

KIINTEISTÖAUTOMAATIOSENERAUKSEN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

Karvonen Tero

Opinnäytetyö
Tekniikan ja liikenteen ala
Sähkö- ja automaatiotekniikka
Insinööri (AMK)

2017

Tekniikka ja liikenne
Automaatiotekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Tero Karvonen	Vuosi	2017
Ohjaaja	Ins. (YAMK) Aila Petäjäjärvi		
Toimeksiantaja	Are Oy, Tuomas Koponen, palvelupäällikkö		
Työn nimi	Kiinteistöautomaatiosaneerauksen suunnittelu ja toteutus		
Sivu- ja liitesivumäärä	44 + 13		

Opinnäytetyön tarkoituksena oli huoltoasemarakennuksen kiinteistöautomaatiojärjestelmän saneeraus sekä kiinteistön eri järjestelmien tuominen yhteen automaatiojärjestelmään.

Rakennusautomaatiolla tarkoitetaan kiinteistöissä talotekniikan erilaisten toimintojen säätämistä ja ohjaamista automaattisesti, niin että käyttäjän läsnäolo ei ole välttämätöntä. Rakennusautomaation tavoitteena on laadukas sisäilma mahdollisimman energiatehokkaasti.

Työssä kartoitettiin kohteessa olevat laitteet ja niiden kunto. Kartoituksen perusteella tehtiin suunnitelma uusittavista laitteista ja laitteiden toiminnasta jatkossa. Lisäksi suunniteltiin tarvittavat kaapelit keskuksien ja alakeskuksen väliin, jotta laitteiden tuonti yhteen automaatiojärjestelmään olisi mahdollista. Automaatiojärjestelmän saneeraus toteutettiin tehtyjen suunnitelmien mukaisesti. Toteutusvaiheeseen kuului automaatiojärjestelmän luominen kohteeseen, mihin sisältyvät ohjelmointi, asennus- ja kytkentätyöt.

Työn tuloksena saatiin toimiva automaatiojärjestelmä, jossa kiinteistön ilmanvaihdon, lämmitysjärjestelmien, valojenohjausten sekä muiden erillispisteiden ohjaus ja säätö tapahtuvat yhdestä järjestelmästä.

Avainsanat

automaatio, automaatiojärjestelmä, saneeraus, Fidelix

Technology, Communication and Transport
Electrical Engineering
Bachelor of Engineering

Author	Tero Karvonen	Year	2017
Supervisor	Aila Petäjäjärvi, MEng.		
Commissioned by	Are Oy, Tuomas Koponen, service manager		
Subject of thesis	Planning and implementation of Building Automation Renovation		
Number of pages	44 + 13		

The purpose of this thesis was the renovation of the building automation of a service station and bringing the different systems in one automation system.

A building automation system stands for adjusting and controlling building services automatically without the operator's presence. The building automation system aims at high-class air inside as energy efficiently as possible.

This thesis includes surveying the existing devices and their condition. A plan concerning the renewed devices and the other device's function in the future was made according to this survey. Necessary cables between electrical centers and substations were also planned to enable bringing the different systems of the building together into one automation system. The Automation renovation was executed according to the plans. The execution phase consisted of creating the automation system including programming and installation.

The result was an operational automation system, where the building ventilation, heating system, lighting control and other separate adjusting and controlling points take place from one system.

Key words

automation, automation system, rebuilding, Fidelix

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	8
2	RAKENNUSAUTOMAATIO	10
2.1	Automaatiojärjestelmän hyödyntäminen	10
3	AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN RAKENNE	13
3.1	Hallinto- ja valvomotaso	13
3.2	Alakeskustaso	13
3.3	Kenttätaso	13
3.4	Kenttälaitteet	14
3.4.1	Anturit	14
3.4.2	Toimilaitteet	15
3.5	Taajuusmuuttajakäytöt rakennusautomaatiossa	16
3.6	Automaatiojärjestelmien kaapelointi	16
3.7	Etäkäyttö ja tietoturva	17
4	FIDELIX AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ	18
4.1	FX2030A keskusyksikkö	18
4.2	I/O –moduulit	19
4.2.1	AI -8 moduuli	20
4.2.2	AO -8 moduuli	20
4.2.3	DI-16 moduuli	21
4.2.4	DO-8 moduuli	21
4.2.5	Combi -36 moduuli	22
4.3	Ohjelmointi	23
4.4	Pistetietokanta	24
4.5	Grafiikkakuvien piirto	25
5	KIINTEISTÖN KARTOITUS	26
5.1	Tuloilmakone	26
5.2	Poistoilmapuhaltimet	27
5.3	Lämmitysjärjestelmät	27
5.4	Kaukolämpöpaketti	27
5.5	Kiertoilmapuhaltimet	28
5.6	Valojen ohjaus	28

5.7	Erillispisteet.....	28
6	SANEERAUKSEN SUUNNITTELU	29
6.1	Tuloilmakone	29
6.2	Poistoilmapuhaltimet.....	30
6.3	Lämmönjako	30
6.4	Valo-ohjaukset.....	31
6.5	Kiertoilmapuhaltimet	32
6.6	Erillispisteet.....	32
6.7	Kaapeliluettelo	32
7	AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU	33
7.1	Pistelaskenta	33
7.2	Alakeskus	33
7.3	Moduuli- ja riviliitinkotelot.....	34
7.4	Etäyhteys	34
7.5	Laittevalinnat.....	34
7.6	Hälytykset	35
8	TOTEUTUS- JA KÄYTTÖÖNOTTO	36
8.1	Projektin aloitus ja suunnittelu	36
8.2	Asennusvalmistelut.....	37
8.3	Työn toteutus	37
8.4	Itselle luovutus ja toimintakokeet	39
8.5	Käytönopastus ja luovutusasiakirjat.....	40
9	POHDINTA.....	41
	LÄHTEET.....	42
	LIITTEET	44

ALKUSANAT

Haluan kiittää työn toimeksiantajaa Are Oy:tä ja työn ohjaajana toiminutta Tuomas Koposta. Lisäksi haluan kiittää Lapin Ammattikorkeakoulun Aila Petäjäjärveä työn ohjaamisesta.

Oulussa 30.11.2017

Tero Karvonen

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

AI	Analogia Input
AO	Analogia Output
DI	Digital Input
DO	Digital Output
DVI	Digital visual interface
NTC	Negative temperature coefficient
PTC	Positive temperature coefficient
RJ45	Registered jack
USB	Universal serial bus

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö toteutetaan automaatio saneerausprojektina. Projektin tarkoituksena on uudistaa huoltoasemakiinteistön automaatiojärjestelmä sekä sen ilmanvaihdon, lämmityksen, valaistuksen ja muiden liitettävien toimintojen yhteen saattaminen, jolloin kiinteistön ylläpito on helpompaa.

Kiinteistön ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmiä on uusittu vuosien saatossa. Kiinteistöön kuuluvat kahvilatilat, myymälätilat, keittiö, sosiaalitalat, pesuhalli ja huoltohalli, joka toimi varastotilana.

Opinnäytetyö sisältää projektin suunnittelun ja toteutuksen. Suunnitteluun kuuluu kohteen kartoitus sekä saneerauksen- ja automaatiojärjestelmän suunnittelu. Kohteen kartoituksessa käydään läpi kohteessa olevat laitteet ja niiden toiminnot. Saneerauksen suunnittelussa esitellään, miten järjestelmään liitettävät laitteet tulevat jatkossa toimimaan ja mitä laitteita uusitaan. Automaatiojärjestelmän suunnittelussa sen sijaan käydään läpi automaatiojärjestelmän pistelaskenta, alakeskuksen suunnittelu sekä kentälle asennettavat riviliitinkotelot, uusittavat anturit ja toimilaitteet. Toteutusosiossa käsitellään automaatiojärjestelmän saneerauksen toteutus tehdyn suunnitelman mukaisesti.

Lisäksi työssä käsitellään automaatiota yleisesti, sekä sen merkitystä kiinteistön ylläpitoon ja vaikutusta energiatehokkuuteen. Projektissa käytetään rakennusautomaatiojärjestelmä Fidelixiä. Työssä esitellään Fidelixiä yleisesti sekä sen järjestelmän komponentteja, ohjelmointia ja grafiikkakuvien piirtoa.

Tämä projekti toteutetaan yhteistyössä Are Oy:n kanssa. Are Oy on suomalainen perheyrittäjä, joka on osa Onvest konsernia. Are Oy toimii 25 paikkakunnalla Suomessa sekä Venäjällä Pietarissa. Yrityksessä on työntekijöitä noin 2900. (Are Oy 2017a.)

Aren toimintaan kuuluu urakointipalvelut, ylläpito- ja huoltopalvelut, asiantuntijapalvelut sekä eri järjestelmät ja tekniikan alat, kuten rakennusautomaatio, ilmanvaihto ja jäähdytysjärjestelmät. Aren automaatio-osastot toteuttavat kiinteistöautomaatiojärjestelmiä, sekä huoltavat ja ylläpitävät järjestelmiä valtakunnallisesti.

Are edustaa alan johtavia merkkejä, kuten kotimaista Fidelixiä sekä kansainvälistä Centraline by Honeywelliä. Lisäksi Arella on käytössä valaistuksenohjausjärjestelmä Dali ja kansainvälinen kiinteistöautomaatiostandardi KNX. (Are Oy 2017b.)

2 RAKENNUSAUTOMAATIO

Toimintaa, joka tapahtuu itsestään, mutta on samalla käyttäjän ennalta määrittelemää, kutsutaan automaatioksi. Rakennusautomaatiolla tarkoitetaan kiinteistöissä talotekniikan erilaisten toimintojen säätämistä ja ohjaamista automaattisesti niin, että käyttäjän läsnäolo ei ole välttämätöntä. Rakennusautomaation yhtenä tavoitteena on laadukas sisäilma mahdollisimman energiatehokkaasti. Automaatiojärjestelmä on kiinteistön ylläpitäjän tärkeimpiä työkaluja. (Suomäki & Vepsäläinen 2013, 11.)

Nykyajan kiinteistöissä automaatiojärjestelmällä ohjataan ja säädetään muun muassa ilmastointikoneita, lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmiä, valaistuksia ja saattolämmityksiä. Lisäksi automaatioon liitetään usein erilaisia hälytystietoja, kuten palohälytys ja rikosilmoitinjärjestelmänhälytys. Rakennusautomaatioon kytketään erilaisia mittauksia, ohjauksia, säätöjä ja tilatietoja sekä hälytyksiä. Mittaus- ja tilatietojen perusteella ohjataan eri toimintoja.

2.1 Automaatiojärjestelmän hyödyntäminen

Kiinteistön huolto- ja ylläpitohenkilöstö voi käyttää päivittäin automaatiojärjestelmää. He tarkastelevat ja muuttavat asetusarvoja sekä aikaohjelmia. Automaatiojärjestelmät keräävät koko ajan laitteista ja toiminnoista mittaustietoja, jotka tallennetaan muistiin mahdollista myöhempää käyttöä varten.

Kiinteistöhoitohenkilöstön tehtävänä on pitää rakennusautomaation avulla sisäilma mahdollisimman hyvänä, seurata kulutuslukemia, valvoa taloteknisiä laitteita ja minimoida vahingot kiinteistössä ja sen laitteissa. Järjestelmä valvoo itse kiinteistön laitteita, joten jatkuvaa valvomopäivystystä ei tarvita. Järjestelmän havaitessa vian tai häiriön se ilmoittaa siitä ylläpitävälle henkilölle. (Rakennusautomaation peruskorjauksen toteutus 2015, 2-3.)

Järjestelmään voidaan liittää energiamittauksia, joista saadaan raportit. Näistä raporteista voidaan esimerkiksi seurata mahdollisia energiakulutuksen nousuja minkä perusteella voidaan kehittää ja parantaa järjestelmän energiatehokkuutta. Raporteista voidaan myös päätellä jonkin laitteen vioittuneen ja tämän perusteella lähteä hakemaan syytä energiakulutuksen nousulle.

Oikein käytettynä ja säädettynä automaatiojärjestelmällä voidaan säästää huomattavia summia kiinteistön ylläpitokustannuksissa. Pienikin muutos ilmastointikoneen tai lämmitysjärjestelmän asetusarvoihin voi muuttaa kiinteistön energiatehokkuutta merkittävästi.

