



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Juhani Palokangas

# Rakennusautomaatiojärjestelmän hälytysdatan analysointi

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

11.3.2019

Tekijä Otsikko	Juhani Palokangas Rakennusautomaatiojärjestelmän hälytysdatan analysointi
Sivumäärä Aika	22 sivua 11.3.2019
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine	Automaatiotekniikka
Ohjaajat	Automaatiosuunnittelija Pekka Kauppinen Lehtori Jaana Wuorila-Stenberg
<p>Opinnäytetyön toimeksiantaja Caverion Suomi Oy antoi tehtäväksi rakennusautomaatiojärjestelmän tallentaman hälytysdatan analysoinnin ja mahdollisten ongelmakohtien kartoittamisen asuntotuotannossa. Lähtökohtana oli suodattaa valvomosta saatua hälytyshistoriadataa ja diagnosoida yleisimpiä järjestelmää ruuhkauttavia ilmoituksia, joiden tarpeenmukaisuus olisi hyvä selvittää.</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli selkeyttää ja analysoida valvomon operaattorille saapuvia turhia hälytyksiä. Merkityksellistä oli löytää ongelmakohdat, jotka kuormittavat rakennusautomaatiojärjestelmää. Työni lähtökohtina olivat Caverionin asuntotuotantopuolen hälytyshistoriasta kerätyt reilun vuoden mittausajan tapahtumatiedot Niagara-kohteista. Hälytysdata oli Excel-muotoisena raporttina.</p> <p>Työ aloitettiin historiatiedon perkaamisella, jossa saatu tietokanta muutettiin kaavio- ja taulukkomuodolla ymmärrettävään katsantoon. Työ oli alkuun hälytysinformaation selkeyttämistä sisältäen paljon rutiininomaista työtä. Excelin avulla historiatiedoista saatiin kasattua helposti tarkasteltavaa dataa, josta lähdettiin tutkimaan aiheettomia hälytyksiä.</p> <p>Työn tuloksena syntyi selvitystyö, jossa perehdyttiin Caverionin käytössä olevaan rakennusautomaatio- ja hälytysjärjestelmään ja sen toimintaan. Analysoitu hälytysdata kertoi aiheettoman informaation kuormittavuudesta ja tarpeettomien hälytysten tekijöistä, joihin olisi järkevää pureutua. Opinnäytetyö voi olla avuksi parempien tulosten saavuttamiseksi aiheettomien hälytysten karsimisessa, jolloin merkityksellinen informaatio ei katoa informaatiotulvaan.</p>	
Avainsanat	Caverion, rakennusautomaatio, datan analysointi, Niagara, Valvomo

Author Title	Juhani Palokangas Building Automation System Alarm Data Analysis
Number of Pages Date	22 pages 11 March 2019
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical- and Automation Engineering
Professional Major	Automation Technology
Instructors	Pekka Kauppinen, Building Automation Design Engineer Jaana Wuorila-Stenberg, Senior Lecturer
<p>This study was commissioned by Caverion. The task was to analyze the alarm data of a building automation system and find out possible issues causing problems in the system. The purpose was to find the main problems slowing down the system and trying to rationalize the alarm data.</p> <p>The goal was to clarify and analyze the unnecessary alarms that came to the operator. It was important to find the problem areas that obstruct the building automation system. The starting point of the work was event-data measured for over a year's period gotten from Caverion alarm control room. The alarm data was an Excel format report.</p> <p>The work was started by the expanding of the historical data, in which the database was converted into a formatted view, such as charts and tables. The work contained a lot of routine work, as the data was formatted to a clearer format. After that, the database was ready to be operated.</p> <p>As a result, a study was carried out to investigate the building automation- and alarm system and its performance. Analyzed event data clarified the issues causing problems in the system, such as an individual hardware defects. This thesis may be helpful in achieving better results in reducing undesirable alarms, meaning that relevant information does not disappear into the information overload.</p>	
Keywords	Caverion, building automation, data analyze, control room, undesirable alarm

## Sisällys

### Lyhenteet ja käsitteet

1	Johdanto	1
2	Rakennusautomaatio	1
	Rakennusautomaation tasot	2
	Edut ja tavoitteet	5
	Hälytykset ja niiden käsittely	5
3	Niagara-rakennusautomaatiojärjestelmä ja hälytysvalvonta Caverionilla	6
	Niagara Framework	6
	Niagara Workplace AX	7
	Caverionin hälytysvalvonta	7
	Care-hälytysalusta	9
	Säätötoimenpiteet	10
4	Hälytysaineiston kerääminen ja esiprosessointi	10
5	Hälytystiedon analysointi	11
6	Hälytystyypit	15
	6.1 Raja-arvohälytykset	15
	6.2 Ristiriitahälytykset	16
	6.3 Yhteyshälytykset	17
	6.4 Yksittäiset hälyttäjät	17
7	Yhteenveto	19
	Lähteet	22

## Lyhenteet ja käsitteet

Alakeskus	Vapaasti ohjelmitava laite, johon voidaan liittää tuloja ja lähtöjä.
I/O	Input/Output. Automaatiossa ohjelmitavan logiikan tuloportin (input) kautta saadaan tietoa järjestelmän tilasta. Lähtöportin (output) kautta voidaan ohjata järjestelmää.
Modbus	Modiconin kehittämä sarjaliikenneprotokolla, joka on yleisesti käytössä elektroniikkalaitteiden välisessä kommunikoinnissa.
Niagara	Tridiumin kehittämä selainpohjainen rakennusautomaatiojärjestelmä.
PLC	Ohjelmitava logiikka (Programmable logic controller) tosiaikaisten automaatioprosessien ohjaukseen.
TCP/IP	Usean Internet-liikennöinnissä käytettävän tietoliikenneprotokollan yhdistelmä.
VAK	Valvonta-alakeskus, sisältäen alakeskuslaitteet ja apulaitteet.

## 1 Johdanto

Rakennusautomaatiojärjestelmä kokoaa asuinkiinteistön talotekniikan yhteen keskuksen, jota voidaan tarkastella paikallisesti tai etäyhteyden välityksellä. Nykyaikaiset järjestelmät ovat kehittyneet yhä enemmän selainpohjaisiksi, jolloin usean eri kiinteistön rakennusautomaatiota voidaan seurata keskitetysti yhdestä valvomosta. Kaikki kerätty data ja ohjaustoimenpiteet ovat nähtävissä samalta ruudulta, jolloin järjestelmien kunnossapito, huolto ja vikahälytykset saadaan nopeasti ja ketterästi näkyviin.

Insinöörityön tavoitteena on analysoida rakennusautomaatiojärjestelmän historiatietokantaa useasta eri kohteesta ja löytää toistuvia palvelinta ja operaattoria kuormittavia ja säännöllisesti toistuvia hälytyksiä. Työn pohjaksi sain reilun vuoden ajalta Caverionin Niagara-rakennusautomaatiojärjestelmän- kohteista Excel-muotoista hälytysdataa. Saatua tietoa lähdetään purkamaan ja analysoimaan.

Hälytyskannan analysoinnissa käytetään Excelin omia työkaluja, pääasiassa Pivottyökalua, jolla voidaan hallita koko tietomäärää sujuvasti. Aluksi saatu tietokanta tulee muuttaa yhteensopivaksi koko datan osalta, jotta yleinen graafien ja kaavioiden muodostaminen on mahdollista.

Työn toimeenpanijana on Caverion Oyj, joka on kiinteistötekniikkaa ylläpitävä, toteuttava ja suunnitteleva pörssi-yhtiö. Yhtiöllä on liiketoimintaa laajalti Euroopassa, pääasiassa Pohjois-Euroopassa mutta myös Saksassa. Erityisosaaminen kattaa koko talotekniikka-alueen LVI-, sähkö- ja automatiikan niin kiinteistö- kuin teollisuustuotannossa. Yhtiön tavoitteena on taata asiakkaille kokonaisvaltaista palvelua työn suunnitteluvaiheesta rakentamiseen, huoltoon ja kunnossapitoon sekä elinkaaripalveluihin. [1.]

