

Jaakko Koski

RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMIEN TOIMINNAN JA
YLLÄPIDON TARKASTELU

Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma
2019

RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMIEN TOIMINNAN JA YLLÄPIDON TARKASTELU

Koski, Jaakko
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma
Maaliskuu 2019
Sivumäärä: 39
Liitteitä: 2

Asiasanat: rakennusautomaatio, automaatiojärjestelmät, ylläpito, kiinteistöhoito

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli perehtyä rakennusautomaatiojärjestelmien toimintaan ja ylläpitoon liittyviin asioihin. Opinnäytetyö tehtiin Lempäälän kunnan kiinteistöhuollosta vastaavalle Lekitek Oy:lle, jolle laadittiin listaus huollettavien kohteiden rakennusautomaatiojärjestelmien toiminnasta ja mahdollisista huoltotarpeista.

Opinnäytetyön tietolähteinä käytettiin rakennusautomaatiojärjestelmiin liittyvää kirjallisuutta ja internet-lähteitä, jonka lisäksi järjestelmiä tarkasteltiin kiinteistöissä paikan päällä sekä etävalvomon kautta.

Tuloksena saatiin kattava käsitys rakennusautomaatiojärjestelmien tekniikasta, käytöstä ja niiden ylläpitoon liittyvistä asioista. Työn ohella laadittiin myös listaus Fidelix etävalvomoon liitettyjen automaatiojärjestelmien toiminnasta sekä niiden nykytilasta.

OPERATION AND MAINTENANCE REVIEW OF BUILDING AUTOMATION SYSTEMS

Koski, Jaakko

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in electrical- and automation engineering

March 2019

Number of pages: 39

Appendices: 2

Keywords: building automation, automation systems, maintenance, property management

The purpose of this thesis was to get acquainted with the operation and maintenance of building automation systems. The thesis was made for Lekitek Oy, which is responsible for the property management in buildings owned by the municipality of Lempäälä.

Data used in the thesis was gathered from different books and websites. Additional information was gathered by visiting the estates in person and by using remote-control systems.

A result for this thesis was a better understanding about building automation systems hardware, operation and maintenance. Additionally, the company was given a compiled list about the functionality and condition of building automation systems connected to the Fidelix remote control system.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	RAKENNUSAUTOMAATIO.....	7
2.1	Rakennusautomaation tehtävä ja tavoitteet	7
2.2	Ohjattava talotekniikka.....	7
2.2.1	Lämmitys	8
2.2.2	Ilmanvaihto	9
2.2.3	Erillispisteet	9
3	RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ.....	10
3.1	Rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne.....	10
3.2	Valvomo	11
3.3	Alakeskukset.....	11
3.4	Kenttälaitteet.....	12
3.4.1	Anturit	13
3.4.2	Venttiili- ja peltitoimilaitteet	14
3.4.3	Moottorikäytöt	16
3.5	Kaapelointi ja tiedonsiirtoväylät	17
3.6	Käyttöliittymät	18
3.6.1	Valvomon käyttöliittymä.....	18
4	RAKENNUSAUTOMAATION OHJAUS JA VALVONTA.....	20
4.1	Säädöt	20
4.2	Aikaohjaukset	21
4.3	Hälytykset.....	23
4.4	Mittaus- ja trendiseuranta.....	24
4.5	Kulutusseuranta.....	26
5	RAKENNUSAUTOMAATION HUOLTO JA YLLÄPITO	27
5.1	Henkilöstön koulutus.....	27
5.1.1	Käyttöhenkilöstön peruskoulutus.....	27
5.1.2	Järjestelmätoimittajan käyttökoulutus.....	28
5.2	Järjestelmien vastaanotto ja takuu-aika	28
5.3	Ennakoiva huolto ja ylläpito	29
5.4	Ylläpitosopimukset	31
6	JÄRJESTELMIEN TARKASTELU.....	32
6.1	Esimerkkejä vikatilanteista ja huomioista	33
6.1.1	Lämpimän käyttöveden säätövika.....	33
6.1.2	IV-koneen tuloilmasuodattimen alhainen paine-ero	34
6.1.3	Tiedonsiirtovirhe kiinteistön ja valvomon välillä.....	35
6.2	Yhteenveto huomioista.....	36

7 YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT.....	38
8 LÄHTEET	39
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on perehtyä rakennusautomaatiojärjestelmien toimintaan, käyttöön ja ylläpitoon kiinteistöhuollon näkökulmasta. Työssä tarkastellaan rakennusautomaatiojärjestelmien toimintaa Lempäälän kunnan omistamissa koulu-, päiväkot-, terveyskeskus- ja toimistorakennuksissa, joiden rakennusautomaatiot ovat pääosin toteutettu Fidelixin tai Schneider Electricin TAC ja Atmosstech järjestelmillä. Fidelix etävalvomoon liitettyjen automaatiojärjestelmien toiminnasta tehdään huomio-
listaus, johon kirjataan ylös mahdolliset huoltoa tai muutostarpeita vaativat asiat.

Työn alussa käsitellään lyhyesti rakennusautomaatiojärjestelmiä ja niillä ohjattavia taloteknisiä prosesseja. Seuraavissa luvuissa käsitellään rakennusautomaatiojärjestelmiä, niiden rakenteen ja niihin kuuluvan laitteiston osalta. Luku 4 käsittelee rakennusautomaation ohjaukseen ja valvontaan liittyvää teoriaa. Työn lopussa esitellään ylläpitoon ja huoltoon liittyviä asioita, niin teoriassa kuin myös esimerkkitapausten avulla.

Opinnäytetyö on tehty Lempäälän kuntakonserniin kuuluvalla Lekitek Oy:lle. Yritys tarjoaa palveluita muun muassa kiinteistöhuollon, rakentamisen ja LVIS-töiden aloilla. Asiakaskunnan kiinteistöhuollossa muodostavat yksityiset taloyhtiöt sekä Lempäälän kunta. Kiinteistöhuollon perustehtävien lisäksi huoltopalveluihin sisältyy keskeisesti myös rakennusautomaation käyttö ja ylläpito huollettavissa kohteissa. Kiinteistöhuoltopalveluiden alaisuudessa toimii tällä hetkellä noin 15 henkilöä. (Lekitek www-sivut 2019)

2 RAKENNUSAUTOMAATIO

2.1 Rakennusautomaation tehtävä ja tavoitteet

Rakennusten energiatehokkuuteen kiinnitetään nykypäivänä yhä enemmän huomiota erilaisten viranomaismääräysten ja tiukentuneen ympäristöpolitiikan johdosta. Rakennusautomaatio on avainasemassa näiden energiatehokkuustavoitteiden parantamisessa. Automaation tehtävänä on säädellä ja valvoa kiinteistön talotekniikan toimintaa siten, että kiinteistön tavoitellut työskentelyolosuhteet ja käyttäjien viihtyvyys saavutetaan mahdollisimman vähäisellä energiankulutuksella. (ST 17 2012, 223.) Tehokkaasti toimiva rakennusautomaatiojärjestelmä vaatii kuitenkin säännöllistä valvontaa ja ylläpitoa.

Rakennusautomaatioinvestoinneille voidaan usein määritellä seuraavat keskeiset tavoitteet:

- Toteuttaa prosessien säädöt ja ohjaukset suunnitelman mukaisella tavalla
- Taloteknisten toimintojen valvominen hälytyksin ja mittauksin
- Kulutus-, energiatehokkuus- ja tilastomateriaalin tuottaminen kiinteistön toiminnallisen ja energiatehokkaan ylläpidon tukemiseksi
- Tarjota kiinteistön ylläpitäjälle selkeä ja helppokäyttöinen käyttöliittymä päivittäiseen käyttöön

(ST 17 2012, 49.)

2.2 Ohjattava talotekniikka

Rakennusautomaatiolla ohjattava talotekniikka liittyy vahvasti LVI-prosesseihin, jotka voidaan jakaa karkeasti joko lämmitykseen tai ilmanvaihtoon. Lämmityksen ohella automaatioon voi olla liitetty myös kylmätekniikkaa vedenjäähdytyskoneiden muodossa. LVI-prosessien tai jäähdytyksen lisäksi automaatiolla ohjataan myös paljon yksittäisiä toimintoja, jolloin puhutaan yleensä erillispisteohjauksista.

2.2.1 Lämmitys

Kiinteistöjen lämmitykseen tarvittava lämpöenergia saadaan esimerkiksi kaukolämmöstä tai tuottamalla se erilaisilla lämmityskattilaratkaisuilla. Tuotettu lämpöenergia siirretään lämmönsiirtimien ja automaatiolla ohjattujen venttiilien avulla lämpimään käyttöveteen tai vesikiertoisiin lämmönsiirtoverkostoihin ja sitä kautta lämmityspattereihin. Veden kierrätys verkostoissa tapahtuu kiertovesipumppujen avulla. Lämmitysjärjestelmien tekniikka ja automaatioon liitetyt toimilaitteet on keskitetty pääosin kiinteistön lämmönjakotiloihin (kuva 1).



Kuva 1. Lämmönjakuhuoneen tekniikkaa.

2.2.2 Ilmanvaihto

Ilmanvaihdon tehtävä on poistaa sisäilman epäpuhtauksia ja tuoda tiloihin puhdasta ilmaa. Ilmanvaihto perustuu puhaltimien avulla synnytettyihin paine-eroihin ja ilmavirtoihin, joita ohjataan ilmanvaihtokanavien sekä peltien avulla tarvittaviin tiloihin. Rakennusautomaatioon liitetyt IV-koneet hoitavat tavallisesti sekä tulo- että poistoilman ohjauksen, jolloin ne on varusteltu myös lämmöntalteenottojärjestelmällä. Keskitetyn tulo- ja poistoilmanvaihdon lisäksi voidaan käyttää myös yksittäisiä poistopuhaltimia sekä kiertoilma- ja oviverhokojeita. Tuloilman lämpötilan säätelyä varten IV-koneet on liitetty lämmitys- ja jäähdytysverkostoihin tai niissä on itsessään jokin lämmitys- tai jäähdytysratkaisu. IMS- eli ilmamääräsäätöisissä järjestelmissä ilmanvaihtoa voidaan ohjata myös tilakohtaisesti, lämpötilan tai ilmanlaadun perusteella. Suuret IV-koneet ja niiden toimilaitteet on tavallisesti keskitetty kiinteistön IV-konehuoneisiin, tai pakettikoneiden muodossa eri puolille kiinteistöä.

2.2.3 Erillispisteet

Rakennusautomaatioon liitetään LVI-prosessien ohella paljon muitakin yksittäisiä ohjauksia, mittauksia, tilatietoja tai hälytyksiä, tällöin puhutaan tavallisesti erillispisteohjauksista. Erillispisteiksi voidaan luokitella esimerkiksi valaistuksen ohjaus, kulunvalvonta, ovien lukitukset, paloilmoinjärjestelmät, vuotohälytykset, autolämmityspistorasioiden ohjaus tai jotkin muut yksittäisten laitteiden ohjaukset. Käyttöliittymässä erillispisteohjaukset kootaan usein samalle sivulle niiden yksinkertaisen esitystavan takia.