Ilman kunnollista ja oikein toimivaa automaatiojärjestelmää osa energiatehokkaaksi rakennetun kiinteistön hyödyistä voi jäädä saavuttamatta. (Rakennusten automaation vaikutus energiatehokkuuteen 2012). Energiatehokkuuteen voidaan katsoa automaatiolla olevan kolme roolia:

- Prosessit voidaan suunnitella niin, että energiatehokkuus optimoituu, kun käytetään automaatiota hyväksi.
- Energiahukka minimoituu, kun järjestelmään saadaan heti hälytys virheellisesti toimivasta laitteesta ja saadaan huoltohenkilö heti paikalle.
- Kiinteistön toimintaa ja käyttäytymistä voidaan paremmin hallita ja toimintoja voidaan kehittää automaatiojärjestelmän keräämän trendiseurannan perusteella. (Härkönen ym. 2012, 51.)

Kiinteistölle on yleensä määritelty kulutustaso, johon energiaseuranta perustuu. Kulutustaso voi määräytyä edellisten vuosien kulutuksien mukaan tai rakennuksen suunnitteluvaiheessa tehtyjen mitoitusten mukaan. Kiinteistöille voidaan määrittää ominaiskulutustasot, joihin pyritään esimerkiksi lämmitysenergian osalta. Kulutustavoitteiden laatimisessa otetaan huomioon sisäilmavaatimusten mukaiset ilmapirrat ja lämpötilat. (Rakennusautomaatiojärjestelmän hyödyntäminen 2007, 3.)

Automaatiojärjestelmällä voidaan nykypäivänä kerätä mittaus- ja ohjaustietoja lähes rajattomasti parantuneen tallennuskapasiteetin ansiosta. Prosessien tärkeimpiä mittauksia ja ohjauksia kannattaa liittää historiatallennukseen. Häiriötilanteissa voidaan tarkastella historiatietoja ja niiden perusteella hakea vikaa prosesseista. Mittaustietojen perusteella voidaan säätää kiinteistön eri prosessien tehoja käyttöasteen mukaan, kuten ilmanvaihdon tehon säätö hiilidioksidimittauksen tai lämpötilamittauksen perusteella. Ulkovalojen ohjaus voidaan valoisuudenmittaustiedon perusteella sytyttää ja sammuttaa. Tällöin voidaan säätää kullekin

valoisuuden ohjaukselle omat valoisuusrajat, eikä tarvitse sytyttää kaikkia valoja turhaan. (Rakennusautomaatiojärjestelmän hyödyntäminen 2007, 4-7.)

Järjestelmien kerätessä paljon tietoa laitteistoja voidaan suojata helposti. Eri koneet ja laitteet voidaan sammuttaa kiinteistössä muualla tulleen hälytyksen takia, ennen kuin ne ovat ehtineet aiheuttaa vahinkoa muille laitteille. Esimerkiksi ilmastointikone voidaan sammuttaa heti, kun lämmitysjärjestelmässä havaitaan vika. Näin voidaan säästyä parhaimmassa tapauksessa ilmastointikoneen lämmityspatterin jäätymiseltä ja puhkeamiselta. (Rakennusautomaatiojärjestelmän hyödyntäminen 2007, 7.)

3 AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN RAKENNE

Automaatiojärjestelmä voidaan jakaa kolmeen ryhmään: hallinto- ja valvomota-soon, alakeskustasoon ja kenttätasoon (Härkönen ym. 2012, 93.) Nämä pitävät sisällään kaikki järjestelmään kuuluvat laitteet kentältä valvomoon asti.

3.1 Hallinto- ja valvomotaso

Hallintotasolla tarkoitetaan valvomoa, joka voi olla paikallisvalvomo tai etävalvomo. Paikallisvalvomolla tarkoitetaan kiinteistössä olevaa valvomoa ja etävalvomolla tarkoitetaan jossain kauempana olevaa valvomoa, joka yleensä liitetään laajakaistatekniikkaa hyväksi käyttäen. Valvomoon saadaan hälytykset ja prosesseja voidaan seurata graafisista prosessikuvista. Lisäksi käyttäjä voi muuttaa koneen toimintoja, kuten asetusarvoja ja aikaohjelmia. (Härkönen ym. 2012, 94.) Automaatiojärjestelmä ei tarvitse toimiakseen tätä tasoa.

3.2 Alakeskustaso

Automaatiotasolla tarkoitetaan kiinteistöissä olevia alakeskuksia ja niissä olevia I/O-moduuleja. Alakeskuksissa olevissa prosessoreissa on itse ohjelmat, jotka hoitavat järjestelmään kytkettyjen laitteiden prosesseja, kuten ilmastointikonetta. Kommunikointi automaatiotasolla tapahtuu yleensä LAN-verkon kautta TCP-IP-protokollaa käyttäen. (Härkönen ym. 2012, 94) Alakeskusten välistä liikennettä sekä alakeskuksen ja valvomon välistä väylää kutustaan automaatiioväyläksi (Kiinteistöjen tiedonsiirtoväylät 2017, 11).

3.3 Kenttätaso

Kenttätaso pitää sisällään toimilaitteet ja anturit. Anturit mittaavat mitattavaa suu-retta ja lähettävät tiedon reaaliajassa alakeskukseen. Alakeskuksessa ovat prosessorit vertaavat mittaustuloksia asetusarvoihin ja tekevät sen jälkeen ohjel-moidun tapahtuman. Kenttätasolla voi olla integroituja säätimiä esimerkiksi ilmas-tointikoneissa ja hajautettuja I/O-moduuleita, jotka kommunikoivat väylää pitkin alakeskusten kanssa. Lisäksi kentällä voi olla taajuusmuuttajia ja pumppuja, jotka liitetään automaatiojärjestelmään I/O-moduulien tai väylää pitkin. (Härkönen ym.

2012, 94) Tiedonsiirtoa kenttälaitteilta alakeskukseen kutsutaan kenttäväyläksi (Kiinteistöjen tiedonsiirtoväylät 2017, 11).

Alakeskuksissa oleville I/O-moduuleille kytketään kaikki kentällä olevat anturit ja toimilaitteet sekä automaatiojärjestelmästä eteenpäin lähtevät ohjaukset ja säädöt. I/O-moduuleille kytkettävien fyysisten pisteiden tyypit ovat DI, DO, AI ja AO.

DI-pisteet ovat kytkintietoja, jotka ovat yleensä tilatietoja ja hälytyksiä. Pisteet kytketään potentiaalivapailta koskettimilta. Kosketintieto voi olla avautuvalta tai sulkeutuvalta kärjeltä. DO-pisteet ovat ohjauspisteitä, joilla yleensä annetaan jollekin laitteelle lupa lähteä käyntiin.

AI-pisteet ovat mittauspisteitä, joihin kytketään kentällä olevat anturit. Anturit voivat olla vastus- tai lähetintyyppisiä. Vastusarvoa mitattaessa yleisimmät ovat NTC- ja PTC-tyypin anturit. Anturit, jotka lähettävät mittaussignaalin, ovat joko 0-10 VDC tai 4-20 mA viestejä. (Härkönen ym. 2012, 106.) AO-pisteet lähettävät jännite- tai mA-viestin toimilaitteille, kuten esimerkiksi venttiilimoottoreille.

3.4 Kenttälaitteet

Kenttälaitteilla tarkoitetaan automaatiojärjestelmässä peltimoottoreita, venttiilimoottoreita ja antureita. Pelti- ja venttiilimoottorit ovat yleensä käyttöjännitteeltään 24 VDC/VAC tai 230 VAC. Anturit ovat yleensä vastusmittauksia tai lähetintyyppisiä.

3.4.1 Anturit

Suurin osa antureista, joita rakennusautomaatiojärjestelmään kytketään, ovat lämpötila-antureita. Mittaus perustuu resistanssin muutokseen anturielementissä. Riippuen resistanssin muutoksen suunnasta suhteessa lämpötilaan, kutsutaan antureita NTC- tai PTC-antureiksi. Kun lämpötilan nousee ja resistanssi laskee, kyseessä on NTC-anturi. Vastaavasti, jos lämpötila sekä resistanssi nousevat, on kyseessä PTC-anturi. Tavallisimpia rakennusautomaatiossa käytettyjä anturielementtejä on Pt100, Pt1000, Ni1000, NTC10k ja NTC20k. Elementit valmistetaan platinasta tai nikkelistä anturielementistä riippuen. (Härkönen ym. 2012, 115.)

Asennuspaikan ja lämpötila-alueen perusteella on valittavissa erilaisia antureita. Tyypillisimpiä lämpötila-antureiden mittauspaikkoja rakennusautomaatiossa ovat huoneilma, ulkoilma, ilmastointikanava sekä erilaisten nesteiden mittaukset putkesta tai pinta-anturilla putken pinnasta. Antureiden kotelointi voi olla IP21, IP52 tai Atex-tiloihin sopivia. (Härkönen ym. 2012, 116-117.)

Antureita voi olla myös lähetintyyppisiä. Lähetintyyppiset anturit lähettävät mitaussignaalin alakeskukseen. Mittaus signaali on 0-10 VDC tai 4-20mA. Tyypillisimpiä lähetinmittauksia ovat kanavistojen painemittaukset, hiilidioksidimittaus, kosteusmittaukset, kaasuanturit ja valoisuudenmittaukset. (Härkönen ym. 2012, 117-118.)

Lisäksi rakennusautomaatiossa on alkanut yleistyä langattomat anturit. Sopimukset lisenssivapaista taajuuskaistoista on helpottanut antureiden käyttöä. Näitä taajuusalueita kutsutaan ISM-taajuusalueiksi. 443 MHz, 868 MHz, ja 2,46 MHz ovat yleisimpiä alueita. Langattomien antureiden käytöllä on useita niitä puoltavia etuja, kuten nopea ja helppo asennus, kaapeleiden säästö, muunneltavuus ja sijoittelun vapaus. Yhtenä huonona puolena on häiriöherkkyys. Käytössä olevia tiedonsiirtotekniikoita ovat WLAN, Bluetooth, Zigbee, ENOcean ja NFC. (Härkönen ym. 2012, 121-123.)

3.4.2 Toimilaitteet

Ilmapuolen peltien sekä nestevirtojen venttiilien ohjaamiseen tarvitaan toimilaitteita. Toimilaitteet ovat portaattomasti tai on/off ohjattavia. Portaattomasti säädeytyt toimilaitteet ohjataan 0-10 VDC-ohjausviestillä tai 3-pisteohjauksella. Toimilaitteet voivat olla käyttöjännitteeltään 24 VDC tai 230 VAC. Ennen rakennusautomaatiossa ovat käytössä olleet myös pneumaattiset toimilaitteet. Pneumaattisten toimilaitteiden käyttö on vähentynyt kalliiden paineilmaverkostojen takia. (Härkönen ym. 2012, 123-124.)

Ilmastoinnissa peltien toimilaitteet ovat joko on/off -tyyppisiä tai 0-10 VDC ohjattavia. Peltimoottoreita käytetään raitis- ja poistoilmakanavissa sekä LTO (lämmöntalteenotto) ja kiertoilma ratkaisuisissa. Raitis- ja poistoilmakanavissa yleensä

käytetään jousipalautteisia toimilaitteita. LTO ja kiertoilma järjestelmissä käytetään yleensä 0-10 VDC ohjauksella olevia toimilaitteita. (Härkönen ym. 2012, 125-126.)

Vesiverkostojen säätöventtiilit ovat yleensä istukkaventtiileitä tai palloventtiileitä. Istukkaventtiileissä mekaaninen ohjaus tapahtuu lineaarisesti ja palloventtiileissä kiertämällä. Venttiilien yleisimpiä iskunpituuksia ovat 2,5 mm, 6 mm, 20 mm ja 40 mm. Palloventtileiden liikerata on 90 astetta. Käyttö kohteesta riippuen toimilaitteet ovat nopeudeltaan 30-120 s. (Härkönen ym. 2012, 125-126.)

3.5 Taajuusmuuttajakäytöt rakennusautomaatiossa

Taajuusmuuttaja on kehitetty nopeuden säätöön vaihtovirta moottoreille. Taajuusmuuttaja muuttaa moottorille menevää taajuutta ja jännitettä. Rakennusautomaatiossa taajuusmuuttajia käytetään yleensä ilmastointikoneiden puhaltimien ja erilaisten vesiverkostojen pumppujen säätöön. (Härkönen ym. 2012, 127.) Taajuusmuuttajat liitetään yleensä I/O-liitynnöillä automaatioon. Toinen vaihtoehto liittämiseen automaatiojärjestelmiin on erilaiset väyläratkaisut, kuten Bacnet tai Modbus. (Härkönen ym. 2012, 127.)