## 2 Rakennusautomaatio

Rakennusautomaatiolla (RA) on suuri rooli nykyajan rakentamisessa. Sillä pyritään vaikuttamaan valaistukseen, lämmitykseen, sisäilmaan, turvallisuuteen ja energiatehokkuuteen. Automaattiset säätö-, ohjaus-, valvonta- ja hälytystoiminnot ovat keino talotekniikan kokonaisvaltaiseen ohjaamiseen, jossa prosessin toiminnot ja raportointi on koottua ja keskitetyn kiinteistön valvonta on mahdollista. Tämä mahdollistaa isompi-

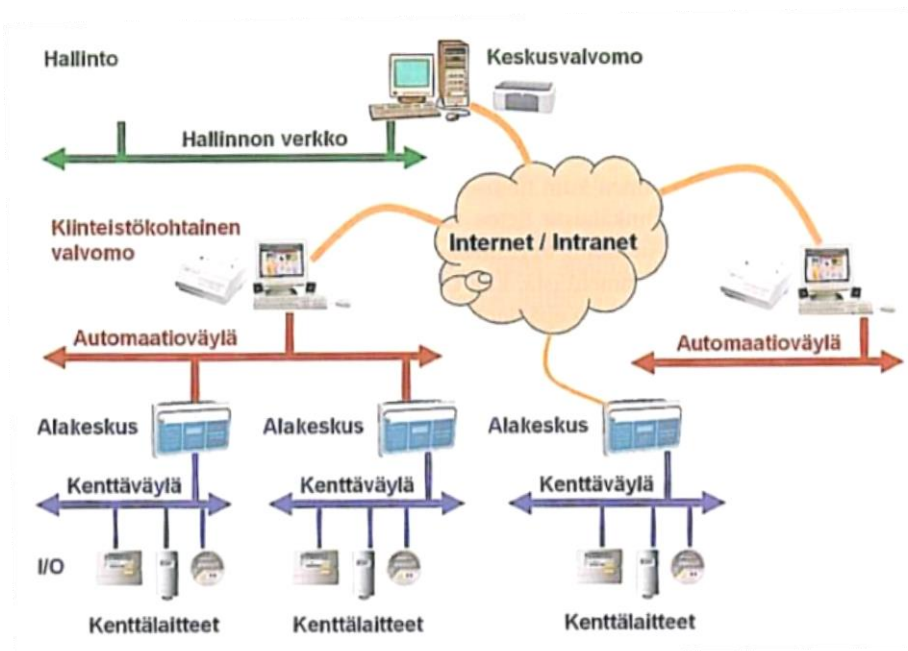
en kokonaisuuksien helpomman hallinnan. Laitteiden yhdistäminen on usein toteutettu väyläteknikalla, jolloin ne saadaan toimimaan yhtenäisesti ja älykkäästi. [4, s. 8.]

Vanhojen järjestelmien heikkoutena pidetään yksikkösäätöistä automatiikkaa, jossa jokaista toimielintä ohjataan paikallisesti. Isojen kiinteistöjen hallinta asennustöiden ja kunnossapidon kannalta on ollut haasteellista sen kuormittavuuden kannalta. Nykyaikainen väyläteknikkaan perustuva automaatio mahdollistaa keskitetyn ohjaamisen yhdestä valvomosta, jossa kaikki tekniset järjestelmät on koottu yhteen paikkaan. [5, s. 6.]

### Rakennusautomaation tasot

Rakennusautomaatio jaetaan tyypillisesti kolmeen osaan: valvomoihin, alakeskuksiin ja kentälaitteisiin (kuva 1). Valvomotaso on hierarkian korkein elin, josta suoritetaan ohjaus-, säätö- ja valvontatoimenpiteet yhdessä kohdekiinteistön paikallisvalvomon kans-

sa.



Kuva 1. Rakennusautomaatiojärjestelmän hierarkia [5].

Kiinteistövalvomoita on yleensä kohteen alakeskuksien yhteydessä, jolloin huolto- ja korjaustoimenpiteitä voidaan tehdä paikanpäällä sekä päävalvomossa, jossa on keskitettynä usean kiinteistön toiminnot. Yhteys päävalvomoon saadaan internetin (TCP/IP)

välityksellä. Alakeskukset ovat kenttäväylän kautta yhteyksissä kenttälaitteisiin, jotka suorittavat rakennusautomaatiojärjestelmän indikoinnit, säädöt ja ohjaukset. [5.]

### Valvomotaso

Valvomotasoa voidaan sanoa hallinnointitasoksi, sillä siellä on nähtävissä kokonaiskuva toimintaympäristöstä. Valvomossa on keskitetty näkymä koko kiinteistökantaan. Hallinta voidaan hoitaa yhdeltä ruudulta, johon kiinteistöhälytykset saapuvat. Valvomolaitteistot koostuvat kiinteistökohtaisista valvomoista ja yleensä yhdestä keskusvalvomosta.

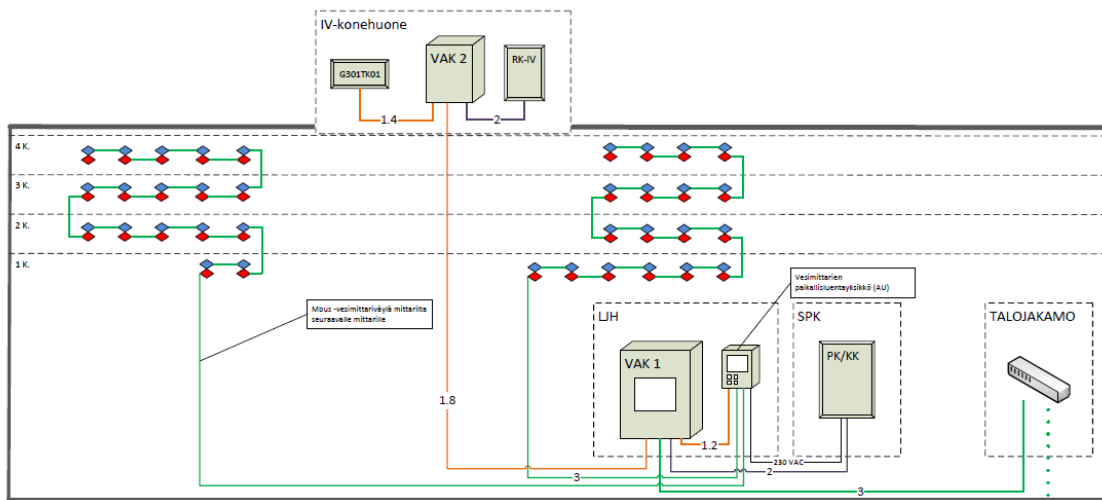
Caverionin keskitetty etävalvonta ja ohjaus mahdollistavat ajantasaisen ja kiinteistöhistoriaan tallentuneen datan analysoinnin sekä tarvittaessa korjaavan etäyhteyden ottamisen. Caverion tarjoaa sopimusasiakkailleen myös valvomo- ja energianhallintapalvelua, jossa asiakas voi itse seurata hälytyshistoriaa ja huollon suorittamia toimenpiteitä. [3.]

Caverionin päävalvomo saa ilmoitukset A-tason häiriöhälytyksistä, joita ovat korkeamman prioriteetin hälytykset. Vilkkaina päivinä hälytysmäärät kasvavat kymmeniin tuhansiin, jolloin palvelin saattaa ruuhkautua ja operaattorin kädet eivät riitä. Yleisimmin ruuhkaiset ajankohdat keskittyvät sään äärilukemiin eli koviin pakkasiin tai helteeseen. Asuntoyhtiön/teollisuuskiinteistön huolto saa vikahälytykset paikallisesti suoraan alakeskusvalvomoihin, sähköpostiin tai GSM-yhteydellä puhelimeen. Tällaisia alemman luokan hälytyksiä ovat esimerkiksi asuntojen IV-koneen suodatinvahtihälytys. Huoltoyhtiöllä on oma alueensa kiinteistön valvonnassa ja kunnossapidossa. [6.]

### Alakeskustaso

Alakeskukset hoitavat ohjelmallisen puolen sisältäen älyn laitteiden säätöä ja ohjaamista varten. Alakeskuksia voi kiinteistöissä olla useampia, riippuen aina teknisistä järjestelmistä. Asuntotuotannon puolella yksi merkittävä syy usean alakeskuksen olemassaololle on keskitetty ilmanvaihto (kuva 2), jossa alakeskuksia liitetään IV-koneiden yhteyteen. Alakeskukset on kytketty toisiinsa väyläkaapelein. Myös valvonta-alakeskuksen fyysinen koko rajoittaa käytettävien laitteiden määrää, jolloin alakeskuksien määrää joudutaan muuttamaan. Hajauttamalla I/O-pisteet lähelle laitteistoja kaapeloinnin määrää saadaan vähennettyä ja rahaa säästettyä.





Kuva 2. Kuvan kohteessa on keskitetty ilmanvaihto, jossa toinen alakeskuksista on sijoitettu IV-konehuoneeseen [11].

Alakeskukset sisältävät usein logiikan (PLC) ja I/O-yksiköitä ohjauksia, säätöjä ja indikoita varten. Usein yksi kiinteistön alakeskuksista on varustettu valvonta-alakeskukseksi, jossa on graafinen käyttöliittymä järjestelmän seurantaan.

#### Kenttälaitetaso

Kenttälaitteet on kytketty säätimiin tai alakeskuksiin kenttäväylien kautta. Kenttälaitetasoksi määritetään rakennusautomaatiojärjestelmän kenttälaitteet, joilla tarkoitetaan yleensä mittareita ja toimilaitteita. Lämpötila-anturit ja painelähtimet ovat esimerkkejä mittareista. Toimilaitteita ovat puolestaan esimerkiksi ilmamääräsäätöihin (IMS) tarkoitettut peltimoottorit tai moottoriventtiilit.