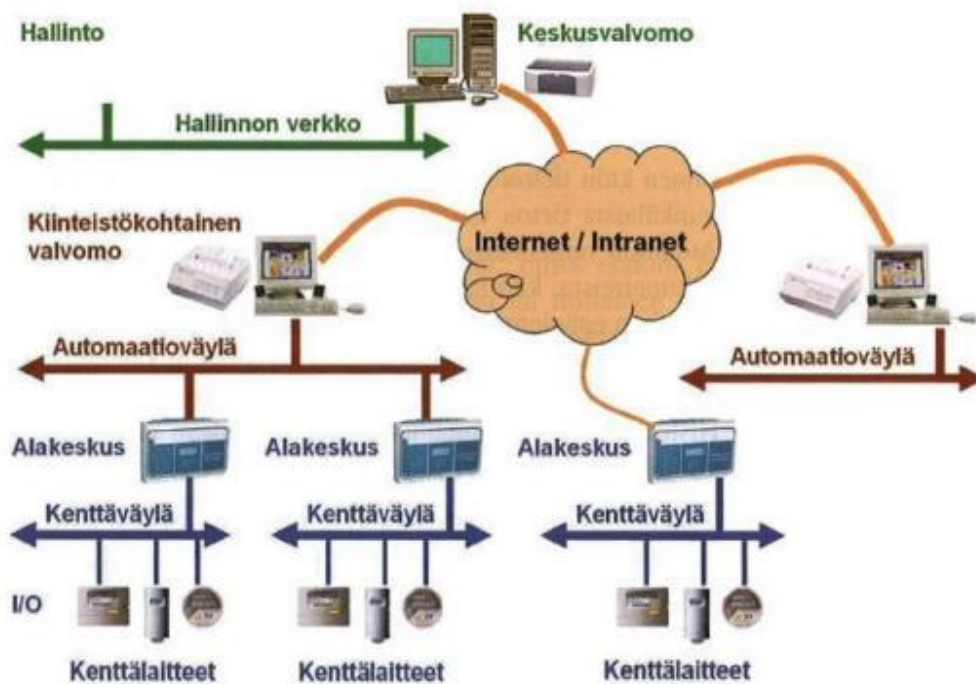
3 RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ

3.1 Rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne

Rakennusautomaatiojärjestelmän hierarkkinen rakenne muodostuu tavallisesti kolmesta päätasosta, jotka on lueteltu alla, tasot ja niihin kuuluvat laitteet on esitelty luvuissa 3.2 – 3.5.

- Hallintotaso (Valvomo), johon kuuluvat paikallis- ja etävalvomot
- Automaatitaso (Alakeskukset), johon kuuluvat I/O-moduuleista koostuvat alakeskukset
- Kenttätaso (Kenttälaitteet), johon kuuluvat erilaiset kenttälaitteet, sekä itsenäiset huoneisiin tai laitteisiin integroidut säätimet

(ST 17 2012, 93.)



Kuva 2. Rakennusautomaatiojärjestelmän hierarkkinen rakenne. (ST 22 2017, 12.)

3.2 Valvomo

Valvomon tehtävä on toimia järjestelmän ja käyttäjän välisenä rajapintana, jonka avulla pystytään valvomaan ja ohjaamaan rakennusautomaatiojärjestelmien toimintaa. Käytännössä valvomo on yhden tai useamman PC:n muodostama kokonaisuus, joka sijaitsee joko itse valvottavassa kiinteistössä tai erillisessä etävalvomossa. (ST 17 2012, 93.) Valvomojärjestelmän käyttöliittymää on kuvailtu tarkemmin luvussa 3.6.1.

Rakennusautomaatiossa ovat viime vuosina yleistyneet erilaiset pilvi- ja selainpohjaiset valvomoratkaisut. Käyttäjien omistamat fyysiset valvomo PC:t ovat korvautuneet järjestelmätoimittajien pilvivalvomo ja selainpohjaisilla ratkaisuilla, joihin pääsee kirjautumaan helposti verkkoselaimen kautta etänä. Nämä ratkaisut helpottavat rakennusautomaatiojärjestelmien ohjausta ja valvontaa, etenkin jos valvottavia kohteita on useita. Huoltohenkilö voi parhaimmillaan seurata kaikkien huoltokohteidensa automaatiojärjestelmiä yhdellä kirjautumisella järjestelmään, eikä hänen tarvitse olla fyysisesti järjestelmän käyttöpaikalla. Suurten kiinteistöomistajien kuten kaupunkien ja kuntien rakennusautomaatiojärjestelmät on usein koottu tällaisiin etävalvomoihin.

3.3 Alakeskukset

Alakeskuksien eli valvonta-alakeskuksien (VAK) tehtävänä on ohjata kenttälaitetasolla tapahtuvia automaatioprosesseja ja mittauksia. Keskuksien toimintaa ohjaavat CPU-yksiköt, jotka sisältävät itse prosesseja ohjaavat ohjelmat. Alakeskukset pystyvät toimimaan tarvittaessa täysin itsenäisesti, esimerkiksi valvomossa tapahtuva käyttökatko ei vaikuta suoraan alakeskusten toimintaan, joten prosessien säätö sekä ohjaus jatkuvat vikatilanteissakin normaalisti. (ST 17 2012, 96.) Kenttälaitetasolla tapahtuvien prosessien ohjaus ja mittaustietojen saanti tapahtuu keskuksessa olevien I/O-moduulien kautta. Tyypillisiä rakennusautomaatiossa käytettäviä moduulityyppejä ovat:

- DI-moduuli (digital input) hälytyksien ja tilatietojen valvontaan
- DO-moduuli (digital output) suorien on/off ohjauksien toteutukseen
- AI-moduuli (analog input) antureille ja mittauksille

- AO-moduuli (analog output) portaattomille ohjauksille, esimerkiksi venttiili- ja peltitoimilaitteille

(ST 17 2012, 104-107.)



Kuva 3. Graafisella käyttöliittymällä varustettu valvonta-alakeskus.

3.4 Kenttälaitteet

Kenttälaitteilla tarkoitetaan erilaisista antureista ja toimilaitteista muodostuvaa kokonaisuutta. Siihen voi liittyä myös hajautettua I/O:a itsenäisten moduulien ja ohjainkorttien muodossa, esimerkiksi pakettikoneissa, taajuusmuuttajissa tai murto- ja paloilmotinkeskuksissa. Kenttälaitetason antureiden tehtävä on välittää tietoa prosessien ja olosuhteiden mittauksista alakeskuksille, jonka perusteella keskuksset voivat ohjata

prosesseja säätäviä toimilaitteita. (ST 17 2012, 95.) Seuraavaksi on esitelty kenttälaite-tason yleisimpiä laitteita ja komponentteja.

3.4.1 Anturit

Rakennusautomaatiojärjestelmissä yleisimmin käytetty anturi mittaa lämpötilaa. Lämpötila-anturit voidaan jakaa NTC- ja PTC-tyyppisiin antureihin, riippuen siitä kasvaako tai pienentyykö anturin mittauselementin resistanssi lämpötilan muuttuessa. Rakennusautomaatiossa tyypillisesti käytettäviä malleja ovat Pt100- Pt1000, Ni1000- , NTC10k- ja NTC20k-anturit. Sopiva anturi tulisi aina valita käyttötarkoituksen mukaan. Valintaan vaikuttaa muun muassa: lämpötila-alue, mitattava väliaine, toiminta- nopeus, asennuspaikka, paineen kesto tai koteloinnin suojausluokka. (ST 17 2012, 115.)



Kuva 4. Patteriverkoston paluuveden lämpötilaa mittaava anturi.

Paine- ja paine-eroanturit ovat toinen rakennusautomaatiossa yleisesti käytetty anturi-tyyppi. Nesteverkostojen ja IV-kanavistojen paineiden mittaus on lisääntynyt raken- nusautomaatiojärjestelmissä viime vuosien aikana entisestään. Aiemmin LVI- prosessien paineita saatettiin mitata painekeytkimien avulla vain yhdessä kytkentäpis- teessä, mutta nykyään ne on korvattu monipuolisemmilla, tarkkoja arvoja mittaavilla

antureilla. Erilaisten raja-arvojen laskenta voidaan näin ollen toteuttaa alakeskuksissa ohjelmallisesti ja monipuolisemmin. (ST 17 2012, 117.)

Lämpötila- ja paine-eroa mittaavien antureiden lisäksi muita rakennusautomaatiossa käytettäviä antureita ovat esimerkiksi:

- Kaasuanturit ilmanlaadun tai hiilidioksidipitoisuuksien mittaukseen ilmanvaihdossa ja IMS-järjestelmissä
- Valoisuusanturit ulkovalaistuksen ohjauksessa
- Lämpöanturit tilojen valaistuksen tai tilojen olosuhteiden säädössä
- Vesivuotoanturit, kondenssivesien tai vesivuotojen havaitsemisessa
- Vesi- ja sähkömittarit kulutusten seurannassa

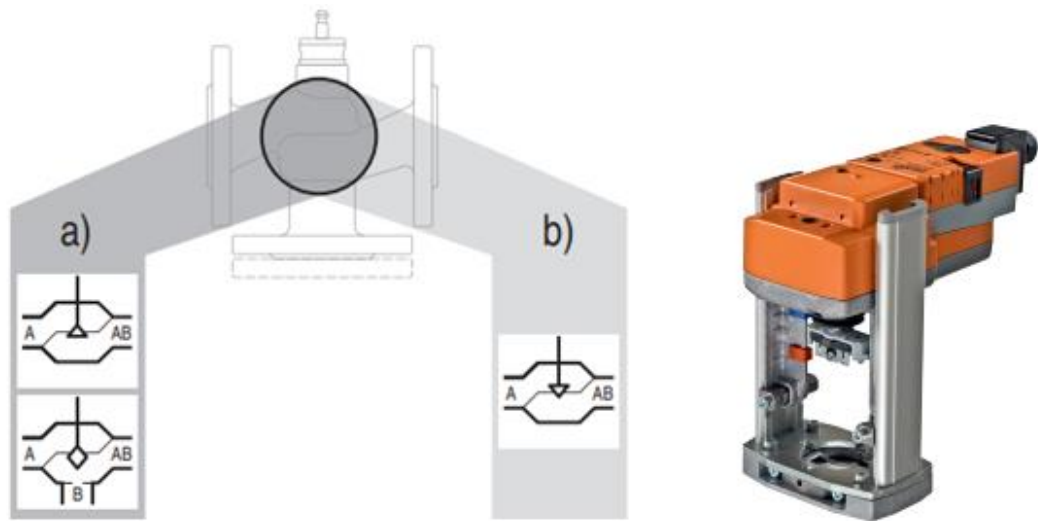
(ST 17 2012, 118-120.)

3.4.2 Venttiili- ja peltitoimilaitteet

Toimilaitteet jaetaan niiden käyttötarkoituksen mukaan joko ilma- tai nesteverkkoja sääteleviin venttiilitoimilaitteisiin. Laitteet on tavallisesti varustettu vaihteistollisilla AC/DC-moottoreilla tai askelmoottoreilla, joiden käyttöjännitteenä on 24 V DC tai 230 V AC. Harvinaisempia ja kalliimpia vaihtoehtoja ovat myös sähköhydrauliset ja magneetilla toimivat toimilaitteet. Ohjaustapoina voidaan käyttää joko kaksiasentoista ohjausta (on/off) tai suhteellista eli portaatonta ohjausta. (ST 17 2012, 123-124.)