Taajuusmuuttaja on energiatehokas vaihtoehto suoralle käytölle. Ilmanvaihtoa voidaan säätää todellisen tarpeen mukaan mittaamalla huoneilman lämpötilaa, hiilidioksidia, läsnäoloa ja samalla varustamalla ilmanvaihtokoneet taajuusmuuttajalla. (Taajuusmuuttajakäytöt rakennusautomaatiossa 2010, 3-4).

3.6 Automaatiojärjestelmien kaapelointi

Kenttälaitekaapeloinnit suoritetaan yleensä KLMA- tai NOMAK-kaapeleilla. Yleensä automaatiojärjestelmän 230 V ohjaukset tehdään MMO- tai MMJ-kaapeleilla ja 24 V ohjaukset NOMAK-kaapelilla. Kenttälaitteita, joissa tiedonsiirto tapahtuu väylää pitkin, on markkinoilla vähän. Yleisempiä protokollia tai väyliä kenttälaitteiden ja alakeskusten väliseen tiedonsiirtoon on Modbus, KNX ja Bacnet. (Härkönen ym. 2012, 134-135.)

3.7 Etäkäyttö ja tietoturva

Nykyisin automaatiojärjestelmiä halutaan käyttää myös etänä. Kiinteistön ylläpito henkilöt haluavat päästä hallitsemaan ja ohjaamaan automaatiojärjestelmiä jostain muualta kuin kohteesta. Etäyhteys helpottaa kiinteistön ylläpitoa, nopeuttaa ja vikojen korjausta sekä helpottaa energiatehokkuuden seuranta. Etäyhteys muodostetaan yleensä internetin välityksellä. Alakeskukset voidaan yleensä kytkeä suoraan internetiin. Tämä on yksinkertaisin ratkaisu, mutta tätä ei suositella tietoturvan takia. Tällä tavalla internettiin kytketyt laitteet ovat kaikkien käytettävissä. Rakennusautomaatiovalvomoon voidaan myös luoda etäyhteys, tällöin se tapahtuu jollakin etätyöpöytäohjelmistolla. (Rakennusautomaation tietoturva 2017.)

4 FIDELIX AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ

Fidelix on kotimainen rakennusautomaatio- ja turvajärjestelmiä tekevä yritys. Yritys on perustettu 2002. Fidelixin pääkonttori sijaitsee Vantaalla, jossa on tuotekehitys- ja tuotantoyksiköt. Fidelixillä Suomessa on 12 aluekonttoria ja 40 jälleenmyyjää. Suomen lisäksi Fidelix vie tuotteita ulkomaille Norjaan, Ruotsiin, Intiaan, Iso-Britanniaan, Baltiaan, Venäjälle, Lähi-itään, Kiinaan ja Koreaan. Vuonna 2016 Fidelixin liikevaihto oli 20 m€. (Fidelix Oy 2017g.)

Fidelixin automaatiojärjestelmä käsittää erilaisia keskusyksiköitä ja siihen liitettäviä I/O-moduleita. Lisäksi järjestelmään voidaan liittää Multi-24 ja Multi-16 kenttäohjaimia, joita voidaan käyttää esimerkiksi hotellihuoneissa ja kaukolämpöratkaisuissa. Multilink mediamuuntimella voidaan yhdistää Ethernet, M-Bus, Modbus ja RS-232 liittymää käyttävät laitteet. MultiDISPLAY huonepäätteet ovat kosketusnäyttöllisiä vapaasti ohjelmoitavia näyttöjä. (Fidelix Oy 2017g.)

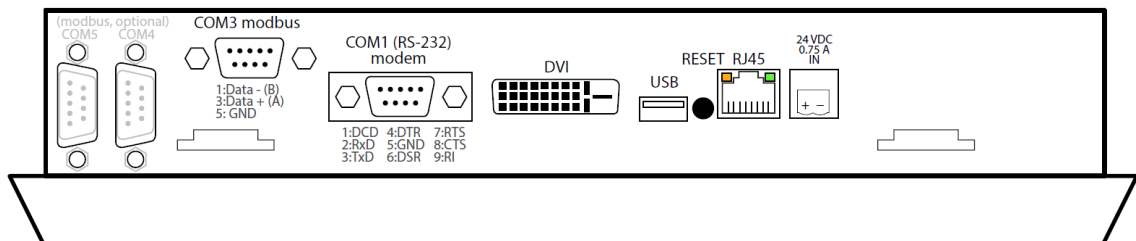
4.1 FX2030A keskusyksikkö

Keskusyksikkö on vapaasti ohjelmoitava (Kuva 1). Käyttöjärjestelmänä toimii Windows CE Professional ohjelmisto. Automaatiojärjestelmän käyttö tapahtuu FX2030A-keskuskusyksikössä olevasta 10,4” kosketusnäytöstä, graafisen käyttöliittymän kautta. Keskusyksikkö liitetään järjestelmän I/O-moduulien kanssa yhteen Modbus RTU-protokollalla. Tähän samaan Modbus-väylään voidaan liittää muita samaa Modbus-protokollaa käyttäviä laitteita esimerkiksi energiamittareita, pumppuja ja taajuusmuuttajia. Lisäksi erillisen Fidelix Multilink mediamuuntimen kautta voidaan liittää M-bus väyliä tai mahdollisesti lisää Modbus-väyliä. (Fidelix Oy 2017f.)



Kuva 1. Fidelix keskusyksikkö (Fidelix Oy 2017a)

Yhteen keskusyksikköön voidaan liittää 2000 fyysistä tai ohjelmallista pistettä. Muita liityntöjä on RJ45-ethernet, DVI ja USB (Kuva 2). Ethernet portilla voidaan mm. automaatiojärjestelmä kytkeä ATK-verkkoon, jolloin etäkäyttö on mahdollista. DVI-liitännällä voidaan kytkeä erillinen näyttö sekä USB-porttiin voidaan liittää hiiren tai näppäimistön. Lisäksi keskusyksikköön voidaan liittää GSM-moдеми jatkohälytyksiä varten. Keskusyksikkö tarvitsee toimiakseen 24 VDC:n käyttöjännitteen. (Fidelix Oy 2017f)



Kuva 2. Keskusyksikön liitynnät (Fidelix Oy 2017f)

4.2 I/O –moduulit

Yhteen keskusyksikköön voidaan liittää 63 moduulia (Fidelix Oy 2017g). Moduulit ovat DIN-kiskoon asennettavia. I/O-moduuleja on AI8, AO8, DI16 ja DO8. Jokaiselle moduulille annetaan oma Modbus-osoite 1-63 väliltä (Fidelix Oy 2017f). Osoite annetaan jokaiselle kortilla olevasta dip-kytkimistä. Kortit toimivat 24 VDC:n käyttöjännitteellä. Lisäksi korteilla olevista dip-kytkimistä valitaan modbus-

väylänopeus, joka voi olla 9600bps, 19200bps, 38400bps tai 57600bps. Moduuleissa on jokaiselle pisteelle pikaliitin, joka on helpottaa kytkemistä. (Fidelix Oy 2017d.)

4.2.1 AI -8 moduuli

AI-8 moduulissa on kahdeksan analogista sisääntuloa (Kuva 3). Moduuliin voidaan kytkeä resistiivisiä antureita, jänniteviestejä (0(2)-10v) ja virtasilmukoita (0(4)-20mA). Valinta mittausviestin tyypistä tehdään kortilla oikosulkupaloilla. Jokaiselle pisteelle voidaan määritellä haluttu viesti tyyppi. (Fidelix Oy 2017a.)



Kuva 3. AI-8 moduuli (Fidelix Oy 2017g)

4.2.2 AO -8 moduuli

AO-8 moduulissa on kahdeksan jänniteohjaus pistettä (Kuva 4). Moduuli antaa 0-10 voltin jänniteviestin (Fidelix Oy 2017b). Kortilla voidaan ohjata mm. venttiilimoottoreita, pumppuja ja taajuusmuuttajia.



Kuva 4. AO-8 moduuli (Fidelix Oy 2017g)

4.2.3 DI-16 moduuli

DI-16 moduuli on digitaalisia tuloja varten (Kuva 5). Moduulissa on 16 kytkentä pistettä, johon voidaan kytkeä potentiaalivapaita hälytys ja tilatieto signaaleja. Digitaalisilla tiedoilla voidaan viestittää automaatiojärjestelmää esimerkiksi taajuusmuuttajien ja pumppujen käynnistä. (Fidelix Oy 2017d.)



Kuva 5. DI-16 moduuli (Fidelix Oy 2017g)

4.2.4 DO-8 moduuli

DO-8 moduuli on digitaalisia ohjauksia varten (Kuva 6). Moduulissa on kahdeksan potentiaalivapaata releettä. Jokaiselle releelle on käsi käyttökytkin ja led-valo ilmaisemaan releen tilaa. Käyttökytkimestä voidaan rele ohjata seis-, päälle- tai

automaatiotilaan, jolloin rele toimii automaatiojärjestelmän ohjelman mukaan. (Fidelix Oy 2017e.)



Kuva 6. DO-8 moduuli (Fidelix Oy 2017g)

4.2.5 Combi -36 moduuli

Combi-36 moduuli on yhdistelmä kortti, jossa on 36 pistettä seuraavasti (Kuva 7):

- 12 digitaalista sisääntuloa
- 8 digitaalista ulostuloa
- 8 analogista sisääntuloa
- 8 analogista ulostuloa (Fidelix Oy 2017c.)



Kuva 7. Combi-36 moduuli (Fidelix Oy 2017g)

4.3 Ohjelmointi

Ohjelmoinnissa käytetään PLC-ohjelmoinnin avointa IEC 61131-3 standardia (Fidelix Oy 2017g.) Ohjelmointi ohjelmana käytetään Infoteam Open PCS ohjelmaa. Ohjelmoinnissa luetaan pistetietokannasta pisteitä sekä kirjoitetaan pisteille arvoja.

Kuvassa 8 on ohjelma, jossa on hiilidioksidi mittauksen perusteella tehostus ilmastointikoneelle. Ohjelmassa hiilidioksidi mittauksen noustessa ilmastointikone menee täydelle teholle. Ohjelman aluksi luetaan tarvittavat muuttujat, joita on hiilidioksidimittaus, tehostus raja ja hystereesi. Sen jälkeen on ohjelman kirjoitus, jossa verrataan muuttujia keskenään. Lopuksi ohjelman tulos kirjoitetaan fiktiiviseen pisteeseen ” 01_TK01_TehostusRAJ_FI”. Tätä pistettä käytetään IV-koneen ohjausohjelmassa, joka ohjaa koneen täydelle teholle.

```

CO_mittaus := getanalogpointf('01_TK01_CO20_M');
tehostusraja := getlimitf(2, '01_TK01_CO20_M');
hystereesi := getlimitf(3, '01_TK01_CO20_M');

(* CO-tehostus, jos CO-mittaus yli raja-arvon IV-kone täydellä teholla *)
if CO_mittaus < (tehostusraja - hystereesi) then
    tehostus := 0;
elsif CO_mittaus > (tehostusraja + hystereesi) then
    tehostus := 1;
end_if;

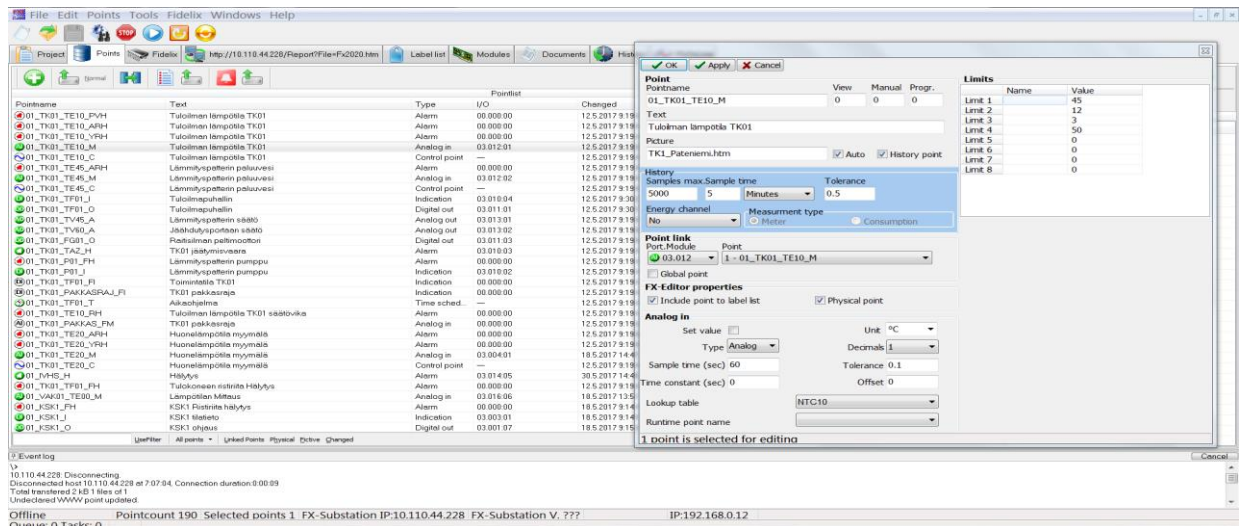
i := setdigitalpointf(tehostus, 1, '01_TK01_tehostusRAJ_FI');