Kenttälaitteiden tehtävänä on toimittaa mitta-arvoja alakeskuksiin tai hajautetuille I/O-moduuleille, joissa koodatun ohjelmiston avulla saadusta olosuhde- tai tilatiedosta voidaan rakentaa haluttuja toimintoja. Yksi esimerkki hajautetusta I/O:sta on taajuusmuuttaja, jossa on oma ohjausyksikkö. Hajautetut ohjausyksiköt ovat nykyään helposti ohjattavissa myös alakeskuksista, joissa voidaan suorittaa samat toiminnot. Tunnetuimpia kenttäväylästandardeja ovat muun muassa ModBus, LON, KNX ja EIB. [7, s. 16.]

## Edut ja tavoitteet

Rakennusautomaatiojärjestelmän etuja on ennen kaikkea kiinteistön helppo hoidettavuus, kun automatisoidaan erilaisia tehtäviä. Hyvin suunniteltuna ja toteutettuna järjestelmä on taloudellisesti kannattava investointi.

Energian hallinta on keskeinen osa RA-järjestelmän tavoitteissa. Asetettuja energiankulutustavoitteita pyritään saavuttamaan ja sen seuranta on järjestelmän kautta helppompaa. Automaation avulla voidaan ohjata lämpötilan, ilmavirran ja valaistuksen tarpeellisuutta aina tilanteen mukaan. Myös kiinteistön kunnan ylläpito helpottuu ja sitä kautta ongelmakohtiin on nopeampi tarttua. [10.]

Sisäilman laadun aktiivinen seuranta on automaatiolla helppo toteuttaa. Etuina on viihtyvyyden paraneminen ja tilan olosuhdeseurannan helpottuminen. Kosteusmittauksilla voidaan seurata rakennuksen toimintaa ja toteuttaa ennakoivaa huoltoa rakenteiden kunnossapidon ylläpitämiseksi. [10.]

Huolto- ja kunnossapitotoiminta voidaan hoitaa keskitetysti yhdestä paikasta, mikä vähentää merkittävästi kustannuksia. Hälytyksiin voidaan reagoida myös etäyhteyden kautta, mikä voi olla riittävä korjaava toimenpide.

## Hälytykset ja niiden käsittely

Kiinteistöjen ja rakennusten hälytykset kiinnitetään usein rakennusautomaatiojärjestelmään. Hälytysohjelmisto tarkastaa tietyin väliajoin uudet hälytykset palvelimelta, johon ne tallentuvat automaattisesti. Uudet ilmoitukset tulostuvat ilmoitustaululle, josta operaattori suorittaa toimenpiteensä. Hälytyshistoria tallentuu myöhempää raportointia tai analysointia varten lokitietoihin, joista se voidaan ajaa ulos eri tiedostomuodoissa. Hälytyksien luokka määräytyy aina järjestelmästä, mutta se voidaan jakaa eri osiin kiireellisyuden perusteella.

Hälytykset voidaan jaotella kahdella eri tavalla. Kiireellisyuden perusteella jaetut hälytykset ovat seuraavat:

- A-luokan hälytykset ovat turvallisuushälytyksiä. Näitä ovat esimerkiksi palo-, rikos- ja hissihälytykset.

- B-luokan hälytykset ovat yleensä kiireellisiä hälytyksiä, kuten esimerkiksi jäähdytyskoneiden ja kylmiöiden viat.
- C-luokan hälytykset ovat kiireettömiä hälytyksiä. Yleensä näitä ovat prosessien ja erillispisteiden hälytykset.
- D-luokan hälytykset ovat yleisiä huoltohälytyksiä, jotka ovat esimerkiksi muistutuksia käyttötuntimääriin perustuvista huoltokäynneistä.

[12.]

Toinen tapa jakaa hälytykset on niiden jakaminen hälytysten lähteiden mukaan:

- Järjestelmän sisäiset hälytykset. Nämä kattavat rakennusautomaatiojärjestelmän omaan toimintaan liittyvät viat, kuten esimerkiksi anturiviat ja kommunikaatioviat järjestelmän eri osien välillä.
- LVI-prosessihälytykset. Näihin kuuluvat mittausten raja-arvohälytykset sekä koneiden ristiriitahälytykset.
- Erillisjärjestelmien hälytykset ovat erillisten sähkö- ja LVI-järjestelmien yksittäisiä hälytyksiä. Näistä esimerkkejä ovat sähkökatkoshälytykset sekä erilaiset turva- sekä huoltohälytykset.

[12.]

### 3 Niagara-rakennusautomaatiojärjestelmä ja hälytysvalvonta Caverionilla

Niagara Framework

Niagara on Tridiumin kehittämä selainpohjainen automaatiojärjestelmä kiinteistöautomaation ja energianhallinnan käyttöön. Niagara on yhteensopiva moneen erilliseen talotekniseen järjestelmään, jolloin integraatio on helppo rakentaa. Avoin liitäntärajapinta mahdollistaa tiedonsiirron ja erilaisten laitteiden integroimisen samaan järjestelmään. Niagaran ohjelmisto pyörii Java-pohjaisen alustan päällä, jossa on web-pohjainen hallittavuus. Ethernetin yli kytkettynä selainpohjaisena automaatiojärjestelmänä kohteiden reaaliaikaista seuranta voidaan tehdä mistä vain. Esimerkiksi valvomokeskuksessa tilannekuva korjaus- tai häiriötilanteissa voidaan tehdä etäyhteyden kautta. [2.]

Caverion on siirtynyt uuteen rakennusautomaatiojärjestelmään, mikä mahdollistaa laajemman käytettävyyden valaistuksessa, pysäköinninohjauksessa, asuntopuolen taloteknisissä ongelmassa ja hisseissä. Etuna aiempaan järjestelmään on standardoidut

piirrosmerkit, jolloin myös hälytystiedon analysointi helpottuu vakioidun tietokannan kautta. Niagara Framework on yhteensopiva useimmille protokollille, kuten Bacnet, Modbus, KNX, M-Bus, Dali, Lon, OPC ja oBIX. [2.]

### Niagara Workplace AX

Caverionin käytössä oleva Niagara AX on avoin, Java-pohjainen kehys, jonka avulla voi yhdistää lähes minkä tahansa sulautetun laitteen tai järjestelmän riippumatta valmistajasta tai viestintäprotokollasta. Niagara AX sisältää graafisen työkalupakin, jonka avulla voi rakentaa monenlaisia sovelluksia ja hallita tietokantoja. Verkko koostuu JACE-väyläsäätimistä, jotka pystyvät kommunikoimaan eri laitevalmistajien kanssa. Reaaliaikainen monitorointi, datan hallinta ja käsittely sekä komentotoiminnot ovat Niagaran ominaisuuksia. Workplace AX soveltuu myös hälytysten käsittelyyn, trendien ja datalokien muodostamiseen sekä aikataulutettuihin toimintoihin. [8.]

### Caverionin hälytysvalvonta

Caverionilla on käytössä keskitetty kiinteistövalvomo, josta hoidetaan automaatiohälytysten valvontaa ja analysointia. Valvomopumppu käy ympärivuorokautisesti läpi vuoden kiinteistökannan ylläpidon turvaamiseksi. Liitettynä on yhteensä noin 4000 kiinteistöä ympäri Suomea. Valvomon kautta johdetaan energiaraportointia ja automaatioon liittyviä konsultointitöitä. Käytön perusteena on jatkuva reaaliaikainen seuranta ja etäkäyttömahdollisuus. [9.]

