemukset ohjelman hyödyllisyydestä KYS Puijon Sairaalan ylläpitoon****Analysointiohjelman hyödyt ja haitat:**

- Onko ohjelmasta ollut sinulle/teille suoraan tai välillisesti Juhan kautta hyötyä?
  - Minkälaisia hyötyjä (Kysytään mikäli vastaus on kyllä)
- Onko ohjelmasta ollut sinulle/teille haittaa?
  - Minkälaisia haittoja (Kysytään mikäli vastaus on kyllä)
- Onko ohjelma helpottanut työtäsi vai vaikeuttanut työtäsi?
- Onko ohjelmalla ollut vaikutusta työsi mielekkyyteen?
  - Onko ohjelma lisännyt vai laskenut työsi mielekkyyttä enemmän?
- Onko ohjelma sinusta hyödyllinen kiinteistöjen ylläpidolle KYS Puijon Sairaалassa?
- Onko ohjelmasta mielestäsi ollut hyötyä rakennuksen käyttöön virittämisessä ja oikean toiminnan seurannassa 1C1- rakennusosalla?
- Onko ohjelman hyödynnettävyydessä esiintynyt esteitä tai haittoja?
- Onko ohjelma tuonut jotain muuta lisäarvoa kiinteistöjen ylläpidolle, josta emme ole keskustelleet aikaisemmin?

**Analysointiohjelman mahdollisuudet:**

- Mihin käyttötarkoituksiin analysointiohjelmää voisi mielestäsi vielä käyttää KYS Puijon Sairaalassa, jotta siitä saataisiin vieläkin parempi hyöty?
- Mihin järjestelmiin analysointiohjelmää voitaisiin mielestäsi laajentaa?
- Voisiko mielestäsi analysointiohjelman tuottamasta tiedosta hyötyä muitakin tahot kuin kiinteistönhuolto ja kiinteistöhallinto?
  - Ketkä?

**Analysointiohjelmaan liittyvät riskit:**

- Liittyykö ohjelmaan mielestäsi riskejä? Millaisia?



**Teema 3:****Käyttäjien käyttökokemukset ohjelmasta ja toimintamallista****Toimintamalli ja asenteet:**

- Millainen toimintamalli ohjelman hyödynnettävyyden ympärille on tällä hetkellä rakentunut KYS Puijon Sairaalassa?
- Onko toimintamalli toimiva?
- Ovatko ohjelmaa käyttävien roolit mielestäsi selkeitä?
- Suositteisitko ohjelmaa myös muillekin kiinteistön ylläpidosta vastaaville?