```

Kuva 8. CO2-tehostus ohjelma

4.4 Pistetietokanta

Pistetietokanta tehdään FX-editor ohjelmalla (Kuva 9). Ohjelmassa määritellään kullekin pisteelle pistetunnus sekä onko kyseessä fyysinen vai ohjelmallinen piste. Pisteestä riippuen pisteille määritellään muun muassa hälytysviive, hälytys prioriteetti, säätöpisteen viritysarvot, ohjauksien viiveitä, tilatiedon tai hälytyksen polariteetti, mittauspisteiden anturitaulukot ja mittauspisteen tyyppi. Kuvasessa 9 on pistetietokannan luonti, jossa määrittelyssä tuloilman lämpötila, jonka pistetunnus on "01_TK01_TE10_M". Pistetietokanta ladataan alakeskukseen ethernet yhteydellä. Kun pistetietokanta on tehty, saadaan ohjelmasta alakeskukseen kytkentäkuvat.

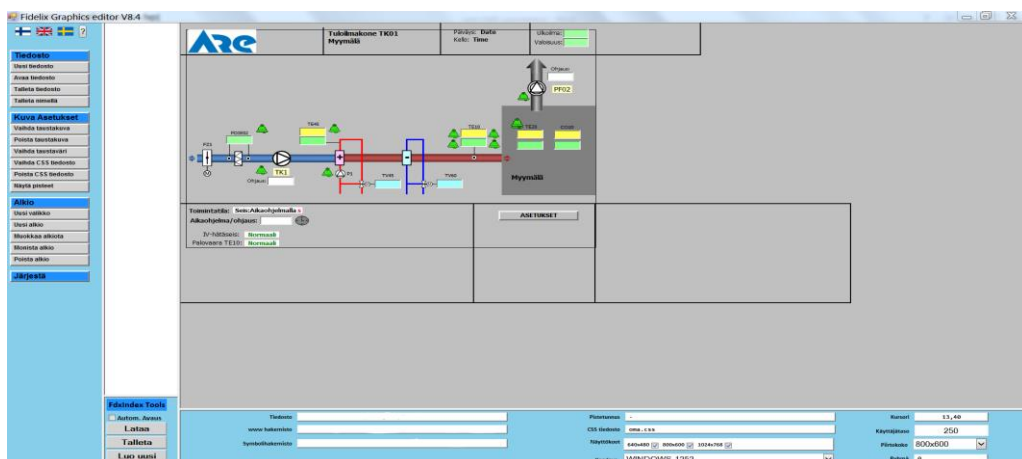


Kuva 9. FX-editor ohjelma

4.5 Grafiikkakuvien piirto

Grafiikkakuvien tarkoituksena on ilmaista ja selventää automaatiojärjestelmän liitettyjen laitteiden sen hetkinen toiminta. Alakeskuksen grafiikka kuvat piirretään Fidelix Graphics editor ohjelmalla. Ohjelmalla piirretään valmiita symboleita käyttäen grafiikka kuvia.

Kuviin liitetään pistetietokannassa tehtyjä pisteitä. Liitetyn pisteen arvo tulee näkymään reaaliajassa kuvaan. Kuvassa 10 on esimerkki kuva ilmastointikoneen piirretystä grafiikasta. Kuvaan on liitettyä ilmastointikoneen mittaustietoja, asetusrvoja, ohjauksien tilat, puhaltimen pyörimisen tilatieto, aikaohjelma sekä linkki erilliselle asetusarvo sivulle, jossa määritellään lämpötila-antureiden raja-arvoja.



Kuva 10. Ilmastointikoneen grafiikkakuva

5 KIIINTEISTÖN KARTOITUS

Taloteknisten järjestelmien läpikäynti kohteessa on välttämätöntä rakennusautomaatiojärjestelmän uusimisen yhteydessä, sillä vanhojen kuvien paikkaansa pitävyys voi olla epävarmaa. Kiinteistön laitteistoihin ja kytkentöihin on voitu tehdä muutoksia, joita ei ole päivitetty kuviin. Lisäksi kiinteistöä läpikäydessä selvitetään vanhojen kaapelointien mahdollinen hyödynnettävyys. Tässä on kuitenkin otettava huomioon uusien laitteiden vaatimukset kaapeleille. (Rakennusautomaation peruskorjauksen toteutus 2015, 3-4.)

Vanhojen ilmastointi- ja lämmitysjärjestelmien toimilaitteiden sekä antureiden hyödyntäminen saneerauksessa on yleensä mahdollista. Analogisilla (0-10 VDC tai 4-20 mA) viesteillä toimivat toimilaitteet voidaan hyödyntää, jos niiden kunto on hyvä ja käyttöikä on vielä jäljellä. Lämpötiloja ja pitoisuuksia mittaavien antureiden ja lähettimien hyödyntäminen on yleensä mahdollista. Tässäkin on syytä ottaa huomioon laitteiden kunto ja ikä. (Rakennusautomaation peruskorjauksen toteutus 2015, 4.)

Kiinteistössä on tällä hetkellä yksikkösäätimiä ilmanvaihtokoneessa ja lämmönjakokeskuksessa sekä sähkökeskuksissa olevia kytkentäkelloja, jotka ohjaavat poistopuhaltimia sekä valojen ohjauksia. Lisäksi kiinteistössä on muutama erillispiste, jotka liitetään automaatiojärjestelmään. Kartoituksessa käydään läpi kiinteistössä olevat laitteet, jotka on tarkoitus liittää uuteen automaatiojärjestelmään. Selvitetään laitteiden toiminta sekä kartoitetaan antureiden ja toimilaitteiden kunto ja ikä mahdollista uusintaa varten.

5.1 Tuloilmakone

Kiinteistössä on yksi tuloilmakone TK1. Koneen vaikutusalueena on keittiö- ja myymälätilat. Ilmastointikone on merkiltään AM-AIR AMCV-80 ja se on asennettu 2007. Tuloilmakonetta ohjaa Ouman EH-105 säätölaitekeskus. Tuloilmakoneessa tuloilmanlämpötilan säätö tapahtuu lämmitys- ja jäähdytysportilla. Lämmitysporras on toteutettu koneessa olevalla vesipatterilla, joka saa lämpönsä

kiinteistön kaukolämpöpaketista. Lämmityspatterin lämpötilaa säädetään venttiilimoottorilla, jota ohjataan 0-10 VDC säätöviestillä. Venttiilimoottori on Siemens SQS.

Jäähdytysporras on toteutettu koneessa olevalla patterilla, jossa kiertää glykoli. Jäähdytysportaassa on Daikin-säätökeskus, jota Ouman-säätölaitekeskus ohjaa 0-10 VDC viestillä. Tuloilmakoneen tuloilman lämpötila asetusarvo oli 21 astetta, joka oli vakioasetusarvo. Tuloilmapuhaltimen nopeudensäätö tapahtuu taajuusmuuttajalla, joka on ABB ACS150-03E-05A6-4. Taajuusmuuttajaa ohjataan hitaan- ja täydentehon ohjauksilla taajuusmuuttajan I/O-kortille.

5.2 Poistoilmapuhaltimet

Poistoilmapuhaltimia kiinteistössä on viisi kappaletta. Myymälätiloissa on tuloilmakoneen TK1 kanssa rinnan käyvä PF-1 poistopuhallin, joka on 2-nopeuksinen. Sosiaali- ja toimistotilojen poistopuhallin PP4 on 2-nopeuksinen, jota ohjataan toimistossa olevilla painonapeilla. Keittiön huuviin poisto PF03 on 2-nopeuksinen, jota käyttäjät ovat ohjanneet keittiössä olevasta kytkimestä. Lisäksi huolto- ja pesuhalleissa on poistopuhaltimet PF2.1 ja PF6.1, jotka ovat 2-nopeuksisia. Poistopuhaltimille on ulkotermostaatti, joka ohjaa -10 asteen jälkeen puhaltimet hitaalle nopeudelle.

5.3 Lämmitysjärjestelmät

Kiinteistössä on lämmitysjärjestelmänä kaukolämpö. Kiinteistöön tuleva kaukolämpö lämmittää siirtimien kautta kiinteistön lämmitysjärjestelmissä kiertävän veden. Lisäksi pääsisäänkäynnin luona, sekä huolto ja pesuhalleissa on kiertoilmapuhaltimet, joita ohjataan huonetermostaatin ohjaamana.

5.4 Kaukolämpöpaketti

Kaukolämpöpaketti on uusittu 2010, jolloin myös automatiikka on uusittu. Automaatiosäätimenä on Danfoss. Kaukolämpöpaketissa on 2-piiriä, käyttövesi ja

lämmitysverkosto. Lämmitysverkostoon kuuluvat lämmityspatterit, kiertoilmakoneet ja ilmastointikoneen lämmityspatteri. Käyttöveden- ja lämmityspiirin säätö on toteutettu 230 voltin 3-piste moottoreilla.

5.5 Kiertoilmapuhaltimet

Kiertoilmapuhaltimia kiinteistössä on kuusi kappaletta. Kiertoilmapuhaltimet sijaitsevat myymälän eteisessä, huoltohalleissa, joita on kaksi kappaletta, sekä pesuhallissa, jossa puhaltimia on kolme kappaletta. Pesuhallin puhaltimet toimivat yhden anturin ohjaamana. Kiertoilmakoneet toimivat tällä hetkellä kyseisen koneen vaikutusalueella olevan termostaatin ohjaamana. Termostaatin kytkentälämpötilat olivat säädetty 15 -18 asteeseen. Kiertoilmakoneiden ohjaukset menivät JK3:sta ja sähköpääkeskuksesta

5.6 Valojen ohjaus

Ulkovalojenohjaus tapahtuu kytkentäkellon tai ulkoilman valoisuuden perusteella. Jokaisella valo-ohjaukselle oli sähkökeskuksessa ohjauskytkin, josta tehdään valinta näiden kahden ohjaustavan väliltä. Lisäksi kytkimistä pystyi ohjamaan valot pakko-ohjatuksi päälle tai pois. Valojen ohjauksia ovat mm. pylväsvalot, rakennuksessa olevia valoja, mainosvaloja ja mittarikentällä olevia valoja.

5.7 Erillispisteet

Kiinteistössä muita liitettäviä laitteita on turvavalokeskuksen hälytys, kylmäkaapin lämpötila ja kylmän veden mittaus. Turvavalokeskus on merkiltään Teknoware. Keskuksessa on valmiina hälytyskosketin, josta hälytystieto saadaan siirrettyä automaatiojärjestelmään. Kiinteistössä olevasta kylmäkaapista halutaan lämpötilan hälytys automaatioon, jolloin saadaan hälytys lämmentyneestä kylmiöstä.

6 SANEERAUKSEN SUUNNITTELU

Kohteessa tehdyn kartoituksen perusteella suunniteltiin, miten kohteessa olevat laitteet ja toiminnot tulevat toimimaan. Näiden suunnitelmien perusteella luotiin tarvittavat piirustukset, kuten kaapelivetoluettelo, alakeskuksen kytkentäkaaviot ja riviliitinkotelon kytkentäkuvat asennusta varten.