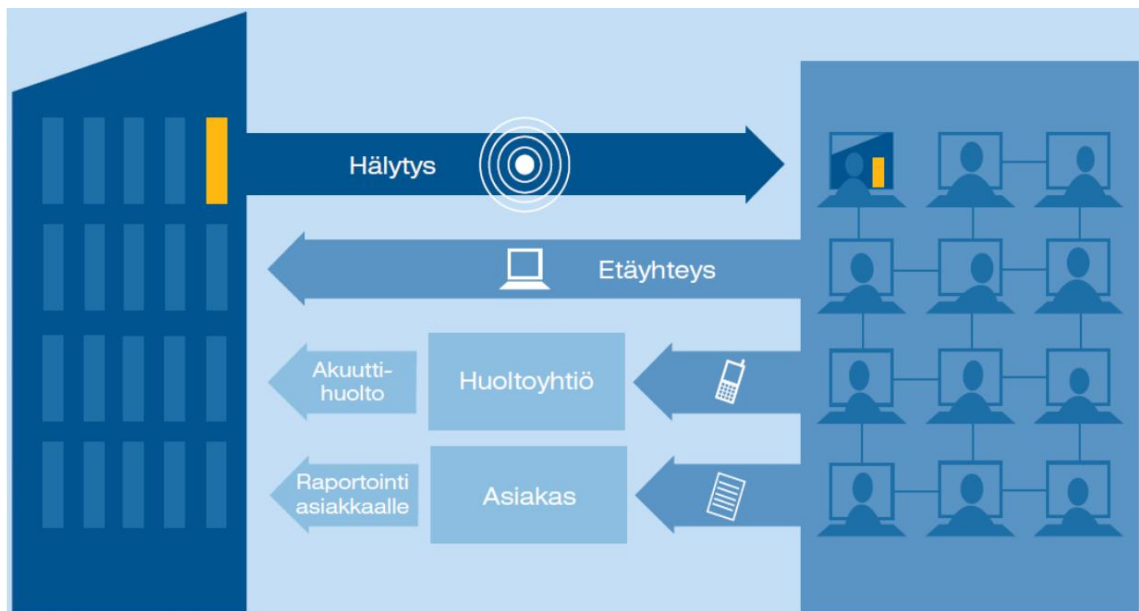
Hälytysvalvonnan toiminta perustuu selainpohjaiseen verkkoympäristöön, jossa kiinteistössä syntynyt hälytys siirtyy alakeskuksesta internetin välityksellä valvomoon. Valvomossa tunnistetaan hälytysposition ja -tiedon avulla (kuva 3) vian syy ja ongelmaan pyritään vaikuttamaan tarpeen mukaan.

Hälytyspiste:	G301IMS15_19	Hälytysaika:	30-Aug-18 9:44:05 PM EEST	Palannut normaaliin: -	Tila:
Hälytys / Kuittaamaton	Prioriteetti:	1	Hälytysluokka:	LVIkiire	Kuvaus:
Tuloilmamääräsäätimen raja-arvohälytys					

Kuva 3. Esimerkkihälytys: tuloilmamääräsäätimen raja-arvohälytys.

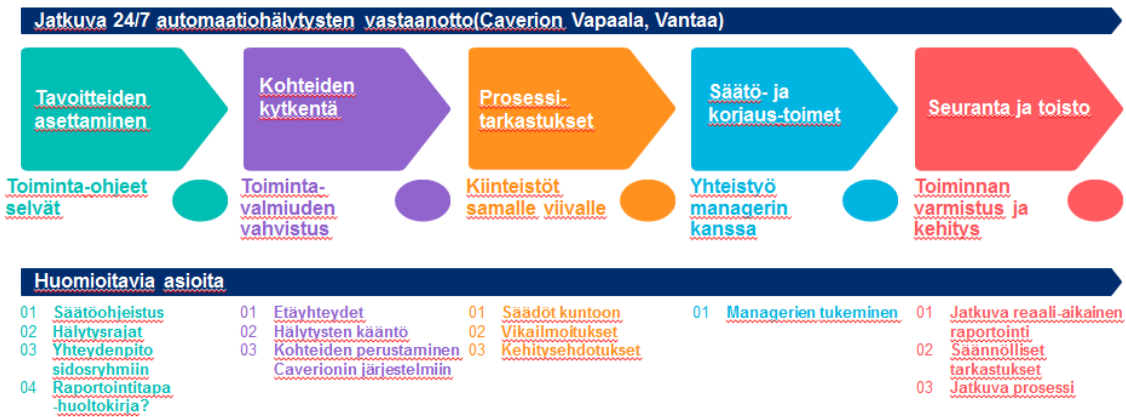
Hälytyksiä tulee kiireellisinä ajankohtina tuhansia päivässä, mikä lisää operaattorin työtä merkittävästi. Ruuhkautuminen voi johtua sään äärioloista, kuten helteestä tai kovista pakkasista. Tällöin raja-arvohälytyksiä ilmenee runsaasti. Ongelmiin pyritään vaikuttamaan säätötoimenpiteillä.

Valvomo saa hälytykset reaaliaikaisena, minkä pohjalta operaattori ohjaa korjaustoimenpiteitä eteenpäin. Mikäli ongelma vaatii akuuttia huoltoa, huoltoyhtiö käy katsastamassa tilanteen sopimuksen mukaan. Operaattori voi tehdä vaadittavia toimenpiteitä myös etäyhteyden kautta Niagaran web-käyttöliittymällä. Myös asiakkaita tiedotetaan ilmenneistä hälytyksistä tai toimenpiteistä raportein. Caverion tarjoaa asiakkailleen mahdollisuutta oman kiinteistön teknisten laitteiden ja historiatietokannan seurantaan omalla sovelluksellaan. [9.]



Kuva 4. Hälytysjärjestelmän toiminta [9].

Kiinteistötason automaatiojärjestelmän etätarkastuksia tehdään vuositasolla useampia aina sopimuksen mukaan, esimerkiksi kerran kuukaudessa. Tarkastuksissa käydään läpi kiinteistön energiahallintaa ja toimintavarmuutta koskevia asioita. Asetuksien ja aikaohjelmien käyttötarkoitus testataan toimiviksi. Laitteistot tarkistetaan viallisista antureista ja toimilaitteista ja hälytysraportit varmistetaan, jotta voimassa olevia häiriöilmoituksia ei ole. Tarkistuksia tehdään ennakoivan kunnossapidon periaatteella lisäen automaatiojärjestelmän toimintavarmuutta ja sitä kautta kustannussäästöjä. [9]



Kuva 5. Rakennusautomaatiojärjestelmän ylösajosuunnitelma [9].

Kiinteistönvalvonta on eräänlainen prosessi, jossa toimitaan aina ohjeiden mukaisesti. Säättöohjeistuksen noudattaminen on perusta toimivalle hälytysjärjestelmälle. Standardoidut positioinnit takaavat hälytysten laadukkaamman analysoinnin, jolloin häiriöilmoitukset ovat vakioviesteinä helpommin ymmärrettävissä. Uuden Niagara-järjestelmän etuna on toiminta-ohjeiden tarkempi hyödyntäminen mikä vähentää merkittävästi Caverionin valvomo-operaattorin työtä. Uuden kohteen ylösajossa (kuva 5) on tärkeää käyttää yleistä prosessiohjetta yhtenäisen järjestyksen varmistamiseksi.

### Care-hälytysalusta

Caverion käyttää hälytysvalvontaan omaa ohjelmistoaan, joka keskustelee Niagara-rakennusautomaatiojärjestelmän ja tarvittaessa myös muiden RAU-järjestelmien kanssa. Hälytysdata ja toimenpiteet jäävät raportointia varten tietokantaan, josta jälkikäsitteilyn vaatiessa tietokannan dataa voidaan tallentaa esimerkiksi xlsx.-tiedostomuotoon. Järjestelmästä on pääsy etäkäyttöyhteydellä automaatiojärjestelmän verkon eri kiinteistökohteille. Usein hälyttävät pisteet säädetään etäyhteydellä tai korjaustoimenpiteet tehdään paikan päällä mahdollisimman nopeasti.

Ongelmana valvomossa ovat suuret hälytysmäärät, jotka kuormittavat operaattorin toimintaa erityisesti sään ääripäissä. Hälytysrysään on olemassa työkalu, jolla saman position ja hälyttäjän tiedot kootaan tiketiksi. Näin ollen kuormitusta saadaan laskettua ja välittömät hälytykset eivät katoa informaatiomassaan. [9.]

## Säätötoimenpiteet

Rakennusautomaatiojärjestelmän jatkuva kehittäminen, tarkastukset sekä havainnot edistävät järjestelmää energiatehokkaampaan suuntaan. Usein tarkastuksissa havahdutaan esimerkiksi turhaan IV-koneen käyttöön tai liian korkeisiin säätöarvoihin. Myös lämmityspattereiden säätöventtiilit voivat olla lämpöenergiaa vuotavia lähteitä. Pieniä säätöjä tekemällä saadaan energiankulutusta madallettua muun muassa lämmitystarvetta vähentämällä.

## 4 Hälytysaineiston kerääminen ja esiprosessointi

Opinnäytetyön pohjana oli analysoida asuntotuotannon häiriöilmoituskantaa määrättyltä ajanjaksolta. Työ perustui häiriöilmoitusten analysointiin, jossa olennainen tieto saatiin valvomosta Excel-muotoisena hälytyskoosteena. Caverionin valvomokäynnillä käytiin yleisesti läpi myös hälytysjärjestelmän toiminnallisuutta ja käytäntöjä.

Reilun vuoden ajalta kerättyä hälytysdataa (6/2017 – 8/2018) oli operaattorin toimesta suodatettu koskemaan ainoastaan kohteita, joissa oli käytössä uusi Niagara-järjestelmä. Hälytyskooste sisälsi A-prioriteetin ilmoituksia asuntotuotantopuolelta. Hälytyksiä oli kokonaismäärältään noin 21 500 kappaletta, joista vuoden 2017 häiriöt olivat suhteellisen pieni osuus koko tietokannan hälytyksistä. Hälytyksiä tuli yhteensä yhdeksästä eri taloyhtiöstä. [6.]