Nesteverkkoja säätelevien venttiilitoimilaitteiden toiminta perustuu venttiilikaran lineaariseen tai kiertyvään säätöön, jolla vaikutetaan venttiilin läpi virtaavan nesteen määrään. Kuvassa 5 on nähtävillä tavallisen istukkaventtiilin poikkileikkaus ja sitä ohjaava toimilaite. Venttiilin koosta riippuen toimilaitteiden iskunpituus vaihtelee tyypillisesti istukkaventtiileissä 2,5 mm – 40 mm välillä ja kiertyväkaraisissa pallo- tai läppäventtiileissä 0 – 90 asteen välillä. Ajoajat ovat normaalisti 30 – 120 sekunnin välillä. Turvallisuusominaisuutena laitteet voi olla varustettu jousipalautuksella, jolloin venttiili sulkeutuu automaattisesti ohjausviestin katketessa.

Toimilaitteen ohjaama säätöventtiili on yleensä tyypiltään istukkaventtiili, niissä virtauksen määrää säädellään karaan kiinnitetyn istukan ja lautasen väliä muuttamalla. Muita käytettyjä venttiilityyppejä ovat esimerkiksi tasaisten virtausominaisuuksien palloventtiilit, sekä on/off-ohjauksiin soveltuvat magneettiventtiilit. (ST 17 2012, 124-125.)



Kuva 5. Vasemmalla 2- tai 3-tieventtiilin yksinkertaistettu poikkileikkaus ja oikealla venttiilin ohjaukseen käytettävä toimilaitte. (Belimo www-sivut)

Ilmanvaihdon yhteydessä käytettäviä peltitoimilaitteita ja palopeltejä käytetään säätämään IV-kanavissa liikkuvia ilmavirtoja ohjaamalla kanavissa olevia peltejä tarvittava määrä auki tai kiinni. Peltitoimilaitteen valintaan vaikuttaa muuan muassa toimilaitteelta vaadittava vääntömomenti, joka on tyypillisesti 5 Nm – 40 Nm väliltä. Peltitoimilaitteiden ajoajat ovat venttiilitoimilaitteita hitaampia, tyypillisesti noin 2 – 3 minuutin luokkaa. IMS eli ilmamääräsäätöisissä järjestelmissä käytetään niin sanottua kompaktisäädintä, joka koostuu pellen toimilaitteesta, paine-ero lähettimestä ja säädinyksiköstä. (ST 17 2012, 126.)



Kuva 6. Ilmanvaihtokanaviin asennettavia ilmavirtasäätimiä. (Swegon [www-sivut](http://www.swegon.com))

3.4.3 Moottorikäytöt

LVI-tekniikan prosesseissa neste- ja ilmavirtoja synnytetään erilaisten pumppujen ja puhaltimien avulla. Pumppuja ja puhaltimia pyörittäviä moottoreita voidaan ohjata suoraan päälle tai pois, mutta usein niiden ohjaus toteutetaan portaattomasti automaatioon liitettyllä taajuusmuuttajalla tai korvaamalla koko ratkaisu EC-moottorilla.

Taajuusmuuttajakäytöt ovat nykypäivänä yleinen ratkaisu oikosulkumoottoreiden ohjauksessa. Suoraan ohjaukseen verrattuna taajuusmuuttajat tarjoavat moottorin monipuolisemman ja tarkemman säädön. Niiden avulla voidaan saavuttaa myös huomattavia energiansäästöjä, joten niihin investointi on usein hyvä ja perusteltu ratkaisu. Rakennusautomaatiolla ohjattavia taajuusmuuttajakäyttöjä löytyy runsaasti esimerkiksi IV-tekniikan puhallinratkaisuista.

Taajuusmuuttajakäyttöjen rinnalle on tullut myös uusi ratkaisu EC-moottoreiden (Electronically commutated D.C. motor) markkinoille tulon myötä. EC-moottorit toimivat tasavirralla ja niitä voidaan ohjata helposti 0 – 10V DC ohjausviestillä sekä standardi väyläliitännöillä. Hyötysuhteeltaan EC-moottori on taajuusmuuttajakäyttöistä oikosulkumoottoria parempi ratkaisu kaikilla kierroslukualueilla, mutta suurin hyöty saavutetaan erityisesti pienissä pyörimisnopeuksissa EC-moottorit eivät ole syrjäyttäneet taajuusmuuttajakäyttöjä vielä kovin laajasti, etenkin suuria yli 5 kW:n

moottoritehoja vaadittaessa. Yleinen sovelluskohde EC-moottoreille on esimerkiksi pakettikoneiden puhaltimet ja jäähdytysjärjestelmien lauhduttimet. (ST 17 2012, 128-132.)



Kuva 7. Rakennusautomaatioon liitettyjä IV-koneiden taajuusmuuttajia.

3.5 Kaapelointi ja tiedonsiirtoväylät

Järjestelmien välisistä eroista johtuen toimilaitteissa ja hajautetussa I/O:ssa käytetyt kaapelointi- sekä väyläratkaisut voivat vaihdella laajasti. Alakeskusten välisissä tiedonsiirroissa on perinteisesti käytetty RS-485 standardia, mutta nykypäivänä yleinen

ratkaisu on Ethernet ja TCP/IP-protokolla. Rakennusautomaatiossa yleisesti käytettyjä kaapelityyppejä sekä väyliä ovat muun muassa:

- Heikkovirtakaapelit: NOMAK, KLMA sekä JAMAK. Antureissa, mittauslähettimissä, indikoinneissa, hälytyksissä sekä 24 VAC käyttöjännitteissä
- Vahvavirtakaapelit: MMJ/MMO, 230 VAC käyttöjännitteellisissä ohjauksissa
- Protokollat ja väylät: LON, Modbus- M-bus, BACnet ja KNX, kenttälaitteiden ja alakeskusten välisissä tiedonsiirroissa

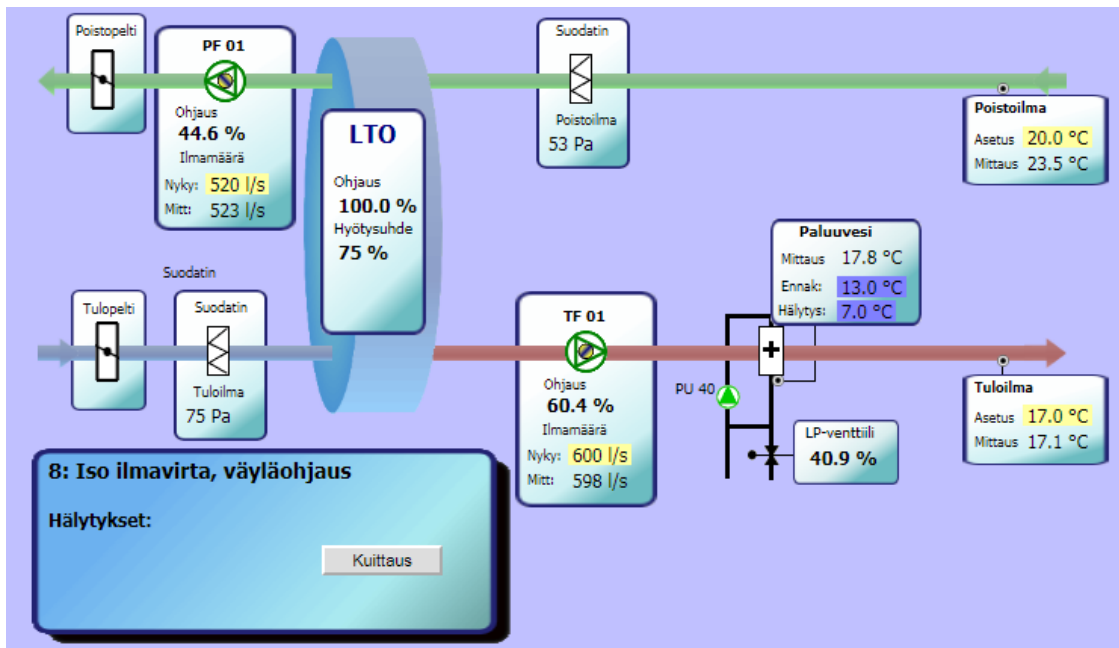
(ST 17 2012, 134-135.)

3.6 Käyttöliittymät

Rakennusautomaatiojärjestelmän käyttöliittymästä tulee usein ensimmäisenä mieleen valvomotason käyttöohjelmisto. Sen kautta käyttäjä pystyy hallitsemaan järjestelmän kaikkia osia sekä prosesseja ja selainpohjaisissa valvomoratkaisuissa myös useampaa kiinteistöä samasta paikasta. Valvomo-ohjelmiston lisäksi erilaisia käyttöliittymiä löytyy myös alakeskuksista sekä yksittäisistä kenttälaitteista kuten taajuusmuuttajista, palo- ja rikosilmoitinkeskuksista tai huonekohtaisista säätimistä. (ST 17 2012, 155.)

3.6.1 Valvomon käyttöliittymä

Valvomojärjestelmien käyttöliittymät rakennetaan yleensä hierarkkisen kaaviorakenteen avulla. Käyttöliittymän aloitussivulla esitetään kartan avulla kaikki automatisoidut kiinteistöt tai vain yksittäinen kiinteistö pohjakuvan kanssa. (ST 22 2017, 49.) Aloitussivulta tai käyttöliittymässä olevien kiinteiden valikkojen kautta käyttäjä siirtyy yksittäisen kiinteistön aloitussivulle tai kiinteistökohtaisiin järjestelmiin. Järjestelmät on tavallisesti jaoteltu vähintään lämmitysprosessiin, ilmanvaihtoon ja erillispisteohjauksiin. Järjestelmäkohtaiset sivut puolestaan sisältävät LVI-tekniikan yhteydessä prosessikaavion tai erillispisteohjauksissa osajärjestelmäkaavioita. Kaavioiden kautta käyttäjä voi seurata prosessien tai laitteiden toimintaa sekä tehdä niiden säätöihin muutoksia itse kaaviosta tai niiden kautta aukeavista asetuksista. Kuvan 8 prosessikaaviossa olevia väreihin korostettuja mittaus- tai asetusarvoja painamalla, käyttäjä voi esimerkiksi muuttaa kyseisiä arvoja tai avata niiden trendiseurannan.



Kuva 8. Ilmanvaihtokoneen prosessikaavionäkymä Fidelix etävalvomossa.

4 RAKENNUSAUTOMAATION OHJAUS JA VALVONTA

Tehokkaasti hyödynnetyllä automaatiojärjestelmällä voidaan parantaa huomattavasti rakennuksen energiatehokkuutta, sekä samalla säilyttää kiinteistön käytölle asetetut tavoiteolosuhteet. Kiinteistöhuollosta vastaavan henkilöstön tulisikin huolehtia etenkin seuraavista asioista:

- Kiinteistön työskentelyolosuhteiden pitäminen ihanteellisena käyttäjille
- Energian- ja vedenkulutuksen seuranta ja niiden optimointi
- Taloteknisten järjestelmien sekä laitteiden huolto ja valvonta
- Kiinteistön ja sen laitteiden suojaus vikatilanteissa mahdollisten vahinkojen minimoimiseksi

(ST 17 2012, 223.)