6.1 Tuloilmakone

Ilmastointikoneen säädin Ouman EH-105 puretaan, ja antureiden sekä toimilaitteiden johdotukset uusitaan alakeskukseen. Ilmastointikone ja siihen liitetyt toimilaitteet ovat suhteellisen uusia, joten olemassa olevat toimilaitteet päätettiin olla uusimatta. Ilmastointikoneen lämpötila-anturit uusittiin. Koneen tuloilman lämpötilan säätö muutettiin huoneilman lämpötilan mukaan säätyväksi, jotta tuloilman lämmitys olisi tarpeen mukaista. Koneen vaikutusalueelle lisättiin Pro dual HDH-lähetin, joka mittaa huoneilman lämpötilaa ja hiilidioksidipitoisuutta. Lähetin lähettää mittausviestin mitattavista suureista automaatiojärjestelmään 0-10 VDC mittausviestillä. Hiilidioksidipitoisuusmittauksen perusteella tehostetaan koneen käynti aikaohjelman ulkopuolella täydelle teholle.

Alakeskukseen lisättiin Pro dual JVS 24 jäätymisvaaratermostaatti. Termostaatti valvoo lämmityspatterissa kiertävää vettä jäätymiseltä. Lämpötilan mennessä liian alas termostaatissa oleva rele avautuu ja pysäyttää koneen, sekä antaa hälytyksen automaatiojärjestelmään. Termostaatissa on käsin aseteltavissa oleva hälytysraja sekä ennakoinnin aloituksen säätö.

Lämpötila-antureista tehtiin ylä- ja alarajahälytykset ohjelmallisesti. Puhaltimen taajuusmuuttajalta kytkettiin tilatieto puhaltimen käynnistä, jonka perusteella tehtiin ohjelmallisesti ristiriitahälytys poikkeavasta käynnistä. Lämmityspatterin pumpun kontaktorilta kytkettiin tilatieto. Pumpun pysähtyessä saadaan hälytys automaatiojärjestelmään, joka estää ilmastointikoneen käynnistymisen. Lisäksi järjestelmään lisättiin ilmastoinnin "häätä-seis"-kytkin, joka pysäyttää ilmastointikoneen sekä poistopuhaltimet. Alakeskuksen ja ilmastointikoneen sähkökeskuksen välille vedetään kaapeli, jota pitkin tilatiedot ja ohjaukset kytkettiin automaatiojärjestelmään.

6.2 Poistoilmapuhaltimet

Poistoilmapuhaltimen PF-1 käynti on aikaisemmin seurannut tuloilmapuhallinta TK1. Tämä sähköinen lukitus purettiin. Ohjaukset siirretään automaatiojärjestelmän releille. Jatkossakin poistopuhaltimen PF-1 ohjaus seuraa tuloilmakonetta, mutta se tehdään ohjelmallisesti. Lisäksi hitaan ja nopean tehon kontaktoreilta kytkettiin tilatiedot, joista tehtiin ohjelmallisesti ristiriitahälytykset poikkeavasta käynnistä.

Poistoilmapuhaltimia PF2.1 ja PF6.1 aikaisemmin ohjannut kytkentäkello ja ulko-termostaatti purettiin. Ohjaukset käännettiin automaatiojärjestelmään. Puhaltimille tehtiin omat aikaohjelmat ja pakkaspudotus ohjelma, joka pienentää puhaltimien nopeudet talvikuukausina hitaalle nopeudelle.

Keittiön poistoilmapuhallin PF03 on aikaisemmin ohjattu keittiössä olevista kytkimistä hitaalle ja nopealle teholle. Kytkimet purettiin ja tilalle asennettiin lisäaikapainike Pro dual LAP 5, joka kytketään automaatiojärjestelmään. Ohjaukset tehtiin automaatiojärjestelmään. Kytkimestä valitaan kytkentä aika 0-5 tuntia. Puhaltimelle ohjelmoitiin aikaohjelma. Puhaltimen ollessa seis tai hitaalla nopeudella lisäaikapainikkeella saadaan puhallin täydelle teholle. Lisäksi ohjelmoitiin pakkaspudotus.

Sosiaalitilojen poistoilmapuhallinta PP4 aikaisemmin ohjanneet toimistossa olleet painikkeet purettiin. Ohjaukset käännettiin automaatiojärjestelmään. Toimistoon lisättiin Pro dual LAP 5 painike. Kytkimestä valitaan kytkentä aika 0-5 tuntia. Puhaltimelle ohjelmoitiin aikaohjelma. Aikaohjelman ollessa seis tai hitaalla nopeudella, lisäaikapainikkeella saadaan puhallin täydelle teholle. Lisäksi ohjelmoitiin pakkaspudotus.

6.3 Lämmönjako

Lämmönjakopaketissa lämpötiloja säätävä Danfoss-säädin purettiin. Lämmönjakopaketissa olevat anturit ja toimilaitteet johdotetaan uuteen alakeskukseen rivi-liitinkotelon kautta, joka asennettiin lämmönjakohuoneen seinälle. Käyttövedenlämpötilan ja lämmitysverkostonlämpötilan lisäksi järjestelmään lisättiin käyttöve-

den kierronlämpötila ja lämmitysverkoston paluuveden lämpötila-anturit. Lämpötila-antureiksi tuli Produal TEP NTC10 -anturit, jotka ovat putken pinnasta mittaavia antureita. Käyttöveden lämpötilan anturiksi tuli Produal TENA NTC 10, joka mittaa lämpötilaa suoraan vesitilasta. Lämmitysverkostoon vaihdettiin aikaisemmin verkoston painetta vahtivan kytkimen tilalle painelähetin, joka mittaa 0-6 bar:in alueella painetta. Tästä mittaus tuloksesta ohjelmoitiin alaraja- ja ylärajahälytykset. Samoin lämpötila-antureista ohjelmoitiin yläraja- ja alarajahälytykset.

Aikaisemmin verkostojen menoveden lämpötilaa säädelleet venttiilimoottorit ovat 230 voltin toimilaitteita. Venttiilimoottorit vaihdettiin käyttöjännitteeltään 24 voltin moottoreihin, joita ohjataan 0-10 VDC säätöviestillä. Koska Belimon mallistosta ei löydy olemassa olevaan venttiiliin sopivaa saneeraustoimilaitetta, täytyi myös itse venttiilit vaihtaa uusiin Belimon säätöpalloventtiileihin. Ulkolämpötila-anturi vaihdettiin valoisuus lähettimeen, joka mittaa lämpötilan lisäksi ulkoilman valoisuutta, jota hyödynnetään valojen ohjauksissa.

6.4 Valo-ohjaukset

Valojen ohjauksia aikaisemmin ohjanneet kello- ja hämäräkytkimet purettiin pois. Valojen ohjauksia tulee 5 kappaletta. Valot ryhmiteltiin seuraavasti:

- pysäköintialueen pylväsvalot
- rakennuksen seinissä olevat valot
- mainosvalot ja opasteet
- mittarikentän valot
- mittarikentän automaatti valot

Jokaista valojen ohjausryhmää voidaan ohjata aikaohjelman, valoisuuden tai aikaohjelman ja valoisuuden yhdistelmän perusteella. Valinta tehdään automaatio-ohjausjärjestelmästä. Aikaohjelmalla ohjatessa järjestelmään annetaan ajat jolloin valot syttyy ja sammuu. Valoisuuden mukaan ohjatessa ulkoseinään asennetun valoisuusanturin mittauksen perusteella valot syttyy ja sammuu. Lisäksi voidaan valita näiden yhdistelmä. Tässä vaihtoehdossa aikaohjelmalla annetaan

ajat, jolloin valot saa syttyä ja valoisuus mittaus sytyttää valot aikaohjelmaan annettujen aikojen salliessa.

6.5 Kiertoilmapuhaltimet

Kiertoilmapuhaltimia ennen ohjanneet huonetermostaatit purettiin. Huonetermostaattien tilalle asennettiin lämpötila-anturi mittaamaan huoneilman lämpötilaa, joka liitettiin automaatiojärjestelmään. Huoneilman lämpötilan perusteella käynnistetään kiertoilmapuhallin. Alakeskuksen ja sähkökeskuksen välille vedettiin ohjaus- ja heikkovirtakaapelit ohjauksia ja tilatietoja varten, lisäksi huoneanturit kaapeloitiin alakeskukseen.

6.6 Erillispisteet

Turvavalokeskuksen hälytys ja kylmän veden mittaus kaapeloitiin automaatiojärjestelmään. Kylmän veden mittarista saadaan pulssitieto automaatiojärjestelmään. Kylmiöön asennettiin lämpötila-anturi. Mittauksesta ohjelmoitiin ylä- ja alarajahälytykset.

6.7 Kaapeliluettelo

Uusista kaapeleista laadittiin kaapelinvetoluettelo (Liite 1). Kaapelinvetoluettelon perusteella asentaja osaa kaapeloida tarvittavat anturit, toimilaitteet ja sähkökeskusten ohjaus- ja heikkovirtakaapelit. Kaapeliluettelosta käy ilmi kaapelin tyyppi ja mihin kaapeli vedetään.

7 AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU

Automaatiojärjestelmän suunnittelu käsittää muun muassa pistelaskennan, alakeskuksen ja moduulikoteloiden suunnittelun, laitevalinnat ja etäyhteyden suunnittelun. Huolellinen suunnittelu edistää projektin etenemistä ja helpottaa asentajien työtä kohteessa.

7.1 Pistelaskenta

Kiinteistössä tehdyn kartoituksen ja saneerauksen suunnittelun jälkeen tehtiin pistelaskenta. Pistelaskennassa lasketaan fyysisesti kytkettävien pisteiden määrä. Fyysisiä pisteitä on 69 kpl. Kytkevät pisteet voivat olla tilatietoja (DI), mittauksia (AI), säätöpisteitä (AO) ja ohjauksia (DO). Pistelaskennan perusteella tiedetään automaatiojärjestelmän I/O-moduulien lukumäärä. Pisteet jakautuivat seuraavasti:

- AI-pisteitä 19
- AO-pisteitä 4
- DI-pisteitä 27
- DO-pisteitä 19

7.2 Alakeskus

Kohteessa vähäisen vapaan seinäpinta-alan takia kaikkia I/O-moduuleita ei saatu mahtumaan yhteen alakeskukseen vaan lisäksi täytyi asentaa moduulikotelo sähköpääkeskukseen. Alakeskus sijoitettiin kiinteistön takatiloihin ilmastointikoneen läheisyyteen. Alakeskuksen koko on 600 cm*600 cm. Keskukseen tuli Fidelix FX2030A keskusyksikkö, jossa on 10.4” kosketusnäyttö. Lisäksi keskukseen tuli kaksi Combi-36 yhdistelmä korttia. Alakeskukseen tuleviin kortteihin kytkettiin ilmastointikoneen, lämmönjaon ja sähkökeskus JK3:ssa olevat laitteet, joita on kolme kiertoilmakonetta ja kaksi poistoilmapuhallinta. Automaatiojärjestelmän paikallinen käyttö tulee tapahtumaan tämän keskusyksikön kautta. Lisäksi järjestelmään muodostettiin etäyhteys.

7.3 Moduuli- ja riviliitinkotelot

Sähköpääkeskukseen asennettiin moduulikotelo. Moduulikoteloon tuleville kortteille kytkettiin sähköpääkeskuksessa ja JK3:ssa olevat valo- sekä poistopuhaltimienohjaukset. Kytkeviä pisteitä oli yhteensä 30. Moduulikoteloon asennettiin DI-16, AI-8 ja kaksi kappaletta DO-8 kortteja. Moduulikortit kytkettiin samaan väylään alakeskuksessa olevien korttien kanssa. Lämmönjakokeskuksen läheisyyteen asennettiin riviliitinkotelo, josta kaukolämpöpaketin mittaukset sekä toimilaitteet jatkettiin alakeskukselle.

7.4 Etäyhteys

Automaatiojärjestelmään rakennettiin etäyhteys. Yhteys luotiin Tosibox-järjestelmällä. Tosibox muodostaa turvallisen yhteyden laitteiden välille (Tosibox 2016). Kohteeseen asennettiin Tosibox Lock 100-laite, johon kytkettiin 4g-modeemi internet yhteyden aikaan saamiseksi. Etäyhteyden käyttäjällä täytyy olla Tosibox avain. Avain kytketään tietokoneen USB-porttiin, jonka jälkeen yhteys on mahdollista muodostaa.

7.5 Laitevalinnat

Kaikki uusittavat venttiilimoottorit olivat ohjaustavaltaan 0-10 VDC viestillä toimivia. Venttiilimoottorit ja venttiilit hankittiin Belimo Finland Oy:ltä. Kaukolämpöpakettiin uusittavat venttiilit olivat malliltaan käyttövesiverkostoon Belimo R408DK ja lämmitysverkostoon Belimo R409DK. Uudet venttiilit valikoituivat vanhojen venttiili mitoitusten mukaan.