Tilastoidut ilmoitukset olivat A-luokan hälytyksiä. Caverionin keskusvalvomo saa tämän prioriteetin viestit operaattorille. B-luokan tai sitä alemman prioriteetin hälytykset kuuluvat asuntoyhtiön huoltosopimuksen piiriin ja näistä ei ilmoiteta valvomotasolle [6].

Hälytyshistoria tallentuu Caverionin valvomon Care-palvelimelle, josta se voidaan hakea raporttina ulos. Hälytyksiä voi analysoida itsessään jo Caverionin omalla hälytyssovelluksella.

Aineiston prosessoinnissa käytettiin Excelin omia Chart- ja Table-työkaluja, joiden avulla tietokanta muutettiin analysoitavaan formaattiin. Ennen tiedon analysointia hälytysdataa piti muokata sopivaan muotoon, jotta tietomäärää pystyi operoimaan. Tähän kului melko paljon aikaa. Yksittäisen häiriöilmoituksen tiedot olivat pituudeltaan liian pit-

kiä, mikä pakotti hälytystietojen rajaamisen lyhyemmiksi. Häiriötiedot olivat kuitenkin vakioviestejä, jolloin saman laitteen/vian tunnuksia voitiin yhdistää saman nimen alle. Myös päivämäärät olivat osaltaan eri muodossa ja vaativat yhdistämistä.

Tilastokannasta koottiin aluksi yleiskuva ja rajattiin hälytystiedot kohteittain. Data työstettiin taulukko- ja kaaviomuotoon, jossa saatiin tarvittaessa rajattua tarkasteltava hälytys näkyviin. Myöhemmässä vaiheessa hälytyksen aiheuttajat jaettiin suuruusluokkiin ja rajausta tehtiin muun muassa raja-arvo- ja laitevikahälytyksiin.

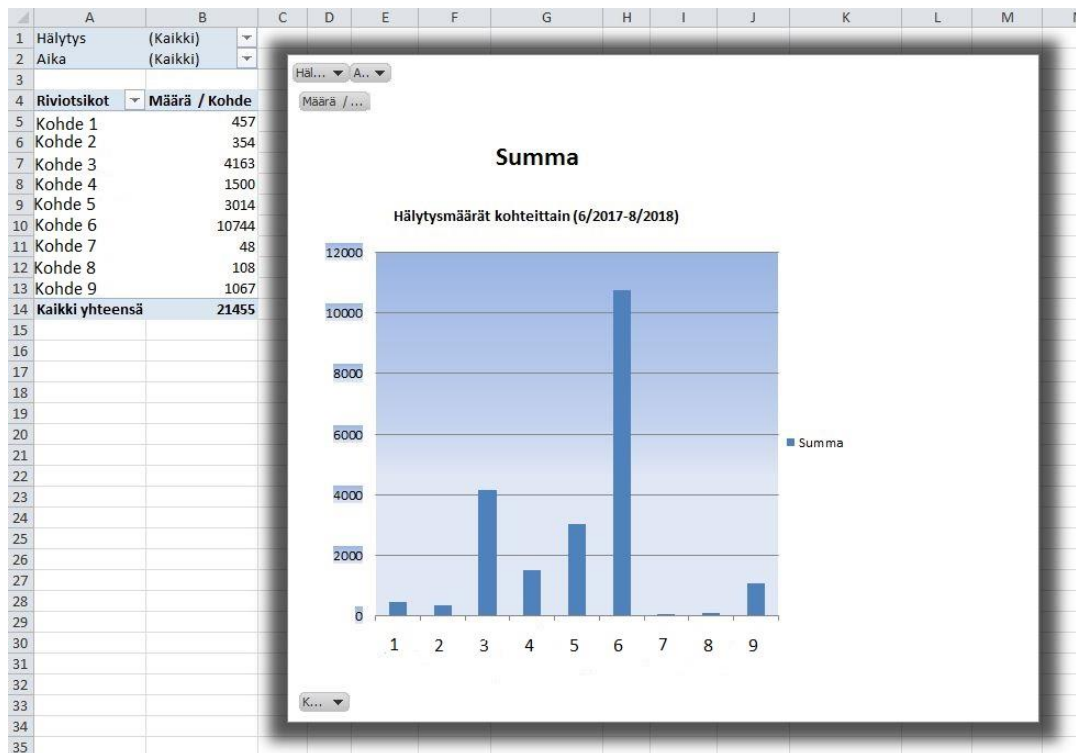
Esiprosessoinnissa käytettiin aikaa Pivotin tutkimiseen sen hyödyntämiseksi. Table-työkalulla muodostettiin havainnollisia taulukoita yhdistämällä useamman attribuutin tietoja keskenään. Työkalun ominaisuuksilla taulukon ulkoasu ja tarkastelualue on helpposti muutettavissa sarakkeita ja vertailtavia arvoja vaihtamalla. Sarakkeiden sisältöä voi rajata haluttuihin otsikoihin, jolloin taulukolla voidaan keskittyä tarkennetusti yhteen muuttujaan.

Työssä käytettiin Chart-työkalua ajallisesti vertailtaviin hälytyksiin. Pivot-työkalulla voidaan tehdä havainnollistavia graafeja kyseistä työkalua käyttäen. Graafin tietoja voidaan rajata haluttuun tarkastelupisteeseen.

## 5 Hälytystiedon analysointi

Hälytyksistä valtaosa on tullut muutamasta kohteesta (kuva 6), jotka ovat selvästi valvomien pääkuormittajia. Hälytysmäärästä suurin osa on kohteesta 6, joka hallitsee hälytyshistoriaa 50 %:n suuruudella koko määrästä. Kohteesta 6 on tullut vuoden aikana reilusti yli 10 000 vikailmoitusta.





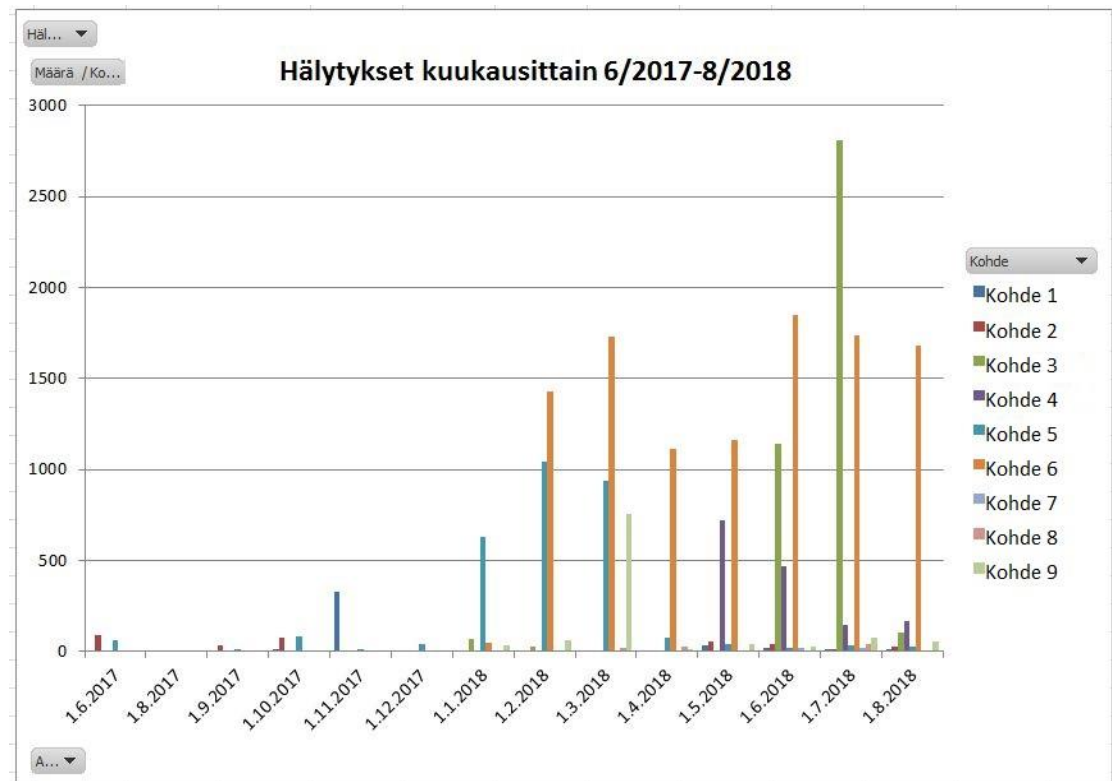
Kuva 6. Hälytysmäärät kohteittain.