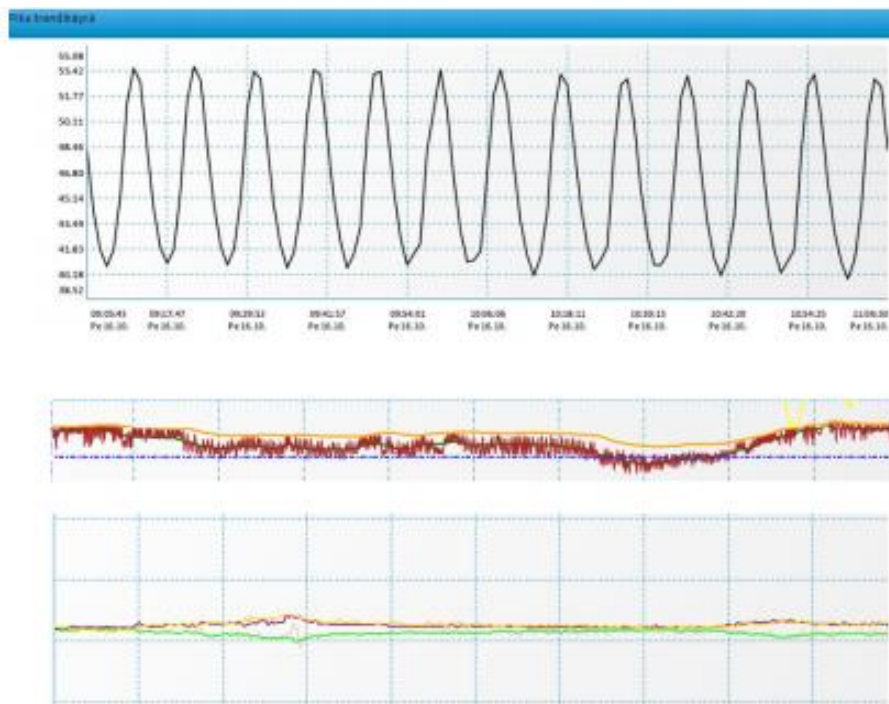
Nykypäivän tiukentunut ympäristöpolitiikka ja rakennusten energiankulutuksen tavoitearvojen tiukentaminen on lisännyt toimivan kiinteistöhuollon roolia entisestään. Rakennusautomaatiojärjestelmillä ja niiden tehokkaalla käytöllä on keskeinen rooli rakennusten energiatehokkuuden parantamisessa. (ST 17 2012, 223.) Tässä luvussa on esitelty rakennusautomaation ohjaukseen ja valvontaan liittyviä oleellisia toimintoja.

4.1 Säädot

Hyvin toteutetuilla LVI-järjestelmien säädöillä on tärkeä merkitys prosessien toimivuuden, rakennuksen energiankulutuksen ja hyvien sisäolosuhteiden luomisen kannalta. Toimivien säätöjen toteuttaminen edellyttää säätötekniikan perusteiden, sekä prosessien säädettävyyteen vaikuttavien tekijöiden tuntemusta. (ST 17 2012, 55.) Aihealueena säätötekniikka on hyvinkin laaja, mutta tässä opinnäytetyössä sitä ei käydä kovin yksityiskohtaisesti läpi.

Säätöpiirien toiminnan seuraaminen liittyy olennaisesti rakennusautomaation ylläpitoon ja valvontaan edellä mainittujen syiden johdosta. Valvomon grafiikat ja trendit ovat kätevä tapa seurata säätöjen toimintaa. Yksittäisen laitteen, esimerkiksi säätöventtiilin toimintaa on helppo seurata trendiseurannan kautta, kun taas prosessikaaviosta voi helposti nähdä kokonaisen prosessin toiminnan ja näin ollen havaita päällekkäiset

toiminnot ja säätötavat. Huonosti toimivat säädöt myös lyhentävät säätöjä tekevien toimilaitteiden käyttöikää lisääntyneen energiankulutuksen ohella. Hyvä esimerkki säätöjen ristiriitaisuudesta olisi, mikäli tilojen lämmitys on toteutettu säädettävillä lämmityspattereilla ja myös ilmanvaihdon tuloilman lämpötilaa säädellään samaan aikaan poistolämpötilan mukaan. Patterien lämmittäessä huone- ja poistoilmaa, ilmastointi voi samalla syöttää tiloihin viileämpää tuloilmaa kompensoidakseen tilannetta. (ST 17 2012, 229.)



Kuva 9. Esimerkkejä hyvin ja huonosti viritetyistä säädöistä. Ylhäältä alas kuvattuna ”Huojuva” eli huonosti viritetty säätö, kohtuullisesti toimiva säätö, sekä hyvin toimiva säätö. (Fidelix esitysmateriaali)

4.2 Aikaohjaukset

Aikaohjelmat ovat yksinkertainen ja helppo tapa ohjata kiinteistön talotekniikkaa ja laitteita haluttuina ajankohtina. Yksinkertaisimmillaan aikaohjelma ohjaa suoraan jonkin laitteen käynnistystä ja pysäytystä tiettyä ajankohtana, kellonajan tai päivämäärän mukaan. Tyypillisiä käyttökohteita tällaisille suorille ohjauksille ovat ilmanvaihto, valaistus tai sähkölukkojen toiminta. Ilmanvaihdon osalta suora ohjaus voidaan toteuttaa myös porrastetusti. IV-koneen ollessa kaksinopeuksinen, se voidaan aikaohjelmassa

määrittää käynnistymään ensin puolella teholla ja vasta sen jälkeen täydellä teholla. Tämä vähentää koneen vaatimaa käynnistysvirtaa ja lisää näin ollen sen käyttöikää. (ST 22 2017, 49.)

Suorien ohjauksien lisäksi aikaohjelmassa voidaan antaa laitteelle tai prosessille käyntilupa. Käyntilupa itsessään ei käynnistä ohjattavaa prosessia, vaan siihen on liitetty myös jokin muu ehto, yleensä jotain olosuhdetta mittaava anturitieto. Esimerkiksi ulkovalaistukselle voidaan määritellä aikaohjelmassa käyntilupa kello 5.00 – 23.00 välillä. Lopullinen valojen syttymiskäskey saadaan kuitenkin vasta valoisuuden alittaessa tietyn raja-arvon. Ilmanvaihdossa tai IMS-järjestelmissä koneen käyntiluvan rinnalla voi puolestaan olla lämpötilaan tai ilmanlaatuun liittyvä mittaustieto. (ST 22 2017, 50.)

Laitteiden ohjauksen ohella aikaohjelmalla pystytään asettamaan hälytyslupia tai niiden estoja. Hyvä esimerkki on kylmä- ja pakastustilojen lämpötilahälytysten esto. Kylmätilojen täysin normaalissa käytössä lämpötilat saattavat muuttua ovien availun takia usealla asteella yli sallittujen hälytysraja-arvojen, tällöin hälytykset kytketään pois normaalina työaikana. Käyttövesimäärän seurantaan voi puolestaan liittää aikaohjatun hälytysluvan yöaikaan vesivahinkojen varalle, kun vedenkäyttöä ei pitäisi olla lainkaan. (ST 22 2017, 50.)

Aikaohjelmat on normaalisti määritelty toistuviksi kiinteistön käytön mukaan, esimerkiksi arkisin kello 6.00 – 18.00. Kiinteistön normaalien käyttöaikojen lisäksi on huomioitava myös poikkeustapaukset, kuten vuosittain toistuvat lomapäivät, arkipyhät tai tilojen iltakäytöt. Ohjelmat on tyypillisesti määritelty jokaiselle laitteelle erikseen, mutta poikkeustapauksille on usein määritelty myös yleinen aikaohjelma, joka voidaan ajaa kerralla läpi kaikkien laitteiden aikaohjelmiin, säästäten aikaa ja vaivaa. (ST 22 2017, 49.)

Aikaohjelmat ovat erittäin tehokas tapa pienentää kiinteistöjen energiankulutusta. Kiinteistöhoitohenkilöstön pitäisikin aina olla perillä tilojen käyttöajoista, jolloin myös aikaohjelmat olisi helppo asetella oikein ja laitteistojen käytön turhat liukumat saataisiin karsittua mahdollisimman tarkasti pois. Esimerkiksi jo yhden tunnin ylimääräinen ilmanvaihdon käyntiaika lisää keskimäärin IV-koneen energiankulutusta noin 10% toimistorakennuksissa. (ST 17 2012, 226-227.)

4.3 Hälytykset

Rakennusautomaatiojärjestelmän tehtävä on ohjata ja valvoa kiinteistöä sekä sen talotekniikan toimintaa ilman ihmisen jatkuvaa päivystystä. Vikatilanteissa sen on kuitenkin pystyttävä hälyttämään huolto- tai päivystyshenkilölle järjestelmässä tai laitteissa ilmenevistä ongelmista sekä niiden vakavuudesta. Hälytykset jaotellaan tavallisesti kiireellisiin tai huoltohälytyksiin, järjestelmissä niitä voidaan myös kutsua yksinkertaistetusti, esimerkiksi A-, B-, C-, tai D-luokan hälytyksinä. Kiireelliset hälytykset vaativat yleensä välittömiä toimenpiteitä, niihin lukeutuvat esimerkiksi palo-, murto- ja hissihälytykset tai IV-koneen jäätymisvaarat sekä lämmitysverkostojen kriittiset hälytykset. Huoltohälytykset voidaan puolestaan hoitaa normaalin työajan aikana. Tällaisia tilanteita voi esimerkiksi olla IV-koneen suodattimien vaihdot, liian korkeat huonelämpötilat tai jotkin muut viat, joka eivät aiheuta välitöntä vahinkoa. (ST 17 2012, 224-225.)

Aktiiviset ja kuittaamattomat hälytykset tulisi tarkistaa järjestelmistä päivittäin, ja niiden edellyttämät huoltotoimenpiteet tehdä mahdollisimman pian. Kiinteistöjen talotekniikka olisi syytä pitää sellaisessa kunnossa, että turhia hälytyksiä ei pääsisi syntymään. Turhat hälytykset ovat usein merkki huonosti toimivasta huollosta, joka vaikuttaa monesti suoraan kiinteistön energiatehokkuuteen. Usein toistuvat hälytykset turhauttavat myös huoltohenkilöstöä, jolloin todellisiin hälytyksiin ei välttämättä enää reagoida. Poikkeustilanteissa hälytykset voidaan kuitata käsikäytöllä normaaleiksi, tällöin järjestelmä ei jatkuvasti ilmoita poikkeustilanteesta esimerkiksi huollon aikana. Käsikäytöt tulee aina muistaa palauttaa takaisin normaalitilaan, kun ongelmat on saatu korjattua. (ST 17 2012, 225.)