Antureiksi ja lähettimiksi valittiin Pro dualin valmistamat tuotteet. Valintaan päätettiin, koska aikaisemman kokemuksen perusteella tuotteet on todettu laadukkaiksi. Tuotteiden ajateltiin myös soveltuvan hyvin tähän projektiin. Antureina toimii 10k Ω NTC-termistori. Lukuun ottamatta jäätymisvaaratermostaatin anturia, joka on TEV PT1000 anturi.

Ilmastointikoneen kanava-antureina on Pro dual TEK NTC10 anturit. Huonelämpötila ja hiilidioksidilähetin on malliltaan Pro dual HDH. Lisäaikakytkimet ovat Pro dual LAP 5.

Kaukolämpöpakettiin käyttöveden lämpötila-anturiksi valittiin Pro dual TENA NTC10, joka mittaa lämpötilaa suoraan vesitilasta. Muut kaukolämpöpakettiin tulevat anturit ovat Pro dual TEP NTC10 antureita, jotka mittaavat lämpötilaa putken pinnasta. Lämmitysverkoston painelähettimiksi valittiin Pro dual VPL16.

7.6 Hälytykset

Kaikista lämpötila mittauksista ohjelmoitiin ala- ja ylärajahälytykset. Ilmastointikoneen tuloilman lämpötilamittauksesta tehtiin lisäksi palovaara- ja säätövikahälytys. Säätövikahälytys aktivoituu, kun mittauksen ja asetusarvon ero on liian suuri. Käyttöveden- ja patteriverkoston menoveden mittauksista tehtiin myös säätövikahälytykset. Lämmitysverkoston painelähettimen mittauksesta ohjelmoitiin ylä- ja alarajahälytykset.

Ilmastoinnin hätäpysäytyspainikkeesta ohjelmoitiin hälytys painiketta painaessa. Kaikista ohjauksista ohjelmoitiin ristiriitahälytykset. Ristiriitahälytys aktivoituu, kun kyseen omaisen ohjauksen tilatieto on poikkeava ohjaukseen nähden.

8 TOTEUTUS- JA KÄYTTÖÖNOTTO

Projektin toteutukseen kuuluu projektin työ- ja aikataulusuunnittelu, asennusvalmistelut, toteuttaminen, laadunvarmistus ja vastaanottoa valmistelevat työt (Härkönen ym. 2012, 201-213). Projektin toteuttaminen järjestelmällisesti mahdollistaa projektin sujuvan etenemisen. Jokainen vaihe on tärkeä projektin onnistumisen kannalta. Lisäksi projektin onnistumisen kannalta on tärkeää laadunvarmistus koko projektin ajan.

8.1 Projektin aloitus ja suunnittelu

Rakennusautomaatioprojekti käynnistetään aloitustilaisuudella, jossa käydään läpi projektiin osallistuvat henkilöt, aikataulu, projektin laajuus, budjetti, käytettävä automaatiojärjestelmä ja toiminta kohteessa (Härkönen ym. 2012, 202). Tämän projektin aloitustilaisuudessa oli mukana lisäksi Are Oy:n automaatio-osaston vetäjä Tuomas Koponen. Projektiin osallistui projektinhoitajan lisäksi yksi asentaja. Projektin laajuus käytiin läpi, mutta tarkkoja suunnitelmia projektiin ei ollut. Työn laajuus tarkentui myöhemmin tehdyllä kartoituskäynnillä. Käytettävä automaatiojärjestelmä oli Fidelix, joka on asiakkaan muissa kiinteistöissä käytössä oleva järjestelmä.

Automaatioprojekteissa normaalisti aikataulutetaan kunkin työtehtävän suoritus-aika (Härkönen ym. 2012, 203). Tiukan aikataulun vuoksi tarkkaa työvaihe aikataulua ei tässä projektissa tehty. Työtehtävät etenivät työtehtävästä seuraavaan heti kun oli mahdollista. Projektin aikatauluna oli saada työ valmiiksi toukokuun loppuun mennessä. Työn teolle jäi vähän aikaa, kun työ päästiin aloittamaan toukokuun alussa 2017. Aloitustilaisuudessa käytiin läpi myös asiakkaan vaatimukset kohteessa työskentelyyn. Asiakkaalla oli tarkasti määritellyt ohjeet kohteessa työskentelemiseen. Ohjeet liittyivät työturvallisuuteen, jota asiakas piti hyvin tärkeänä. Myös Are Oy korostaa toiminnassaan työturvallisuutta.

Aloituspalaverissa normaalisti käydään läpi projektiin liittyvät urakoitsijat, aliurakoitsijat ja muut projektiin liittyvät henkilöt (Härkönen ym. 2012, 202). Tässä pro-

jektissa ei ole muita urakoitsijoita. Aloitustilaisuudessa sovittiin, että projektiin sisältyvät LVI-työt hoitaa Are Oy sekä projektinhoitajan vastuulla on tavaroiden hankinta, suunnittelu, järjestelmän ohjelmointi sekä projektin läpivienti.

8.2 Asennusvalmistelut

Asennusvalmisteluvaiheessa laaditaan työpiirustukset sekä hyväksytetään laitevalinnat ja työsuunnitelmat tilaajalla (Härkönen ym. 2012, 204). Asennusvalmistelut aloitettiin kartoituskäynnillä kohteessa. Työpiirustukset tehtiin asiakkaan antamien tarjouskysely asiakirjojen ja kohteessa tehdyn kartoituskäynnin perusteella. Valmistuneita työkuvia olivat alakeskuksen kytkentäkuvat (Liite 2) ja kaapelivetoluettelo. Pistelaskennan jälkeen pystyttiin tilaamaan alakeskus sekä tehtiin muut laitehankinnat. Normaalisti ennen laitteiden tilausta hyväksytetään työpiirustukset ja laitevalinnat tilaajalla, mutta tämän projektin kohdalla näin ei tarvinnut toimia.

Jos halutaan poiketa suunnitelluista laitteista tai poiketa hankintasuunnitelmista täytyy tässä vaiheessa hyväksyttää rakennuttajalla uudet tuotteet. Ilman rakennuttajan hyväksyntää ei voida poiketa suunnitelmista. Rakennuttajalla on oikeus purattaa tai vaatia hyvitystä ilman lupaa tehtyihin muutoksiin. (Härkönen ym. 2012, 204.)

8.3 Työn toteutus

Rakennusautomaatiolaitteita ei suoraan koske vahvavirtamääräykset, koska automaatiolaitteet ovat yleensä suojajännitteisiä (alle 60 V). Kuitenkin on huomiotava, että osiin kytkennöistä ja alakeskusrakenteista on määrätty sähköturvallisuusmääräyksiä, joita on noudatettava. Alakeskuksen valmistajan tyyppihyväksyntä ei riitä, vaan on otettava huomioon myös keskukseen tulevien kaapeleiden suojaetäisyydet. (Härkönen ym. 2012, 205.)

Antureiden ja toimilaitteiden asennuksissa on otettava huomioon laitevalmistajan ohjeet, sekä on otettava huomioon huolto ja korjaus, niin että mahdollisessa viikatilanteessa korjaus on mahdollista. Sijoittelussa on otettava huomioon myös,

että ulkopuoliset laitteet eivät pääse häiritsemään anturin tai toimilaitteen toimintaa. Lisäksi antureiden sijoittelussa on otettava huomioon että anturi mittaa mitattavaa kohdetta oikeasta paikasta. Esimerkiksi jäätymissuoja-anturi on asennettava patterin kylmimpään kohtaan vesitilaan (Härkönen ym. 2012, 208.)

Ulkolämpötila-anturin asennus tehdään tyypillisesti pohjoisseinälle. Poikkeuksena voi olla esimerkiksi, jos kiinteistössä on patteriverkosto jaettu kahteen ryhmään. Tällöin voidaan asentaa toinen anturi toiselle puolen taloa, jolloin anturi sijaitsee verkoston puoleisella seinällä. (Härkönen ym. 2012, 209.)

Huoneantureiden sijoittelussa on otettava huomioon, että anturi ei jää kaapistojen tai muiden esteiden taakse. Normaalisti anturi asennetaan 1,8 metrin korkeuteen lattiatasosta. (Härkönen ym. 2012, 209.)

Asennustyöt suoritettiin asennusvalmisteluissa valmistuneiden piirustusten mukaan. Antureiden tarkemmat sijainnit määriteltiin yhdessä asentajan kanssa kohteessa. Kaikissa asennustöissä otettiin huomioon sähkötyöturvallisuusmääräykset sekä antureiden ja toimilaitteiden sijoitteluun liittyvät ohjeet. Kaapelivedot suoritettiin kaapelivetoluettelon mukaan. Asennustöiden lisäksi yhtä aikaa tehtiin automaatiojärjestelmän ohjelmointi- ja grafiikkakuvien piirtotyöt.

Kaikki asennetut laitteet merkitään tunnuksilla. Merkintä tapa ilmenee urakka-asiakirjoista (Härkönen ym. 2012, 209.) Tässä projektissa merkintä tehtiin dymotarralla. Tarraan merkattiin kojetunnus ja laitteen tunnus. Esim. TK01 TE10.

Projektille kannattaa tehdä kansio johon tallentaa kaikki sopimukset, tilausvahvistukset, aikataulut sekä kaikki muut projektiin liittyvät asiakirjat (Härkönen ym. 2012, 211.) Tässä projektissa kansio tehtiin sähköisesti verkkolevyille. Sähköisesti tallennetussa projektikansiossa täytyy ottaa huomioon, että tietokoneen rikkoutuessa voi menettää kaikki tiedostot (Härkönen ym. 2012, 211.) Tämän vuoksi tiedosto olisi hyvä laittaa yrityksen verkkolevyille tai pilvipalveluun. Tässä on kuitenkin huomioitava tietoturva asiat.

Yleensä automaatioprojektin aikana osallistutaan työmaakokouksiin ja urakoitsijapalavereihin. Työmaakokouksissa käsitellään urakkaan liittyviä asioita kuten ai-

katauluja sekä muita esille tulleita asioita. (Härkönen ym. 2012, 211.) Tässä projektissa ei työmaakokouksia tai urakoitsijapalavereita ollut, koska muita urakoitsijoita ei ollut eikä asiakas nähnyt tarpeelliseksi pitää kokouksia.

8.4 Itselle luovutus ja toimintakokeet

Yleisten sopimusehtojen mukaan ennen urakan vastaanottoatarkastusta urakoitsijan on varmistuttava, että kaikki laitteet toimivat. Tästä on tehtävä itselleluovutus pöytäkirja, jotka toimitetaan rakennuttajalle. Itselleluovutus pöytäkirjassa on lista kaikista testatuista pisteistä ja ohjelmista.

Myös tässä projektissa tehtiin pistetestaukset ennen toimintakokeiden pitoa. Itselleluovutus pöytäkirjaa ei tarvinnut toimittaa eteenpäin. Asiakas luotti siihen, että ennen toimintakoetta kaikki laitteet ovat toimintakunnossa.

Toimintakokeissa urakoitsijat näyttävät, että laitteet ja järjestelmät toimivat suunnitellusti. Ne ovat osa urakoitsijan ja rakennuttajan yhteistä laadunvarmistusta. Ennen toimintakoetta täytyy urakoitsijan varmistaa, että työ on valmis (itselleluovutus). (Härkönen ym. 2012, 214.)

Toimintakokeiden yleisenä vaatimuksena on:

- Pölyävät työt on tehty, konehuoneet, sähkökeskukset ja valvomot ovat valmiit.
- Ikkunat, seinät, ovet yms. on asennettu ja kiinteistö on siinä kunnossa, että toimintakokeiden jälkeen säätö- ja viritystyöt voidaan tehdä (Härkönen ym. 2012, 214.)

Toimintakokeiden sisältönä on hälytyksien ja varolaitteiden testaus, puhaltimien ja pumppujen oikean pyörimissuunnan tarkistaminen, taloteknisten laitteiden säädöt sekä ohjausten ja pakkokytkentöjen testaus. (Härkönen ym. 2012, 214.) Tässä projektissa toimintakokeet piti asiakkaan edustaja. Toimintakokeet piti sisällään ilmastointikoneen kriittisimpien toimintojen testauksen kuten jäätymisvaaratermostaatin toiminta, lämmityspatterin pumpun lukitus sekä säätöportaiden

toiminnan tarkastuksen. Lämmitysjärjestelmästä testattiin pumppujen ja painean-turin hälytykset ja säätöpiirien toimivuus. Lisäksi testattiin kiertoilmapuhaltimien toiminta, sekä niiden huonelämpötila-antureista tehdyt ylä- ja alarajahälytykset.