Yksittäiset laiteviat ovat valvomon suurimpia kuormitustekijöitä. Kuvasta 6 nähdään, miten muutaman kohteen osuus koko hälytysmäärästä on valtaosa valvomon saapuvasta hälytysinformaatiosta. Taustalla on poistuneita ilmoituksia, mutta myös aktiivisia tai jaksollisesti toistuvia hälytyksiä, joiden korjaus vaatii ohjelmallista säätöä. Syy suu-  
 ralle määrälle vikailmoituksia on yleensä tilapäishäiriöstä tai ohjelmistohäiriöstä. Myös viimeistelyvaiheen rakennustyöt tai muut huoltotoimenpiteet saattavat kuormittaa operaattoria sinällään hyödyttömillä hälytyksillä. Hälytystilastot eivät siis aina kerro nykyhetken kuormittajista, vaan tietoa tulee analysoida ja löytää joukosta aktiivisia hälyttäjiä.

Hälytysmäärät kuukausittain koko tarkasteluajana

Kuvasta on nähtävissä kasvavaa häiriömääräkehitystä verrattuna tarkasteluajankohdan alkuun (kuva 7). Osa alkuvuoden 2018 hälytyksistä on väistynyt, mutta esimerkiksi kohteen 6 hälytysmäärät ovat pysyneet vahvoina jatkaen valvomon kuormittamista. Kaavi-

ossa on nähtävissä aktiivisesti toistuvia sekä hälytysjärjestelmästä poistuneita hälyttäjiä.



Kuva 7. Hälytykset kuukausittain koko tarkasteluajana.

Kaaviosta nähdään muutama kiinteistö, joiden hälytysmäärät poikkeavat muista kohteista. Syy kohteen 6 hälytysmäärään johtuu V1N1-I/O-moduulin laiteviasta, joka on heijastanut toiminnallaan myös erillispuhaltimien ristiriitoin. Yksittäisissä kohteissa on siis ollut selviä piikkejä hälytysmäärissä johtuen hetkellisistä laitevioista/raja-arvohälytyksistä. Nämä korjattavissa olevat juurisyyt tulisi poistaa, sillä ne vaikuttavat kuormittavuudeltaan koko järjestelmään.

#### Suurimmat hälyttäjät

Hälytyslista (kuva 8) voidaan jakaa nykyhetkellä aktiivisiin ja jaksollisesti toistuviin tai ennalta arvaamattomiin hälytyksiin. Ennalta arvaamattomat ja päättyneet hälytykset ovat hetkellisiä ehkä päiviä kestäviä häiriötiloja, jotka ovat syntyneet yksittäisistä laitevioista, säätövirheistä tai huoltotoimenpiteistä. Pureudumme aktiivisiin hälyttäjiin, joiden

hälytysmäärät ovat suuria ja jotka kuormittavat edelleen järjestelmää sekä yksittäisiin laitevikoihin, jotka kuormittavuudellaan hallitsevat operaattorin toimintaa.

Niagara-kohteissa eli tämän työn analyysissä on standardipositio-ohjeella varustettuja kohteita, jolloin saman position alla olevat hälytykset on yhdistetty kohdetiedoista riippumatta samaan kategoriaan. Hälytysanalyysin TOP30-lista (kuva 8) näyttää rakennusautomaatiojärjestelmän eniten hälyttävät laitteet positiotunnuksin.

Määrä / msg	Sarakeotsikot								
Riviotsikot	Kohde 1	Kohde 2	Kohde 3	Kohde 4	Kohde 5	Kohde 6	Kohde 7	Kohde 8	Kohde 9
G301TK01 anturivika			3833						
G311TK01 häiriöhälytys					2725			6	2731
V1N1 yhteys katkennus						1428		2	1430
G324PF01 ristiriita		5		8		1153			1166
G325PF01 ristiriita						1149			1149
G321PF01 ristiriita						1149			1149
G301IMS15_x rajahälytys				778				105	883
H961SL01 ristiriita	2	70			90	501			663
G101TE41 rajahälytys	24	122	108	18	24	209	28	76	633
G201FQ16_1_K/L Yhteys katkennut	328	2			2	40			512
G102TE41 rajahälytys	10	16	22	332	16		5		493
G301TK44 Häilytyksiä						393			393
G301TK44_TE02 anturivika						338			338
G301IMS17_x rajahälytys				195				105	300
G301TE10 rajahälytys	18	33	44	48	55			46	244
G301TK9 Ping Fail						201			201
G301TK9_TZ01 esilämmitys						158			158
G201TE31 rajahälytys		4	4		2	117		5	132
G301TK9_SLP01 ristiriita						109			109
H961SL01_1 ristiriita								108	108
G201P01 kiertovesipumppu seis			81				1	5	87
G301TK4 Ping Fail					4	81			85
G301TK5 Ping Fail					2	82			84
G301TK30 Ping Fail						82			82
G301TK3 Ping Fail					6	69			75

Kuva 8. Hälytyskannan 30 suurinta hälyttäjää.

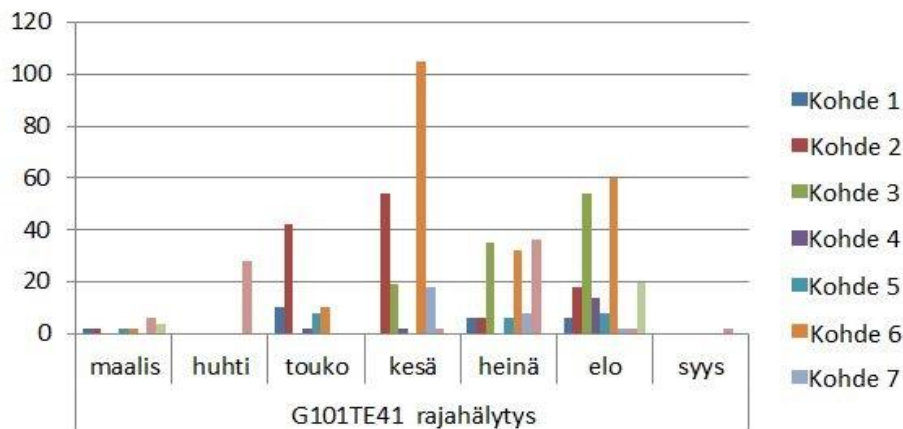
Valtaosa ilmoituksista (kuva 8) syntyy laitevioista, raja-arvohäilytyksistä, yhteysongelmista tai laitteiden väärinkäytöstä. G301TK01 anturivika ja G311TK01 häiriöhälytys ovat listan kärjessä, mutta ne ovat häilytys historian aikajanalla poistuneita kuormittajia eli päätyneitä häilytyksiä. Yksi aktiivisesti häilyttävä häilytila nähdään kohteessa 6, jossa V1N1-I/O-moduuli on edelleen häilytystilassa heijastaen ongelmaa myös saman kohteen kolmeen erillispuhaltimeen. Erillispuhaltimet häilyttävät ohjelmallista ristiriitahäilytystä, kun I/O-moduuli on tilapäisessä vikatilassa. Häilytystila kuormittaa jatkuvasti automaatiojärjestelmää. Jaksollisesti aktiivisia häilytyksiä tulee esimerkiksi sulanpito-kaapelien ohjauksesta, joka talviaikaan häilyttää ristiriitaa. Sulanpitohäilytyksen mahdollinen syy on asukkaan tai huoltohenkilön käsikäyttö, josta syntyy ohjauksen ja tilatiedon välinen ristiriita.

## 6 Hälytystyypit

### 6.1 Raja-arvohälytykset

Raja-arvohälytyksiä syntyy tiettyjen reunaehtojen ylittyessä tai alittuessa. Toiminto on yleensä ohjelmallinen, ja järjestelmä ilmoittaa siitä hälytysviestinä.

Hälytysdatan analysoinnissa paljastui, että jaksollisesti aktiivisia raja-arvohälytyksiä tuli kesäaikaan patteri- ja IV-lämmitysverkoston veden- ja IV-koneen sisäänpuhallusilman lämpötilamittauksista. Ennätyslämpimän kesän 2018 vuoksi verkoston seisovan veden lämpötila on noussut ulkolämpötilan vaikutuksesta raja-arvojen yli ja tämä on aiheuttanut sen, että useasta kohteesta on lähtenyt jatkuvasti häiriöilmoitusta valvomoon. Hälytykset ovat kuormittaneet monena kesäkuukautena (kuva 9) valvomon henkilökuntaa.



Kuva 9. Patteriverkoston menoveden lämpötilamittauksen (G101TE41) raja-arvohälytykset 2018.

Raja-arvohälytyksien määrään olisi mahdollista vaikuttaa hälytysviive- tai hälytysraja-arvojen säädöllä. Tällä hetkellä RAU-järjestelmän hälytysohjelmisto hälyttää kohonneesta ilman/nesteen lämpötilasta turhaan. Ohjelman hälytys olisi hyvä suhteuttaa valitsevaan ulkolämpötilan arvoon, jotta turhat hälytykset jäisivät pois. Jäähdytyksen puuttuessa etenkin tuloilman lämpötilaan ei voi vaikuttaa helteisellä kelillä, kun ilma otetaan pihalta.