Aktiivisia ja kuittaamattomia hälytyksiä pääsee tarkastelemaan käyttöliittymästä löytyvien listauksien kautta (Kuva 10), josta niitä voi tarkastella erikseen esimerkiksi aktiivisten, kuittaamattomien ja kuitattujen hälytysten osalta. Aktiiviset ja kuittaamattomat hälytykset esitetään tavallisesti myös käyttöliittymän etusivulla, mistä huoltohenkilöstön on helppo huomata ne.

Pistetunnus	Pisteteksti
HAKKARIN_KOULU_VAK4.HAKKOU_TK13_PE30_YRH Hälytyspiste	Poistosuodatin Viimeksi muuttunut 18.1.2019 12.22.51
KANAVAN_KULMA.LV01_TE40_ARH Hälytyspiste	Lämpimän käyttöveden menolämpötila Viimeksi muuttunut 18.1.2019 6.14.07
KELHON_KOULU.KELHO_TK02_TE10_ARH Hälytyspiste	IV-Kone, Tuloilma, Lämpötila, Alarajahälytys Viimeksi muuttunut 18.1.2019 11.38.13
KUUSIMAEN_PVK.KUUS_LV01_TE46_SVH Hälytyspiste	TE46, Säätoivikahälytys Viimeksi muuttunut 18.1.2019 17.54.53
KUUSIMAEN_PVK.KUUS_LV01_TE46_YRH Hälytyspiste	TE46, Ylärajahälytys Viimeksi muuttunut 18.1.2019 16.28.31

Kuva 10. Aktiivisten hälytyksien listaus Fidelix etävalvomossa.

4.4 Mittaus- ja trendiseuranta

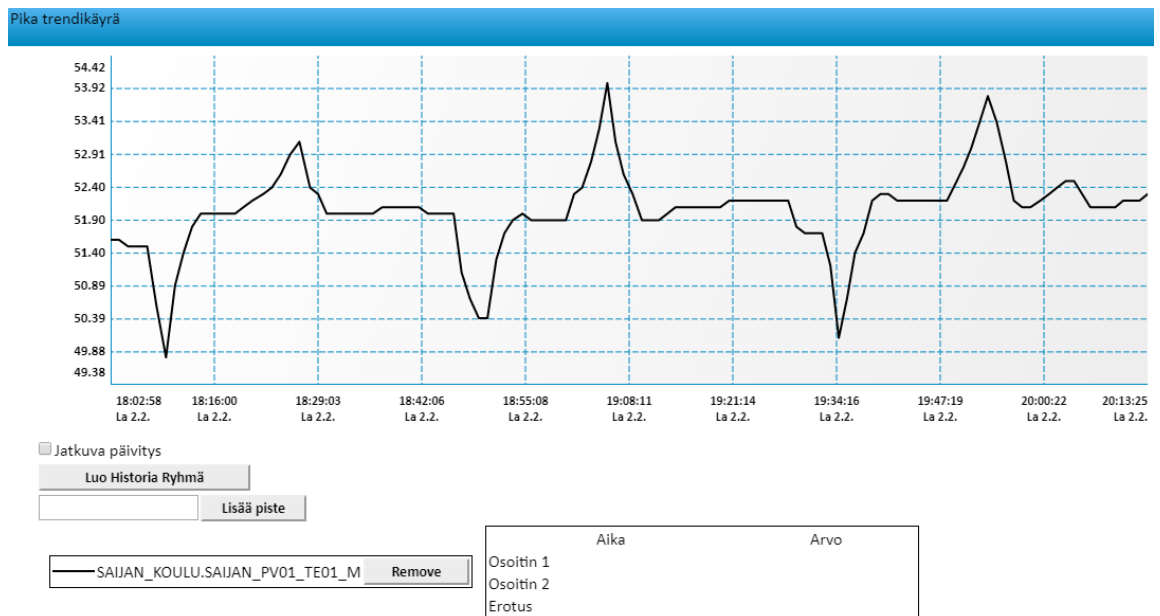
Rakennusautomaatiojärjestelmät sisältävät runsaasti erilaisia mittaustietoja, joiden avulla voi tarkastella kiinteistön talotekniikan toimintaa sekä olosuhteita. Mittaukset esitetään tavallisesti prosesseittain luoduilla sivuilla ja kaavioilla, niissä kuvataan esimerkiksi ilmanvaihdon, lämmitysverkoston tai huonesäätöjen toimintaa. Prosessikaavioista ja grafiikoista käyttäjä näkee reaaliajassa toimivatko prosessit oikein, onko niissä aktiivisia hälytyksiä tai ovatko säätöarvot niille asetetuissa tavoitteissa. (ST 17 2012, 227-228.)

Pelkkien reaaliaikaisten lukuarvojen ohella mittaustietoja tallennetaan myös tietokantoihin ja niistä muodostetaan trendejä. Trendiseuranta voi tarkoittaa yhden tai useamman eri mittaustiedon piirtämistä graafisesti aika-akselille tai numeerisesti taulukkoon tulostaen. Parhaiten ja selkeimmin trendiseurannan havainnollisuus tulee esille graafisen tulostuksen avulla. (ST 22 2017, 63.)

Trendit jaotellaan kahteen erilaiseen tyyppiin, näitä ovat dynaamiset eli online trendit ja historiatrendit. Dynaamisen trendin (Kuva 11) avulla seurataan haluttua mittaustietoa lyhyellä aikavälillä ja nopeilla mittausväleillä. Niitä käytetään muun muassa laitteiston virityksiin, toimintakokeisiin, optimointeihin, suorituskyvyn tarkkailuun tai muutostilanteiden tarkkailuun. (ST 22 2017, 63.)

Historiatrendien avulla on taas mahdollista tarkkailla mittausarvoja pidemmällä tai käyttäjän valitsemalla aikavälillä. Mittausväliksi voidaan mitattavasta kohteesta riippuen valita esimerkiksi minuutti tai tunti, ja vastaavasti tarkkailtavan jakson pituudeksi useampi tunti tai päivä. Historiatrendi on tehokas työkalu ongelmatilanteiden kartoittamisessa ja vianetsinnässä, kun taas dynaaminen trendi soveltuu paremmin löydettävien ongelmien korjaamiseen. Historiatrendien käytön yhteydessä on syytä huomioida tallennettavan datan määrä, liian usein tallennettavat mittausarvot voivat täyttää sille asetetun rajallisen tallennustilan. (ST 22 2017, 63-64.)

Rakennusautomaatiojärjestelmien toimituksen yhteydessä luodaan usein jo valmiiksi pisteytettyjä trendiryhmiä, jolloin käyttäjän ei tarvitse luoda niitä itse. Ennemmin tai myöhemmin valmiit ryhmät eivät välttämättä kuitenkaan riitä. Tällöin käyttäjän tulisi itse hallita trendiryhmien muokkaus, luonti ja skaalaus. (ST 22 2017, 68.)



Kuva 11. Prosessikaaviosta avautuva valmis trendikäyrä patteriverkoston menolämpötilalle Fidelix etävalvomossa.

4.5 Kulutusseuranta

Kulutusseuranta on olennainen osa kiinteistöjen energia- ja kustannustehokasta ylläpitoa. Tavallisimpia seurattavia kohteita ovat etenkin sähkön-, käyttöveden- ja kaukolämmön kulutusseurannat. Edellä mainitut voidaan vielä edelleen jakaa pienempiin osakulutuksiin, jolloin on mahdollista saada entistä tarkempi ja yksityiskohtaisempi kuva, mihin energiaa, sähköä tai vettä oikeasti kuluu. (ST 17 2012, 240.)

Rakennusautomaatiojärjestelmään liitetystä mittauksista voidaan muodostaa erilaisia kulutusraportteja kiinteistön ylläpidosta vastaaville tahoille sekä tilojen käyttäjille. Raportointi tehdään joko järjestelmissä valmiina olevilla raporttipohjilla tai erillisellä raportointiohjelmalla. (ST 17 2012, 241.)

Pelkät energiankulutustiedot eivät kuitenkaan itsessään kerro, mistä kulutusmuutokset saattavat johtua, siksi tarvitaan myös tietoa kiinteistön muista olosuhteista. (ST 17 2012, 241.) Pienentyneen kulutuksen taustalla voi esimerkiksi olla puolikkaalle teholle jäänyt IV-kone, jonka seurauksena myös ilmanlaatu kiinteistössä on huonontunut. Raportteja tulisivikin tarkastella riittävän analyttisesti ja pyrkiä etsimään poikkeavien kulutusten syyt.

Kulutusmittauksia voidaan jaotella esimerkiksi seuraavanlaisesti:

- Sähkö (kiinteistösähkö, pistorasiakuormat, valaistus, LVI, keittiölaitekuormat ja taajuusmuuttajakäytöt)
- Kaukolämpö (lämmitysverkostot erikseen, IV-ryhmä ja käyttöveden lämmitys)
- Veden kulutus (raakavesi, käyttövesi)

(ST 17 2012, 240-241.)

5 RAKENNUSAUTOMAATION HUOLTO JA YLLÄPITO

5.1 Henkilöstön koulutus

Rakennusautomaatiojärjestelmistä vastaavan käyttöhenkilöstön tarvitsema koulutus voidaan jakaa kahteen osaan, automaatiojärjestelmän käyttöön liittyvään koulutukseen sekä ohjattavien ja säädettävien prosessien liittyvään koulutukseen. Kummankin osaluheen hallinta on keskeisessä roolissa järjestelmien keräämän ja raportoiman tiedon oikeaoppisessa arvioinnissa. Toimittajan tehtävä on ensisijaisesti kouluttaa itse automaatiojärjestelmän käyttö, jolloin huoltohenkilöstön tulisi jo valmiiksi hallita prosesseihin liittyvät tietotaidot. (ST 17 2012, 258.)

5.1.1 Käyttöhenkilöstön peruskoulutus

Ennen järjestelmätoimittajan pitämää käyttökoulutusta, käyttöhenkilöstön tulisi hallita automaatiojärjestelmien sekä LVIS-tekniikan perusteisiin liittyvät tiedot ja taidot. Peruskoulutus voi sisältää esimerkiksi seuraavia asioita:

- Järjestelmävalinnan perusteet sekä järjestelmän käytölle asetetut tavoitteet
- Rakennusautomaatiojärjestelmien perusrakenteet ja toimintaperiaatteet
- Perusohjelmistojen ja käyttöohjelmien toiminta
- Pistetunnusjärjestelmän perusteet ja sen käyttö
- Ohjelmointi- ja käyttötehtävät
- Tekstitulosteiden tarkoitus ja sisältö
- Automaatiojärjestelmien dokumentoinnin sisältö ja käyttö
- Ohjattavien LVIS-järjestelmien kojeistojen ja järjestelmien käyttö
- LVIS-järjestelmiin liitettyjen prosessien pisteytys ja pisteiden käyttötarkoituksen selvitys
- LVIS-prosessien ohjattavuus, säädettävyys, mitoitus ja käyttötavat

(ST 17 2012, 258-259.)