8.5 Käytönopastus ja luovutusasiakirjat

Rakennusautomaatiourakkaan yleensä sisällytetään käytönopastus. Käytönopastuksessa urakoitsija opettaa tilaajan nimeämille henkilöille opastuksen järjestelmän käyttöön. Käytönopastuksen tavoitteena, että käyttäjät hallitsevat ja osaa-vat käyttää järjestelmää oikein. Käytönopastuksen määrä on mainittu yleensä työselityksessä. (Härkönen ym. 2012, 215.)

Käytönopastus annettiin kiinteistössä toimivan huoltoaseman henkilökunnalle, jotka tulevat käyttämään järjestelmää. Erillistä määräystä käytönopastuksen määrästä ei ollut. Käytönopastusta annettiin sen verran, että käyttäjät oppivat te-kemään maallikolle tarkoitettuja toimintoja, kuten hälytysten tarkastamisen.

Projektin luovutusaineistoa syntyy koko projektin ajan. Projektin tarjous vai-heessa syntyy ensimmäiset aineistot, jossa valitaan järjestelmät ja laitteet. Ai-neistoa syntyy myös työsuunnittelun ja laitteiden hyväksymisen yhteydessä. Tär-keimpiä projektissa syntyviä dokumentteja on esimerkiksi venttiililuettelo, keskuk-sien valmistustarkastukset ja prosessien toimintakaaviot. (Härkönen ym. 2012, 218-219.)

Projektista kasattiin luovutusaineisto kohteeseen. Luovutuskansioon tulee antu-reiden ja toimilaitteiden käyttö- ja huolto-ohjeita, automaatiojärjestelmän käyttö-ohje sekä alakeskuksen kytkentäkaaviot. Lisäksi automaatiojärjestelmän ohjel-mat tallennettiin muistitikulle, joka laitettiin kansioon. Kansiot toimitettiin kohtee-seen kahtena kappaleena.

9 POHDINTA

Opinnäytetyön aiheenani oli kiinteistön automaatiojärjestelmän saneeraus. Opinnäytetyö on toteutettu yhteistyössä Are Oy:n kanssa, jolta sain aiheen opinnäytetyölleni. Automaatiojärjestelmän saneeraus oli mielestäni projektina mielenkiintoinen.

Toteuttamani automaatiojärjestelmän saneeraus käynnistyi kiinteistön kartoituksella, jonka pohjalta loin toteutussuunnitelman. Projektin toteutus käynnistyi tehdyn suunnitelman mukaisesti. Toteutus vaiheessa kävi kuitenkin ilmi, että kohteessa olevat sähkökuvat eivät pidä täysin paikkaansa, vaan kytkentöjä jouduttiin tutkimaan tarkemmin ja suunnittelemaan sen mukaisesti uudestaan. Kokonaisuudessaan projekti oli onnistunut ja valmistui aikataulussa. Saneerauksen tuloksena kiinteistön lämmityksen, ilmanvaihdon ja valaistuksen säätö tapahtuu samasta järjestelmästä, joka oli projektin päätavoite.

Opinnäytetyön myötä sain tärkeää kokemusta automaatio saneerausprojektin toteuttamisesta ja osaamiseni projektin toteuttamisessa kehittyi. Lisäksi opinnäytetyön kirjoittaminen kehitti osaamistani työn raportoinnista.

Opinnäytetyössä käsitellään automaatio saneerausprojektin kulku kokonaisuudessaan ja siten sitä voidaan hyödyntää samankaltaisten projektien suunnittelussa ja toteutuksessa. Itselleni tekemäni automaatio saneerausprojekti on hyvä pohja tuleville projekteille.

Automaatio lisääntyy kiinteistöissä jatkuvasti ja lisäksi se on merkittävä osa kiinteistöjen ylläpitoa ja energiatehokkuutta. Tämän vuoksi automaatiojärjestelmien kehittäminen ja ylläpito on tärkeää.

LÄHTEET

Are Oy 2017a. Järjestelmät ja tekniikat. Viitattu 18.10.2017. <https://www.are.fi/jarjestelmat-ja-tekniikat/rakennusautomaatio/>.

Are Oy 2017b. Palvelut. Viitattu 18.10.2017. <https://www.are.fi>.

Fidelix Oy 2017a. AI-8. 8-kanavainen mittausmoduuli. Viitattu 6.9.2017. https://www.fidelix.fi/wp-content/uploads/AI8_FI.pdf.

Fidelix Oy 2017b. AO-8. 8-kanavainen analoginen säätömoduuli. Viitattu 6.9.2017. https://www.fidelix.fi/wp-content/uploads/AO8_FI.pdf.

Fidelix Oy 2017c. Combi-36. Sisä-/ulostulo yhdistelmämoduuli. Viitattu 6.9.2017. https://www.fidelix.fi/wp-content/uploads/COMBI36_FI.pdf

Fidelix Oy 2017d. DI-16. 16-kanavainen digitaalinen sisääntulomoduuli. Viitattu 6.9.2017. https://www.fidelix.fi/wp-content/uploads/DI16_FI.pdf.

Fidelix Oy 2017e. DO-8. 8-kanavainen digitaalinen ohjausmoduuli. Viitattu 6.9.2017. https://www.fidelix.fi/wp-content/uploads/DO8_FI.pdf.

Fidelix Oy 2017f. FX2030A. Ala-asema. Viitattu 6.9.2017. https://www.fidelix.fi/wp-content/uploads/FX2030A_FI.pdf.

Fidelix Oy 2017g. Tuotteet. Viitattu 16.9.2017. <https://www.fidelix.fi/tuotteet/>

Härkönen, P., Mikkola, J., Piikkilä, V., Sahala, A., Sahlsten, T., Sandström, B., Sirviö, A., Spanger, T. & Sulku, J. 2012. Rakennusautomaatio järjestelmät, ST-käsikirja 17. 3.,uusittu painos. Espoo: Sähkötieto ry

Rakennusten automaation vaikutus energiatehokkuuteen 2012. Ympäristöministeriö. Viitattu 4.10.2017 http://www.avoinautomaatio.fi/doc/standardi_sfs-en_15232/Rakennusten-automaation-vaikutus-energiatehokkuuteen.pdf.

Suomäki, J. & Vepsäläinen, S. 2013. Talotekniikan Automaatio. Kiinteistöalan Kustannus Oy.

ST-käsikirja 21. 2017. Kiinteistöjen tiedonsiirtoväylät. Sähkötieto ry.

ST-710.12. 2015. Rakennusautomaation peruskorjauksen toteutus. Sähkötieto ry.

ST-710.10. 2007. Rakennusautomaatiojärjestelmän hyödyntäminen. Sähkötieto ry

ST-715.10. 2010. Taajuusmuuttajakäytöt rakennusautomaatiossa. Sähkötieto ry

ST-710.02. 2017. Rakennusautomaation tietoturva. Sähkötieto ry

Tosibox 2016. Products. Viitattu 16.10.2017. <https://www.tosibox.com/finland/get-started/>

LIITTEET

Liite 1. Kaapelivetoluettelo

Liite 2. Alakeskuksen kytkentäkuvat

Liite 1. Kaapeliluettelo 1/2

KAAPELILUETTELO				
				8.5.2017
				T.Karvonen
MISTÄ	MIHIN		TUNNUS	Kaapelityyppi
SPK	VAK	Syöttö	A100	MMJ 3x1,5
VAK	modulikotelo	Väylä	A101	JAMAK 2x(2+1)x0,5
SPK	modulikotelo	SPK tilatiedot	A102	NOMAK 12x2x0,5+0,5
SPK	modulikotelo	SPK ohjaukset	A103	MMO 12x1,5
RK1	modulikotelo	RK1:sen tilatiedot	A104	Nomak 12x0,8
RK1	modulikotelo	RK 1:sen ohjaukset	A105	MMO 12x1,5
VAK	KYLMIO TE20	Kylmiön lämpötila	A106	KLMA 4x0,8+0,8
VAK	VAK01 TE00	Likolämpötila ja valoisuus	A107	KLMA 4x0,8+0,8
VAK	IV-koneen keskus	IV-koneen tilatiedot	A108	NOMAK 8x2x0,5+0,5
VAK	TK01 TE10	Tuloilman lämpötila	A109	KLMA 4x0,8+0,8
VAK	TK01 TE45	LP:n paluuveden lämpötila	A110	KLMA 4x0,8+0,8
VAK	TK01 TE20, QE20	Kahvilan lämpötila, hiilidioksidi	A111	KLMA 4x0,8+0,8
VAK	TK01 TV45	TK01 LP:n venttiilimoottori	A112	KLMA 4x0,8+0,8
VAK	Daikin-keskus	Jäähdytyspatterin säätö	A113	KLMA 4x0,8+0,8
VAK	RLK 1	LJH:n mittaukset ym.	A114	Nomak 24x0,8+0,8
VAK	JK3	JK3:sen tilatiedot	A115	Nomak 24x0,8+0,8
VAK	JK3	JK3:sen ohjaukset	A116	MMO 12x1,5
RLK 1	LS01 TE1	Käyttöveden lämpötila	A117	KLMA 4x0,8+0,8
RLK 1	LS01 TE4	Kiertoveden lämpötila	A118	KLMA 4x0,8+0,8
RLK 1	LS02 TE2	Lämmitysverkoston lämpötila	A119	KLMA 4x0,8+0,8
RLK 1	LS02 TE5	Lämmitysverkoston paluu lämpötila	A120	KLMA 4x0,8+0,8

Liite 1. Kaapeliluettelo 2/2

RLK 1	LS02 PE01	Lämmitysverkoston paine	A121	KLMA 4x0,8+0,8
RLK 1	LS02 P02	Lämmitys pumpun tilatieto	A122	KLMA 4x0,8+0,8
RLK 1	Pumppu keskus	Pumpun lämpörelehälytys	A123	KLMA 4x0,8+0,8
RLK 1	LS01 TV01	Käyttöveden venttiilimoottori	A124	KLMA 4x0,8+0,8
RLK1	LS02 TV02	Lämmitysverkoston venttiilimoottori	A125	KLMA 4x0,8+0,8

Liite 2. Alakeskuksen kytkentäkuvat 1/12

4/12

Piste	Pisteluunnus	Teksti	Osoite		4 (Port:3)		Lifitin	Keskiläite
			Lifitin	Johdin	Kaapeli	Tyyppi		
1	01_TK01_TE20_M	Huoneilämpötila myymälä	1			KLMA 4x0,8+0,8		
2	01_TK01_CO20_M	Huoneilman hiilidioksidi	2			KLMA 4x0,8+0,8		
3	01_KYLMIO_TE20_M	Kylmiön lämpötila	3			KLMA 4x0,8+0,8		
4	01_KSK1_TE20_M	KSK1 Huoneilämpötila	4			KLMA 4x0,8+0,8		
5			5					
6			6					
7			7					
8			8					
			9					
			10					
			11					
			12					
			13					
			14					
			15					
			16					

Kohde	VAK1 / Moduulikotelo
Keskus	Tero Karvonen / Ate Oy
Tekijä	26.5.2017
Pvm	

Liite 3. Alakeskuksen kytkentäkuvat 2/12

1/12

Piste	DOB moduulit		Osoite		1 (Port:3)		Ryhmiäkeskus/	
	Pistetunnus	Teksti	Liitin	Johdin	Kaapeli	Tyyppi	Liitin	Kenttälaitte
1	01_VALO1_O	Ohjaus,	1 2 3			MMO 12x1,5		
2	01_VALO2_O	Ohjaus,	4 5 6			MMO 12x1,5		
3	01_VALO3_O	Ohjaus,	7 8 9			MMO 12x1,5		
4	01_VALO4_O	Ohjaus,	10 11 12			MMO 12x1,5		
5	01_VALO5_O	Ohjaus,	13 14 15			MMO 12x1,5		
6	01_VALO6_O	Ohjaus,	16 17 18			MMO 12x1,5		
7	01_KSK1_O	KSK1 ohjaus	19 20 21			MMO 12x1,5		
8	01_PK_PP5_O	Poistopuhallin PP5	22 23 24			MMO 12x1,5		