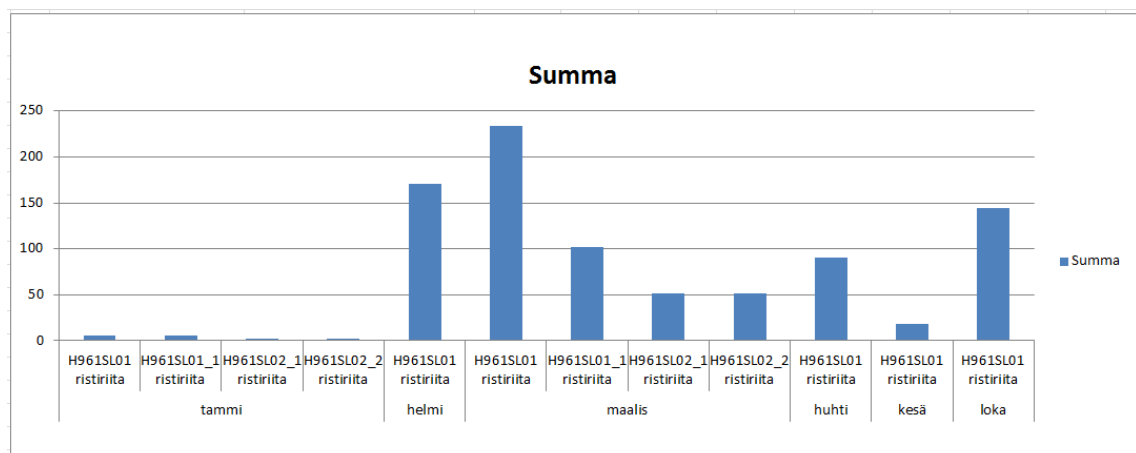
Hellekelin raja-arvomuutoksia vaativat seuraavat hälytykset:

- Patteri- ja IV-lämmitysverkoston menoveden lämpötilahälytys (G101TE41 ja G102TE41)
- Keskitetyn IV-koneen sisäänpuhallusilman lämpötilahälytys (G301TE10)

## 6.2 Ristiriitahälytykset

Ristiriitahälytykset ovat ohjelmallisia hälytystoimintoja. Hälytys voi syntyä ohjaussignaalin ja laitteen käyntitiedon ristiriidasta, jos toinen tilatieto puuttuu. Hälytysdatasta havaittiin ristiriitahälytyksiä sulanpidoista ja erillispuhaltimista.

Kohteen 6 erillispuhaltimien hälytysmäärät olivat yksi suurimmista kuormittajista, ja laitteet vaatisivat korjaustoimenpiteitä. Kyseiseen ongelmaan oli alustavasti jo tehty selvitystyötä, mikä viittasi V1N1-moduulin järjestelmäpäivitykseen ja siitä heijastuvaan I/O-moduulin tempuiluun. Laitevian korjaaminen poistaisi aktiivisen ja raskaan kuormitustekijän.



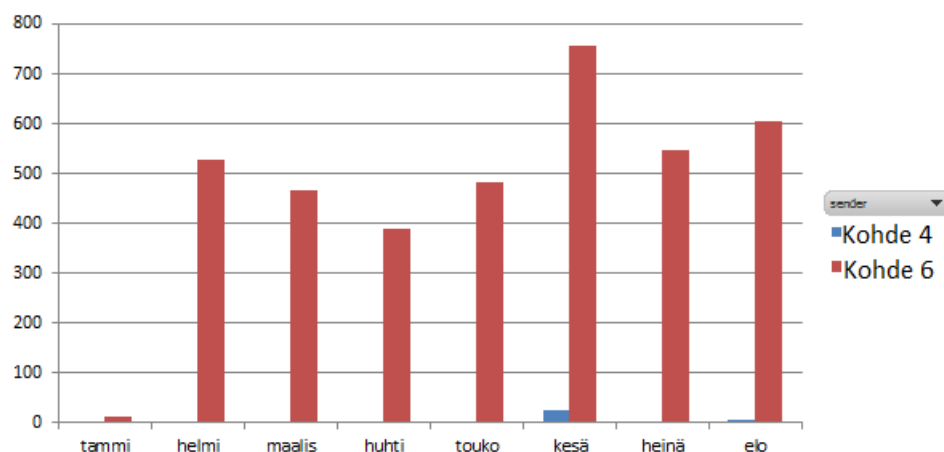
Kuva 10. Saattolämmityshälytyksiä on tullut runsaasti helmi- ja maaliskuun (2018) ajalta.

Kattokaivojen ja räystäiden sulanpito-ohjaukset on tehty rakennusautomaatiojärjestelmän kautta ohjelmallisena termostaattina. Termostaatti ohjaa sulanpidot päälle kun ulkolämpötila on -4 ja +2 asteen välillä. Saatto- ja sulanpitolämmityshälytyksiä on tullut useasta kohteesta pakkaskelien aikaan. Tämä viittaa laitteiden käsikäyttöön, jossa sähkökeskuksen A01-kytkimeen on koskettu ja ohjaus on siirretty automaattikäytöltä

pakko-ohjaukseen tai seis-tilaan. Tämä on aiheuttanut hälytyksiä (kuva 10). Ohjaus ei ole ulkopuolisen huoltohenkilön tai asukkaan säädettävissä eli ohjeistusta tulisi lisätä paikanpäällä ja näin välttää turhat hälytykset. Toiminto voitaisiin merkitä ohjelapuin, joissa kerrotaan automaattisesta ohjauksesta.

### 6.3 Yhteyshälytykset

Yhteyshälytyksiä tulee satunnaisesti yleensä väyläongelmien takia. Valvomoon saapuu paljon yhteyshälytyksiä (kuva 11) esimerkiksi kohteesta 6, jossa on asuntokohtaiset ilmanvaihtokoneet. Palvelin kokeilee määrätyn laitteen saavutettavuutta Modbus RTU-yhteydellä, mutta jos vastausta ei saada aiheutuu Ping Fail-hälytys.



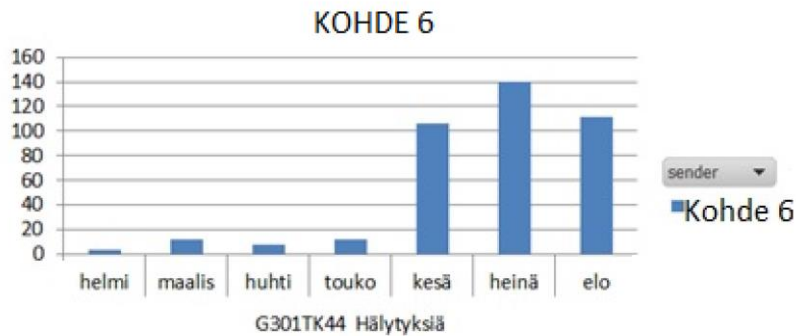
Kuva 11. Ping Fail-yhteyshälytyksiä.

Häiriöilmoituksia on tullut aktiivisesti monesta IV-koneesta. Myös vesimittareiden (G201FG16\_x\_K/L) yhteyksissä on ollut ongelmia.

### 6.4 Yksittäiset hälyttäjät

Yksittäiset laiteviat vaativat yleensä paikallisia korjaustoimenpiteitä, mikä on aina hidastava tekijä hälytystekijän poistamiseksi. Ennalta arvaamattomia hälytyksiä syntyy jatkuvasti ja osa jää kuormittamaan hälytysjärjestelmää (kuva 12). Kuormitustekijä voi

olla alhaisessa korjausprioriteetti luokassa. Hälytyskäsittelyssä olisi varauduttava paremmin jatkuviin ja aktiivisiin hälyttäjiin, joko nopeammalla korjaustoimenpiteellä tai ohjelmallisella maskauksella, mikä asettaa samasta osoitteesta tulevan viestin yhdeksi tiketiksi odottamaan jatkokäsittelyä.



Kuva 12. Hälytyksiä yksittäisistä laitevioista (G301TK44-IV-kone).

Caverionin RAU-hälytysjärjestelmän suurimmat hälyttäjät olivat peräisin yksittäisistä laitteista. Kohteen 3 asuntojen ilmanvaihtokone (G301TK01) on ilmoittanut häiriöstä kesän 2018 aikana vajaat 4000 kertaa. Vianaiheuttaja on valvomoraportin mukaan IV-koneen LTO-hyötyslaskentaan liittyvä ohjelmistovirhe. Laite on mennyt häiriötilaan todennäköisesti kuuman kesäsään sekoittamana. Hyötysuhdetta lasketaan vain, kun LTO on 100 %:n teholla käytössä. Mikäli laitteistossa on ohjelmistovirhe, se on voinut johtua ohjelmiston puutteesta, joka estää laskennan suorittamisen levylämmönsiirtimen ollessa pienemmällä teholla ja näin arvojen heittelystä on syntynyt alarajahälytyksiä. Syynä voi olla myös anturivika. Ilmoitukset ajoittuvat juuri pahimmalle ajanjaksolle kesähelteiden sekaan.