5.1.2 Järjestelmätoimittajan käyttökoulutus

Rakennusautomaatiojärjestelmän hankintaan sisällytetään yleensä toimittajan tarjoama järjestelmän käyttökoulutus. Sen tavoitteena on varmistaa, että käyttöhenkilöstö hallitsee järjestelmän ja sen laitteiden oikeaoppisen käytön. Käyttökoulutus järjestetään tavallisesti tilaajan tarjoamissa tiloissa, järjestelmän käyttöpaikalla. Koulutusmateriaalista vastaa kokonaisuudessaan järjestelmätoimittaja. Käyttökoulutusta suunniteltaessa olisi hyvä selvittää koulutukseen osallistuvien henkilöiden koulutustaso ja perustiedot, jolloin käytettävä materiaali olisi tilaisuuteen sopiva. (ST 17 2012, 258.)

Järjestelmätoimittajan tarjoama käyttökoulutus voi sisältää ainakin alla listatut asiat, joiden lisäksi käyttöhenkilökunnan olisi suositeltavaa osallistua asennustarkastuksiin, toimintakokeisiin, viritystoimenpiteisiin ja vastaanottotarkastuksiin.

- Järjestelmän yleisesittely: laitteistokokoonpano, ohjelmistot ja järjestelmän toiminta.
- Järjestelmän käyttö (käyttäjät, päivystäjät).
- Asennus ja kunnossapito: asennukset, vian etsintä sekä niiden korjaus ja huolto
- Ohjelmointi ja käyttöönotto: alakeskus-, piste- ja ohjelmistolisäykset/-muutokset järjestelmän pääkäyttäjille.
- Opittujen asioiden kertaus ja ongelmatilanteiden selvittely esimerkiksi takuu-huoltojen yhteydessä.

(ST 17 2012, 259.)

5.2 Järjestelmien vastaanotto ja takuu-aika

Rakennusautomaatioprojektin loppuvaiheessa ennen luovutusta järjestelmätoimittaja, urakoitsijat sekä suunnittelijat testaavat asentamansa ja suunnittelemansa järjestelmän toimivuuden itselleluovutuksessa, toimintakokeissa ja yhteiskoekäytöissä. Onnistuneiden kokeiden jälkeen järjestelmä on valmis luovutettavaksi tilaajalle, jolloin järjestetään vastaanottotarkastus. Vastaanottotarkastuksessa kirjataan ylös mahdolliset epäkohdat ja hyväksytään järjestelmän luovutus tilaajalle. (ST 17 2012, 213-217.)

Järjestelmän vastaanoton jälkeen alkaa tavallisesti 2 vuoden mittainen takuu-aika. (ST 17 2012, 43.) Järjestelmätoimittaja tai urakoitsija on tänä aikana vastuullinen korjaamaan tietyt järjestelmissä ilmenneet viat tai puutteet sekä niistä mahdollisesti aiheutuneet vahingot, mikäli vikojen korjaamisessa on kestänyt poikkeuksellisen kauan. (ST 17 2012, 218.)

Vastaanottotarkastuksista ja erilaisista toimintakokeista huolimatta järjestelmissä saattaa helposti ilmetä vikoja tai puuttua ohjelmallisia ominaisuuksia. Yksittäisissä toimintakokeissa ei esimerkiksi pystytä seuraamaan pidemmän aikavälin trendejä tai seurantoja, jonka lisäksi huomaamatta voi jäädä yksittäisten pisteiden puutteet ja virheet. Huoltohenkilöstö on avainasemassa näiden asioiden havainnoimisessa ja niistä raportoisessa. Mahdolliset epäkohdat on syytä ilmoittaa heti niiden ilmetessä ja takuuajan aikana, jolloin niiden korjaus on mahdollista sisällyttää urakkaan, eikä niiden korjaamisesta synny tilaajalle ylimääräisiä kuluja.

5.3 Ennakoiva huolto ja ylläpito

Jotta rakennusautomaatiojärjestelmä toimisi sille suunnitellulla tavalla ja luotettavasti, on sen toimintoja testattava systemaattisesti huoltotoimien ohella. Järjestelmän toimimattomuus esimerkiksi sähkökatkon jälkeen voi aiheuttaa kiinteistössä mittavia vahinkoja, kun se yhdistetään, vaikka juhlapyhien aikaan tapahtuvalle vesivahingolle tai jäätymiselle. (ST 17 2012, 252.)

Rakennusautomaatiojärjestelmän ennakoivaan huoltoon liittyy paljon erilaisia huolto- ja ylläpitorutiineja. Toimenpiteet voidaan jakaa päivittäin ja viikoittain suoritettaviin tarkasteluihin, jonka tueksi tarvitaan myös kuukausittain ja vuosittain tapahtuvaa laajempaa tarkastelua. Laajemman tarkastelun avulla voidaan arvioida kiinteistöhuollon onnistumista tietyillä osa-alueilla ja päättää mahdollisista korjauksista sekä investoinneista. (ST 17 2012, 252-253.) Seuraavaksi on lueteltu ennakoivaan huoltoon liittyviä tehtäviä ja toimenpiteitä.

Päivittäin suoritettavia toimenpiteitä:

- Hälytyslokien läpikäynti
- Prosessikaavioiden silmäily poikkeavuuksien havaitsemiseksi

Viikoittain suoritettavia toimenpiteitä:

- Hälytyslokien kokoava läpikäynti toistuvien hälytysten havaitsemiseksi
- Olosuhdemittausten historiatietojen läpikäynti tarkasteltavalta viikolta poikkeavuuksien havaitsemiseksi ja mahdollisten muutoksien tueksi
- Kenttälaitteiden ja järjestelmien silmämääräinen tarkastus

Kuukausittain suoritettavia toimenpiteitä:

- Energiaraporttien tarkastelu sähkön-, lämmön- ja vedenkulutuksen seurannassa. Raporteista on helposti nähtävissä edellisvuoden vastaava kuukausikulutus, jota on helppo verrata sen hetkiseen tilanteeseen
- Vikaraporttien tulostus hälytysten määrän ja tason arvioimiseksi
- Olosuhteraporttien läpikäynti sisäilmaolosuhteiden tarkkailua varten.

Neljännesvuosittain tai useammin suoritettavia toimenpiteitä:

- Järjestelmän käynnistyminen häiriötilanteen jälkeen
- Palo-, murto-, hissi- ja kiireelliset hälytykset
- Hälytysten edelleen annot
- Toiminnan kannalta tärkeiden mittausten tarkistaminen
- Kulutusmittauksien vertailu kentän ja järjestelmän välillä

Vähintään kerran vuodessa tai useammin suoritettavia toimenpiteitä:

- Lämmitys- ja jäähdytyslaitteisiin liittyvien toimintojen tarkistus keväällä ja syksyllä
- IV-koneiden säätö- ja valvontalaitteiden toiminta huoltojen yhteydessä

- Säättöpiirien toiminnan tarkastus kentältä käsin sekä trend-seurannalla
- Toimilaitteiden toiminnan tarkastus
- Pumpppujen ja puhaltimien tilatiedot/hälytykset
- Kiireellisten hälytysten toiminnan testaus

(ST 17 2012, 252-255.)

5.4 Ylläpitosopimukset

Nykyaikaisen, energiatehokkaan ja tietoteknisiä järjestelmiä sisältävän kiinteistön kunnossapidolta vaaditaan usein monialaista osaamista. Vain yhden kiinteistön ylläpidosta vastaavan toimijan voi olla hankalaa tai kannattamatonta huolehtia kiinteistön kaikista ylläpidollisista ja huoltoon liittyvistä tehtävistä. Kiinteistön käyttöorganisaation oma henkilöstö voikin vastata vain käytön sekä ylläpidon perustehtävistä ja ostaa vaativimmat erikoisammattialan tehtävät ulkopuolisilta toimijoilta. Toinen vaihtoehto on ostaa kunnossapito kokonaisuudessaan ulkopuoliselta huoltoyhtiöltä, jolloin kunnossapito tehdään ennalta määrätyn sopimuksen mukaan määräväleillä ja erillisistä viikkäkäynnistä laskutetaan usein erikseen. (ST 17 2012, 255.)

Vaihtoehtoisesti myös järjestelmien toimittajat saattavat tarjota erilaisia palvelu-, huolto- ja ylläpitosopimuksia. Sopimukset voivat kattaa esimerkiksi järjestelmän huollon, erilaiset toimintatestaukset, ohjelmapäivitykset tai laiteuusinnat. (ST 17 2012, 255.) Nykypäivänä on saatavilla myös erilaisia konsultti- ja asiantuntijapalveluita, joissa ulkopuolinen palveluntarjoaja ohjaa kiinteistön käyttäjää tai huoltoyhtiötä muun muassa energiatehokkuuden, olosuhteiden tai järjestelmän ylläpidon kanssa. Tämän opinnäytetyön luvussa 5.2 on esimerkiksi tarkasteltu järjestelmätoimittajan tarjoamaa seurantaraportti palvelua.

6 JÄRJESTELMIEN TARKASTELU

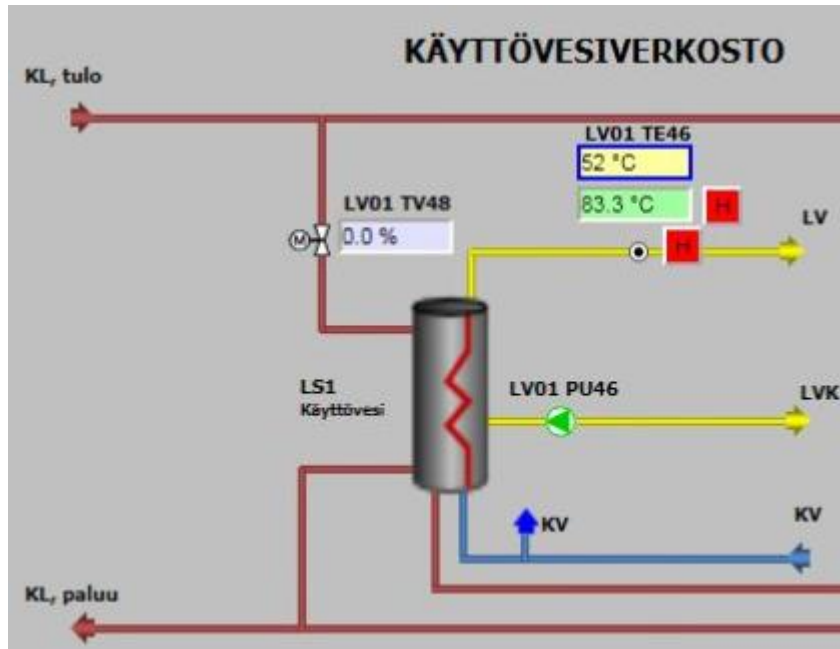
Tässä luvussa käydään läpi opinnäytetyössä tarkasteltavien rakennusautomaatiojärjestelmien toimintaa ja mahdollisia muutos- sekä huoltotarpeita. Tarkastelu on rajattu Lempäälän kunnan omistamiin kiinteistöihin, joiden rakennusautomaatio on toteutettu suomalaisen Fidelix Oy:n järjestelmäratkaisuilla. Fidelix webVision etävalvomoon on liitetty yhteensä kahdenkymmenen eri kiinteistön rakennusautomaatiojärjestelmät, joita pääsee käyttämään saman selainpohjaisen etävalvomon kautta. Järjestelmien toimintaa läpikäydessä huomioitavia asioita olivat erityisesti:

- Normaalista poikkeavat säätö- ja mittausarvot
- Asetettujen käsiohjauksien ja hälytyskuittausten tarpeellisuus
- Pitkäaikaiset kuittaamattomat ja aktiiviset hälytykset
- Aikaohjelmat

Kerättyjä huomioita verrattiin järjestelmätoimittajan oman seurantaraportin havaintoihin viimeisen 6 kuukauden ajalta. Opinnäytetyössä kerättyjen ja seurantaraportista saatujen huomioiden pohjalta luotiin yhteenveto Exceliin, jossa on lueteltu kaikki huomiot ja niihin liittyvää tietoa. Yhteenvedon lisäksi Fidelixissä esiintyneitä vikatilanteita ja huomioita on esitelty yksityiskohtaisemmin kolmen esimerkkitilanteen ja kuvien avulla.