Hälytyspiste:	G301TK01	Hälytysaika:	19-Jul-18 3:51:29 PM EEST	Palannut normaaliin: -	Tila:
Vika / Kuittaamaton	Prioriteetti:	2	Hälytysluokka:	LVIhuolto	Kuvaus:
					Anturin vikahälytys

Kuva 13. IV-koneen anturin vikahälytys (viittaa hyötyslaskentaan).

Kohteen 5 Kerhotilan IV-kone (G311TK01) on hälyttänyt kuittaamattomista hälytyksistä vajaat 3000 kertaa ajalta 10/2017-4/2018. Hälytysmäärät ovat lyhyeen ajanjaksoon nähden merkittävä kuormitustekijä.

Hälytyspiste:	G311TK01	Hälytysaika:	14-Apr-18 3:14:17 AM EEST	Palannut normaaliin: -	Tila:
Hälytys / Kuittaamaton	Prioriteetti:	1	Hälytysluokka:	LVIkiire	Kuvaus: Ilmanvaihtokoneen häiriöhälytys

Kuva 14. Ilmanvaihtokoneen häiriöhälytys.

Kohde 4 on hälyttänyt tulo- ja poistupuolen IMS-säätöpeltien raja-arvoista ajalta 5-8/2018 vajaat 1000 kertaa. Ajanjakso sijoittuu myös kuormitusherkimmälle ajanjaksolle.

Hälytyspiste:	G301IMS15_26	Hälytysaika:	31-Aug-18 12:30:56 AM EEST	Palannut normaaliin: -	Tila:
Hälytys / Kuittaamaton	Prioriteetti:	1	Hälytysluokka:	LVIkiire	Kuvaus: Tuloilmamääräsäätimen raja-arvohälytys

Kuva 15. Tuloilmamääräsäätimen raja-arvohälytys.

Yksittäisillä hälytyksillä on iso rooli hälytysjärjestelmän toimintakuvassa ja ne tuovat kuormittavuudellaan lisäkustannuksia.

## 7 Yhteenveto

Työssä lähdettiin etsimään säännöllisesti toistuvia tai aiheettomia operaattoria kuormittavia hälytyksiä hälytyshistoriaa selaamalla. Osa vikailmoituksista oli jo korjattuja ongelmia, joiden hälytysmäärät olivat suuria ja niihin oli puututtu. Aktiivisia hälyttäjiä löytyi yksittäisistä laitevioista ja sesonkihälyttäjistä.

Kokonaisuudesta voidaan sanoa, että hälytysjärjestelmä on kuormittunut ja suorituskyky voisi olla huomattavasti nykyistä parempi. Hälytysten käsittely vaatii jatkuvaa tarkkailua ja huomioimista sekä aktiivisten hälyttäjien raportointia, jotta seurannaistapahtumat saadaan katkaistua. Kuormitustekijöihin olisi reagoitava nykyistä nopeammin, joko ohjelmallisoin tai fyysisin toimenpitein.

Analyysissä kävi ilmi, että yksittäisten laitevikojen/häiriöiden osuus hälytysjärjestelmän kuormittavuudesta oli merkittävin. Näiden aiheuttamat seurannaistapahtumat kuormittavat operaattorin toimintaa jatkuvalla syötöllä. Lisäksi säännöllisesti toistuvat sesonkihälytykset, jotka ajoittuvat sään ääripäihin, lisäävät operaattoreiden työmäärää ja näin ollen myös kustannuksia.



Analyysin pohjalta esitetyt ongelmakohdat olivat kuluneen vuoden 2018 suurimpia hälyttäjiä ja samalla hyviä esimerkkejä kuormitustekijöistä. Jotta merkityksellinen hälytystieto saadaan paremmin näkyviin, vaaditaan hälytysjärjestelmän toiminta mutkattomammaksi rajaamalla datan määrää ohjelmallisin keinoin sekä päivittämällä toimintatapoja.

### Kehitysehdotukset

Tutkimuksen aikana ja analyysiä tehdessä tuli eteen asioita, jotka vaativat kehitysratkaisuja ja jatkotutkimusta. Kehittämiskohteet liittyivät toimintatapoihin tai järjestelmän prosessin toiminnallisuuksiin.

### Hälytyskäsittelyn suorituskyvyn ylläpito

Suorituskyvyn ylläpitämiseksi tulisi tehdä viikoittaista hälytysanalyysiä ja priorisoida korjaustoimenpiteet kuormittavuuden/kiireellisyyden mukaan. Aktiiviset ja säännölliset hälyttäjät olisi hyvä saada pois kuormittamasta järjestelmää. Katkaisemalla hälytyskierteet, operaattorilla olisi vakaampi yleiskuva hälytysilmoituksista ja merkityksellinen tieto ei jäisi aiheettomien virheilmoitusten alle. Myös opastus ja koulutus ohjelmien käyttöön mahdollistavat hälytyskäsittelyn suorituskyvyn ja kehittämisen paranemisen.

### Automaattisten toimintojen kehittäminen

Tällä hetkellä operaattorin hälytysalustalla ei ole automaattista tikettien luontityökalua, joka tarkoittaa että hälytysmäärien kontrollointi tapahtuu manuaalisesti ja linja on altis hälytysryöpyille, mikäli ongelmiin ei reagoida välittömästi. Manuaalinen hälyttäjän niputtaminen vie aikaa ja suorituskyvyn ylläpito kuormittuu.

Korjaustoimenpiteenä voisi olla automaattinen työkalu, joka tunnistaa säännöllisesti toistuvat hälyttäjät ja yhdistää ne yhdeksi kokonaisuudeksi. Näin esimerkiksi yksittäisen laitevian ilmetessä, ohjelma tunnistaa kuormitustekijän ja asettaa sen ilmoitustaululla aktiivihälyttäjäksi.

### Käyttjäopastus ja sesonkihälytysten maskaus

Kesäajan raja-arvotoiminnot on asetettu alakanttiin. Ilmoituksia tuli kuuman kesäsään aiheuttamana runsaasti muun muassa lämmitysverkoston raja-arvohälytyksien muodossa. Korjaustoimenpiteenä olisi hyvä tehdä päivityksiä ohjelmistorakenteessa joko hälytysviivettä tai raja-arvoa muuttamalla, jotta ilmoitusten määrät saadaan kuriin kuormitusherkimpänä ajankohtana.

Automaatiojärjestelmä toteuttaa sulanpidon ohjaukset, jolloin turha käsikäyttö pitäisi olla kiinteistöittäin merkitty estokyltein. Käsikäyttö aiheuttaa turhia hälytyksiä ja tuo väärinkäytöllä myös energiahäviötä.

## Lähteet

- 1 Tietoa Caverionista. 2018. Verkkodokumentti. Caverion-konserni. <http://caverion.fi/>. Luettu 11.10.2018.
- 2 Caverion Niagara-RAU-järjestelmä. 2018. Verkkodokumentti. Caverion-konserni. <http://caverion.fi/>. Luettu 11.10.2018.
- 3 Caverion automaatio. 2018. Verkkodokumentti. Caverion-konserni. <http://caverion.fi/>. Luettu 11.10.2018.
- 4 Lindroos, Tomi. 2015. Ilmamääräsäädinjärjestelmän käyttöönotto. Opinnäytetyö. Metropolia ammattikorkeakoulu, Automaatiotekniikan koulutusohjelma.
- 5 Karhinen, Emppu. 2013. Rakennusautomaatio LVI-saneerauksessa. Opinnäytetyö. Metropolia ammattikorkeakoulu, Rakennusalan työnjohto.
- 6 Nerg, Veijo. 2018. Rakennusautomaatio-asiantuntija, Caverion Suomi Oy. Valvomokäynti ja keskustelu 10.10.2018.
- 7 Haapamäki, Mika. 2018. Rakennusautomaatiojärjestelmät ja RAU-asentajan opas. Opinnäytetyö. Oulun ammattikorkeakoulu. Sähkö- ja automaatiotekniikka.
- 8 Niagara AX. 2018. Verkkodokumentti. <http://tridium.com>. Luettu 18.10.2018.
- 9 Valvomo-esite. Caverion Suomi Oy. Luettu 10.10.2018.
- 10 Baff. 2005. Rakennusautomaatiolla saavutettavissa olevat hyödyt. Verkkodokumentti. [http://automaatioseura.planeetta.com/index/tiedostot/BAFF\\_%20hyodyt.pdf](http://automaatioseura.planeetta.com/index/tiedostot/BAFF_%20hyodyt.pdf). Luettu 24.10.2018.
- 11 Kohde 3. Rakennusautomaatiosuunnitelmat. Caverion Suomi Oy. Luettu 18.10.2018.
- 12 ST-käsikirja 22, 2008. Luettu 22.10.2018.