6.1 Esimerkkejä vikatilanteista ja huomioista

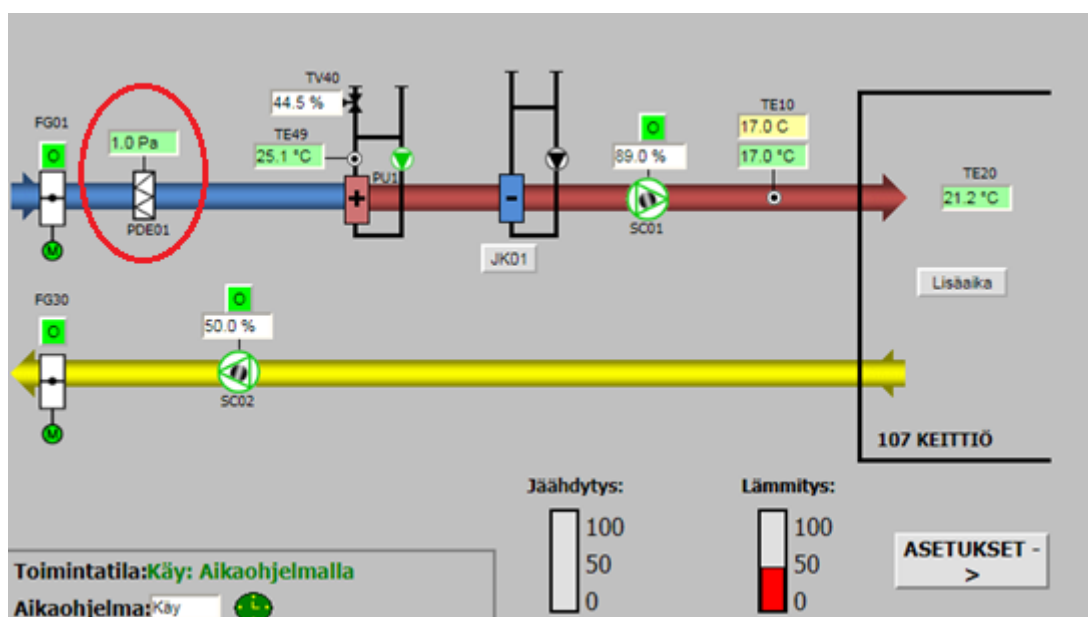
6.1.1 Lämpimän käyttöveden säätövika



Kuva 12. Vikatilanne lämpimän käyttöveden säädössä.

Ylläolevassa kuvassa on lämpimän käyttöveden säätöön liittyvä vikatilanne. Venttiili-toimilaitteen (LV01 TV48) ollessa ajoittain kiinni-asennossa, lämpimän käyttöveden lämpötila saattoi jäädä kaukolämmön tuloveden mukaiseksi yli 80 asteeseen, eli venttiili jäi vuotamaan. Toiminta saattoi hetkeksi normalisoitua, kunnes venttiili alkoi taas vuotamaan toimilaitteen säätäessä venttiiliä. Lämpötilan jatkuva vaihtelu puolestaan aiheutti toistuvia hälytyksiä huoltohenkilölle tai päivystäjälle. Ongelmaa yritettiin korjata säätämällä venttiilin toimintaa, mutta lämpötila jäi tästä huolimatta huojumaan jatkuvasti yli 7 asteella. Lopullinen ratkaisu ongelmaan oli istukkaventtiilin vaihtaminen uuteen.

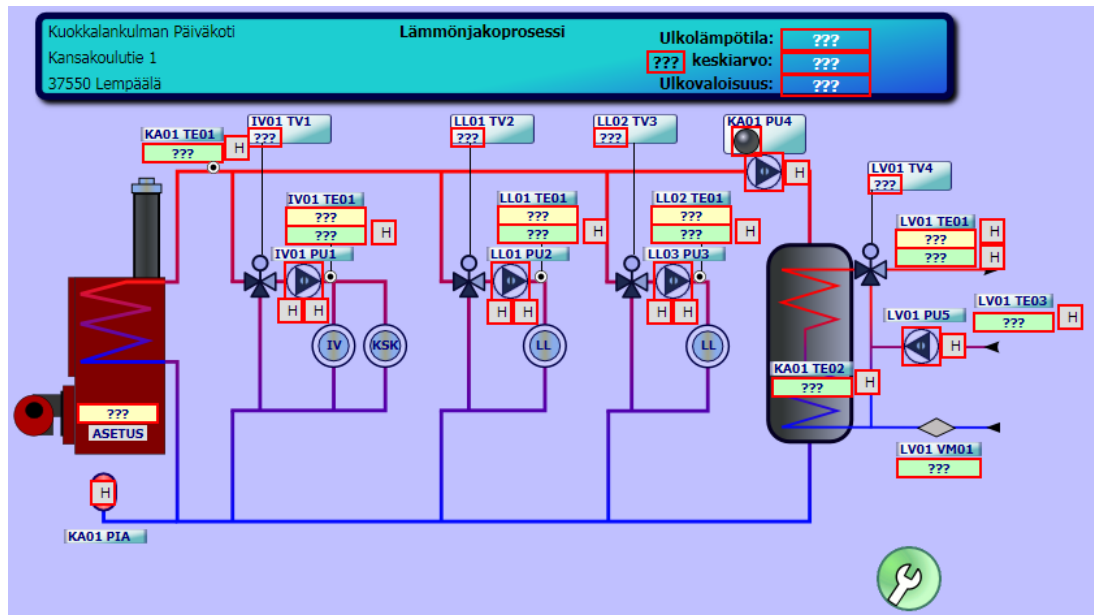
6.1.2 IV-koneen tuloilmasuodattimen alhainen paine-ero



Kuva 13. Tuloilmasuodattimen alhainen paine-ero koneen käydessä.

IV-koneen käydessä tuloilmasuodattimen (PDE01) yli vaikuttava paine-ero on 1,0 Pascalia. Normaali arvo on todellisuudessa paljon suurempi ja hälytysrajoiksi on säädetty koneen asetuksissa 5 – 150 Pascalia. Anturin toiminta olisi syytä tarkistaa irrallisen paineletkun tai viallisen anturin takia. Virheellinen anturitieto ei esimerkiksi kerro, jos tuloilmasuodatin on liian tukkoinen. Hälytystiedon puuttuminen voi myös johtaa siihen, että ongelmaa ei huomata jatkossa niin helposti.

6.1.3 Tiedonsiirtovirhe kiinteistön ja valvomon välillä



Kuva 14. Tiedonsiirtovirhe kiinteistön ja etävalvomon välillä.

Tiedonsiirtovirheen aiheuttama käyttökato etävalvomon ja kiinteistön välillä esti automaationjärjestelmän käytön ja seurannan etänä, automaatio toimi kuitenkin käyttopaikalla normaalisti ja prosesseja pystyi seuraamaan VAK:n kautta normaalisti. Ongelma oli tässä tapauksessa ohjelmallinen, joka liittyi IP-osoitteen muuttumiseen operaattorin muutostöiden johdosta. Tilanne saatiin korjattua järjestelmätoimittajan päivitettyä uuden IP-osoitteen.

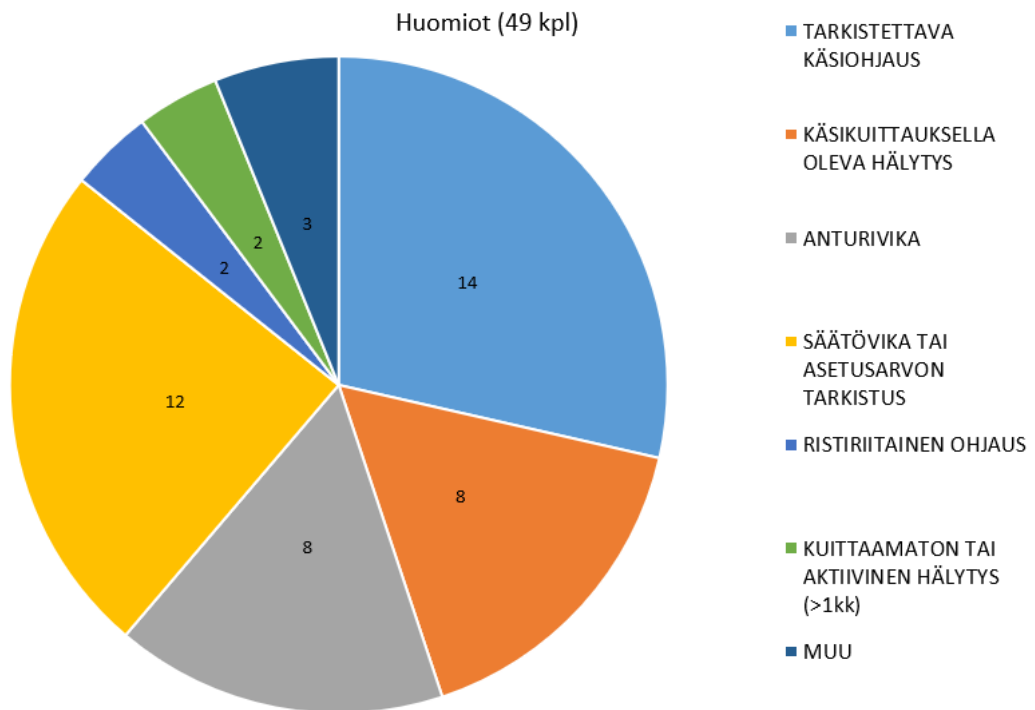
6.2 Yhteenvedo huomioista

Opinnäytetyössä ja Fidelixin seurantaraporteista saadut huomiot kerättiin yhdeksi listaksi Excelliin. Kuvassa 15 on esitetty yleistetysti huomioihin liittyviä tietoja kaavioiden avulla, yksityiskohtaisempi listaus on nähtävillä liitteissä 1 ja 2. Tarkastelu on tehty helmikuussa 2019 ja uusimpana seurantaraporttina on käytetty 12.1.2019 päivättyä versiota, sillä helmikuun raporttia ei ollut tarkasteluhetkellä vielä toimitettu.

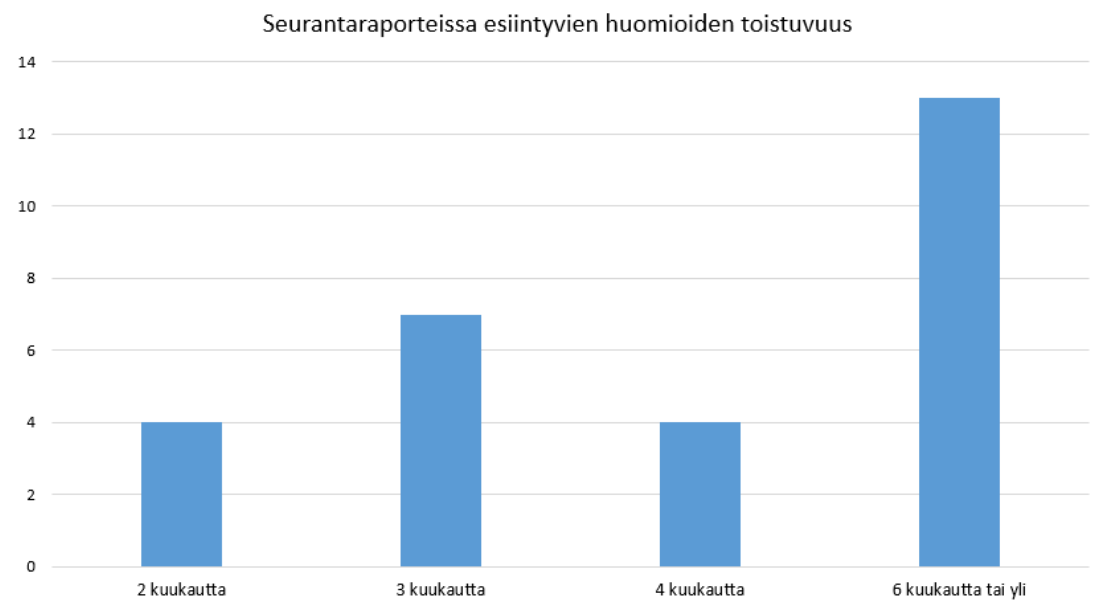
Opinnäytetyössä kerättyjä huomioita löytyi yhteensä 39 kappaletta. Seurantaraportin vastaava luku oli raportin toimitushetkellä 33 ja tarkasteluhetkellä se oli tippunut 28:aan. Molemmissa tarkasteluissa esiintyviä huomioita oli 18 kappaletta. Ero tarkasteluiden välisten huomioiden lukumäärässä voisi todellisuudessa olla hieman pienempi, mikäli käytössä olisi uusin seurantaraportti.

Ylös kirjatut huomiot itsessään eivät välttämättä tarkoita, että järjestelmän käytössä olisi tapahtunut virhe, tai että siinä olisi vikaa. Huoneilman lämpötila voi olla asetettu esimerkiksi käyttäjän pyynnöstä hieman normaalia alhaisemmaksi, tai IV-kone pyöriä ympäri vuorokauden ylimääräisen kosteuden poiston takia. Vastaavasti taas käsiohjauksella pysäytetty laite tai yksittäinen hälytyspiste voi olla tarkoituksella kuitattu normaaliksi, tai se voi olla unohtunut laittaa takaisin päälle, muun muassa huollon jälkeen.

Kuvassa 15 on jaoteltu kaikki huomiot niiden tyyppin mukaan. Lähes puolet huomioista liittyy käyttäjän asettamiin käsiohjauksiin ja hälytyksien automaattisiin kuittauksiin. Hälytyksen automaattinen kuittaus on tavallisesti väliaikainen ratkaisu johonkin poikkeukselliseen tilanteeseen, joten niiden tarpeellisuus olisi syytä tarkistaa. Toinen suuri osa huomioista liittyy prosessien säätö- ja anturivikoihin sekä asetusarvoihin. Anturin antama epätavallinen mittausarvo voi olla merkki anturissa olevasta viasta tai prosessin muun osan toimimattomuudesta, vaikka muut indikointitiedot näyttäisivätkin normaaleilta. Pidempiaikaisten aktiivisten ja kuittaamattomien hälytysten määrä oli tarkasteluhetkellä vähäinen. Kuvassa 16 on nähtävillä Fidelix seurantaraporteissa esiintyvien huomioiden toistuvuus.



Kuva 15. Tiivistelmä huomioista.



Kuva 16. Fidelix seurantaraporteissa esiintyvien huomioiden toistuvuus.

7 YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT

Opinnäytetyön lopputuloksena saatiin kattava käsitys rakennusautomaatiojärjestelmien toiminnasta, käytöstä ja ylläpitoon liittyvistä asioista niin teoriassa kuin käytännön tasolla. Työn aikana tutustuttiin myös usean eri järjestelmätoimittajan automaatio-ratkaisuihin sekä niiden käyttöön, joita olivat esimerkiksi Fidelix, Schneider (Atmostech, TAC) ja Deos AG. Järjestelmien toimintaa tarkasteltaessa laadittiin kartoitus Fidelixiin liitettyjen järjestelmien toiminnasta. Vertailukohteeksi ja tarkastelun tueksi otettiin mukaan myös Fidelixin oma seurantaraporttipalvelu.

Tarkasteltavien järjestelmien toiminnassa ei ollut havaittavissa vakavia puutteita, mutta automaation hienosäätöön, pysyvien käsiohjauksien ja hälytyksien automaattisten kuittausten käyttöön voisi mielestäni kiinnittää jatkossa enemmän huomiota. Hälytyksien ilmaantuminen on yleensä merkki siitä, että järjestelmä toimii ainakin osittain oikein ja ilmoittaa huoltoa tai säätöä vaativista toimenpiteistä. Tuloksia arvioitaessa olisi hyvä muistaa, että harva automaatiojärjestelmä on toiminnaltaan täydellinen, varsinkin jos kyseessä on jo useita vuosia vanha järjestelmä. Huollon tarpeellisuus tulisikin aina määrittää tapauskohtaisesti, varsinkin jos se tarvitsee tilata ulkopuoliselta tekijältä ja se laskutetaan tuntityönä. Monesti huoltoon sekä ennakoivaan ylläpitoon käytetty työpanos tai raha maksavat kuitenkin itsensä takaisin, kun järjestelmät toimivat oikein ja prosesseista saatavat tiedot ovat luotettavia.

Opinnäytetyötä voidaan pitää kaikin puolin onnistuneena. Työn aikana saatiin paljon uutta tietoa rakennusautomaatioon liittyvistä asioista jo ennalta opittujen tietojen lisäksi. Työssä listatut huomiot antavat huoltoyhtiölle mielestäni hyvän kuvan tarkasteltujen rakennusautomaatiojärjestelmien toiminnasta tällä hetkellä sekä uusia näkökulmia tulevaisuuden varalle.

8 LÄHTEET

ST 17. Rakennusautomaatiojärjestelmät. 2012. Sähkötieto ry. Espoo: Sähköinfo.

ST 22. Kiinteistöjen valvomojärjestelmät. 2017. Sähkötieto ry. Espoo: Sähköinfo.

Lekitek Oy www-sivut. Viitattu 28.02.2019. <https://www.lekitek.fi/kiinteistopalvelut/kiinteistohuoltopalvelut/>

Fidelix esitysmateriaali. Viitattu 17.2.2019. http://www.neuvoo.fi/wordpress/wp-content/uploads/2015/10/fidelix_2015.pdf

Swegon www-sivut. 2019. Viitattu 15.1.2019. https://www.swegon.com/Global/PDFs/Flow%20control/Demand%20controlled%20ventilation/_fi/REACTa.pdf

Belimo www-sivut. 2019. Viitattu 16.1.2019. https://www.belimo.fi/pdf/fi/NVC24A-MP-RE_datasheet_fi-fi.pdf

Liite 1

Kohde	Huomio
Muu rakennus 1	TK02 PK01, PK02 ja PK03 käsikäytöllä seis TK02 PK03 poistopuhaltimen virtausmittauksessa anturivika KK02 - TK1.55 alilämpöhälytys käsikuittauksella
Koulurakennus 1	LKV kiertovesipumpun indikointi ja hälytyksen kuittaus käsiohjauksella TK03 poisto- ja tulosuodattimien paine-ero 0 Pa koneen käydessä PV03 verkostossa yllämpöä 10 astetta
Päiväkoti 1	TK01 CO2-mittauksen alarajahälytys virhetilassa TK03 tulosuodattimien paine-ero 1 Pa koneen käydessä
Päiväkoti 2	LKV kiertovesipumpun indikointi käsin päällä Huonelämpötilojen pudotukset käsisäädöllä (Huonepotikat ei vaikuta)
Päiväkoti 3	
Koulurakennus 2	Keittiön kylmän veden mittaus ei toiminnassa Lattialämmitysverkoston paineen asetusarvo 20 kPa
Päiväkoti 4	LKV ylärajahälytys 80 astetta, alarajahälytys 20 astetta TK01 hälytysten kuittaus käsitilassa Swegon B-hälytys aktiivinen PK03 poistopuhaltimen tehostus käsin seis Autolämmitysten pistorasiat käsin päällä
Muu rakennus 2	LKV kiertovesipumpun indikointi käsin päällä TK03 TE48 Paluuveden lämpötila alhainen sekä heittelee koneen käydessä
Muu rakennus 3	
Päiväkoti 4	KK1 käsin päällä Eteisen huippumurin ristiriitahälytys kuittaamatta Valojen ohjaukset käsin päällä Vallox IV-koneiden lisäaikapainike käsin seis IMS huonelämpötilat matalahkoja 19-20 C

Liite 2

Koulurakennus 3	Murtohälytyksen ohituskytkin käsin päällä
Koulurakennus 4	Patteriverkosto 2 säätövikahälytys käsikuittauksella TK23 tuloilmasuodattimen paine-ero 0 pa koneen käydessä TK27 poistopuhallin PF27.4 ristiriitahälytys käsikuittauksella Kiertoilmakone KSK27.3 ristiriitahälytys käsikuittauksella A-osan 2.kerroksen ulko-oven ristiriitahälytys käsikuittauksella IV-verkoston paine alhainen, 1.0 bar TK22 Lämmitysteho ei riitä
Päiväkoti 5	Rikosilmoitinkeskus käsin kuitattu TK02 poistopuhaltimen paine-ero 0 Pa koneen käydessä Kylmä- ja Lämminvesimittarit 0 m3
Muu rakennus 4	Käyttöveden pumpun huoltolaskuri asetettu käsin 0 h TK01 puhaltimien huoltolaskurit asetettu käsin 0 h Ulkovalojen valoisuusanturi virhetilassa
Päiväkoti 6	Sulanapitoverkoston paine 0 bar TK02 tulosuodattimen paine-ero 0 pa koneen käydessä TK01 huone-aikaohjelmat käsin päällä
Päiväkoti 7	
Koulurakennus 5	TK03 tuloilman alarajahälytys käsikuittauksella Ulkovalojen indikointi päällä, mutta ohjaus seis Opettajanhuoneen poistopuhaltimen ohjaus seis, mutta indikointi käy TK01, TK03 ja TK05 Tulolämpötila alhainen
Koulurakennus 6	Sulanapidon lämpötilan alaraja -48 astetta TK02 Tuloilman lämpötila alhainen
Koulurakennus 7	Kylmän käyttöveden mittaus pois käytöstä? TK02 Tuloilman lämpötila alhainen