Kohde	VAK1 / Moduulikatelo
Keskus	Tero Karvonen / Are Oy
Tekijä	26.5.2017
Pvm	

Liite 4. Alakeskuksen kytkentäkuvat 3/12

2/12

Piste	DOS moduuli		Osoite		2 (Port:3)		Ryhmäkeskus/ Kenttälaitte
	Pistetunnus	Teksti	Liitin	Johdin	Kaapeli	Tyyppi	
1	01_PK_PFO2_O (State 1)	Mymälän poistopuhallin	1 2 3			MM/O 12x1,5	
2	01_PK_PFO2_O (State 2)	Mymälän poistopuhallin	4 5 6			MM/O 12x1,5	
3	01_PK_PFO3_O	Poistopuhallin keittiö	7 8 9			MM/O 12x1,5	
4	01_PK_PP4_O (State 1)	Poistopuhallin	10 11 12			MM/O 12x1,5	
5	01_PK_PP4_O (State 2)	Poistopuhallin	13 14 15			MM/O 12x1,5	
6			16 17 18				
7			19 20 21				
8			22 23 24				

Kohde	VAK1 / Moduulikotelo
Keskus	Tero Karvonen / Are Oy
Tekijä	26.5.2017
Pvm	

Liite 5. Alakeskuksen kytkentäkuvat 4/12

3/12

Piste	Dir16 moduuli		Osoite		3 (Port:3)		Ryhmäkeskus/ Kemttälaitte
	Pistetunnus	Teksti	Liitin	Johdin	Kaapeli	Tyyppi	
1	01_KSK1_J	KSK1 tilalieto	1			NOMAK	
			2			12x2x0.5+0.5	
2	01_VALO1_J	Indikointi,	3			NOMAK	
			4			12x2x0.5+0.5	
3	01_VALO2_J	Indikointi,	5			NOMAK	
			6			2x2x0.5+0.5	
4	01_VALO3_J	Indikointi,	7			NOMAK	
			8			12x2x0.5+0.5	
5	01_VALO4_J	Indikointi,	9			NOMAK	
			10			12x2x0.5+0.5	
6	01_VALO5_J	Indikointi,	11			NOMAK	
			12			2x2x0.5+0.5	
7	01_VALO6_J	Indikointi,	13			NOMAK	
			14			12x2x0.5+0.5	
8	01_PK_PF02_J (State 1)	Mymälän poistopuhallin	15			NOMAK	
			16			12x2x0.5+0.5	
9	01_PK_PF02_J (State 2)	Mymälän poistopuhallin	17			NOMAK	
			18			12x2x0.5+0.5	
10	01_PK_PF03_J	Poistopuhallin keittiö	19			NOMAK	
			20			12x2x0.5+0.5	
11	01_PK_PP4_J (State 1)	Poistopuhallin	21			NOMAK	
			22			12x2x0.5+0.5	
12	01_PK_PP4_J (State 2)	Poistopuhallin	23			NOMAK	
			24			12x2x0.5+0.5	
13	01_PK_PP4_HS21_J	PP4 Lieäika	25			NOMAK	
			26			12x2x0.5+0.5	
14			27				
			28				
15			29				
			30				
16			31				
			32				

Kohde	VAK1 / Moduulikotelo
Keskus	Tero Karvonen / Are Oy
Tekijä	26.5.2017
Pvm	

Liite 6. Alakeskuksen kytkentäkuvat 5/12

5/12

Piste	Combi36 / DI12 moduulit	Pistetunnus	Teksti	Osoite		10 (Port:3)		Ryhmäkeskus/ Kenttäläite
				Lititn	Johdin	Kaapeli	Tyyppi	
1		01_TV_K_H	turvavalokeskus hälytys	30			KLIMA 2x2x0.5+0.5	
2		01_TK01_P01_J	Lämmitys patterin pumppu	31			NOMAK 8x2x0.5+0.5	
3		01_TK01_TAZ_H	TK01 jääymisvaara	32				
4		01_TK01_TF01_J (State 1)	Tuolimapuhallin	33				
5		01_TK01_TF01_J (State 2)	Tuolimapuhallin	34				
6		01_P1_J	Kieroveden pumppu	35			NOMAK 8x2x0.5+0.5	
7		01_KSK2_J	KSK2 tilatieto	36			NOMAK 8x2x0.5+0.5	
8		01_KSK3_J	KSK3 tilatieto	37			NOMAK 2x2x0.5+0.5	
9		01_KSK4_J	KSK4 tilatieto	38			NOMAK 12x2x0.5+0.5	
10		01_PP2_J	Indikointi	39			NOMAK 12x2x0.5+0.5	
11		01_PK_FF2_1_J (State 1)	Poistopuhallin PF2.1	40			NOMAK 12x2x0.5+0.5	
12		01_PK_FF2_1_J (State 2)	Poistopuhallin PF2.1	41			NOMAK 12x2x0.5+0.5	
				42				
				43				
				44				
				45				
				46				
				47				
				48				
				49				
				50				
				51				
				52				
				53				

Kohde	VAK1
Keskus	Tero Karvonen / Are Oy
Tekijä	26.5.2017
Pvm	

Liite 7. Alakeskuksen kytkentäkuvat 6/12

6/12

Piste	Combi36 / DO8 moduulit	Osoite				11 (Port:3)		Ryhmäkeskus/ Kenttälaitte
		Pistenumero	Teksti	Lifin	Johdin	Kaapeli	Typpi	
1	01_TK01_TF01_O (State 1)	Tuolimahuhallin	1 2 3			NOMAK 8x2x0.5+0.5		
2	01_TK01_TF01_O (State 2)	Tuolimahuhallin	4 5 6			NOMAK 8x2x0.5+0.5		
3	01_TK01_FG01_O	Ratissilman pelimootori	7 8 9			KLMA		
4	01_KSK2_O	KSK2 ohjauk	10 11 12			MMIO 12x1.5		
5	01_KSK3_O	KSK3 ohjauk	13 14 15			MMIO 12x1.5		
6	01_KSK4_O	KSK4 ohjauk	16 17 18			MMIO 12x1.5		
7	01_PK_PF2_1_O (State 1)	Poistopuhallin PF2.1	19 20 21			MMIO 12x1.5		
8	01_PK_PF2_1_O (State 2)	Poistopuhallin PF2.1	22 23 24			MMIO 12x1.5		

Kohde	VAK1
Keskus	Tero Karvonen / Are Oy
Tekijä	
Pvm	26.5.2017

Liite 8. Alakeskuksen kytkentäkuvat 7/12

7/12

Piste	Combi36 /A8 moduulii Pistetunnus	Teksti	Osoite			12 (Port:3)		
			Liitin	Johdin	Kaapeli	Tyyppi	Liitin	Kenttälaite
1	01_TK01_TE10_M	Tuulilman lämpötila TK01	60			KLIMA		
			61			4x0,8+0,8		
2	01_TK01_TE45_M	Lämmityspatterin paluuvesi	62			KLIMA		
			63			4x0,8+0,8		
3	01_LUX_M	Valaisuuden mittaus	64			KLIMA		
			65			4x0,8+0,8		
4	01_LS01_TE1_M	Käytävöden lämpötila	66			KLIMA		
			67			4x0,8+0,8		
5	01_LS02_TE2_M	Patteriverkoston lämpötila	68			KLIMA		
			69			4x0,8+0,8		
6	01_TK01_PDIE02_M	Suodatinvaihti	70			KLIMA		
			71			4x0,8+0,8		
7			72					
			73					
8			74					
			75					

Kohde	VAK1
Keskus	Tero Karvonen / Are Oy
Tekijä	26.5.2017
Pvm	

Liite 9. Alakeskuksen kytkentäkuvat 8/12

8/12

Piste	Pistenummus	Teksti	Osoite				Kaapeli	Tyyppi	Liitin	Konttialue
			Liitin	Johdin	13 (Port:3)					
1	01_TK01_TV45_A	Lämmitysputterin säätö	80				KLMA 4x0,8+0,8			
			81							
			F							
2	01_TK01_TV60_A	Jäähdytysportaan säätö	82				KLMA 4x0,8+0,8			
			83							
			F							
3	01_LS01_TV1_A	käytävöden säätö	84				KLMA 4x0,8+0,8			
			85							
			F							
4	01_LS02_TV2_A	Lämmitysverkoston säätö	86				KLMA 4x0,8+0,8			
			87							
			F							
5			88							
			89							
			F							
6			90							
			91							
			F							
7			92							
			93							
			F							
8			94							
			95							
			F							

Kohde	VAK1
Keskus	Tero Karvonen / Ate Oy
Tekijä	26.9.2017
Pvm	

Liite 10. Alakeskuksen kytkentäkuvat 9/12

9/12

Piste	Combi36 / DI12 moduulii Pistetunnus	Tekstfi	Osoite			Ryhmäkeskus/ Konttialue
			Liftn	Johdin	Kaapeli	
1	01_PK_PFG_1_J (State 1)	Poistopuhallin PF6.1 WC	30			
			31			
2	01_PK_PFG_1_J (State 2)	Poistopuhallin PF6.1 WC	32			
			33			
3	01_LS01_KV_M	Kylmänveden vesimäärä	34			
			35			
4	01_KSK5_J	KSK5 tilatieto	36			
			37			
5	01_IVHS_H	Hälytys	38			
			39			
6	01_PFG3_HS20_J	Lisälukkytyn	40			
			41			
7			42			
			43			
8			44			
			45			
9			46			
			47			
10			48			
			49			
11			50			
			51			
			52			
12			53			

Kohde	VAK1
Keskus	Tero Karvonen / Ate Oy
Tekijä	26.5.2017
Pvm	

Liite 11. Alakeskuksen kytkentäkuvat 10/12

10/12

Piste	Combi36 / DO8 moduulit	Pistetunnus	Teksti	Osoite		15 (Port:3)		Ryhmäkeskus/ Kenttälaite
				Liitin	Johdin	Kaapeli	Tyyppi	
1		01_PK_PF6_1_O (Siate 1)	Polistopuhallin PF6.1 WC	1 2 3			MMO	
2		01_PK_PF6_1_O (Siate 2)	Polistopuhallin PF6.1 WC	4 5 6			MMO	
3		01_KSK5_O	KSK5 ohjaus	7 8 9			MMO	
4				10 11 12				
5				13 14 15				
6				16 17 18				
7				19 20 21				
8				22 23 24				

Kohde	VAKI
Keskus	Tero Karvonen / Are Oy
Tekijä	26.5.2017
Pvm	

Liite 12. Alakeskuksen kytkentäkuvat 11/12

11/12

Piste	Cambi36 /A18 moduulii Pistetunnus	Teksti	Osolite		16 (Port:3)		Tyypil	Littin	Kenttialite
			Littin	Johdin	Kaapell	Littin			
1	01_LS01_TE4_M	Kieriveden lämpötila	80				KLMA 4x0,8+0,8		
			61						
2	01_LS02_TE5_M	Patteriverkoston paluu lämpötila	62				KLMA 4x0,8+0,8		
			63						
3	01_KSK2_TE20_M	KSK2 huonelämpötila	64				KLMA 4x0,8+0,8		
			65						
4	01_KSK3_TE20_M	KSK3 huonelämpötila	66				KLMA 4x0,8+0,8		
			67						
5	01_KSK4_TE20_M	KSK4 Huonelämpötila	68				KLMA 4x0,8+0,8		
			69						
6	01_YAK01_TE00_M	Lämpötilan Mittaus	70				KLMA 4x0,8+0,8		
			71						
7	01_LS02_PE01_M	lämmitysputkin paine	72				KLMA 4x0,8+0,8		
			73						
8	01_KSK5_TE20_M	KSK5 Huonelämpötila	74				KLMA 4x0,8+0,8		
			75						

Kohde	VAK1
Keskus	Tero Karvonen / Are Oy
Tekijä	26.5.2017
Pvm	

Liite 13. Alakeskuksen kytkentäkuvat 12/12

12/12

Piste	Combi36 /AO8 moduulii Pistetunnus	Teksti		Osoite			17 (Port:3)			Kenttäläite	
				Liitin	Johdin	Kaapeli	Tyyppi	Liitin			
1				80							
				81							
				F							
2				82							
				83							
				F							
3				84							
				85							
				F							
4				86							
				87							
				F							
5				88							
				89							
				F							
6				90							
				91							
				F							
7				92							
				93							
				F							
8				94							
				95							
				F							

Kohde	
Keskus	VAK1
Tekijä	Tero Karvonen / Are Oy
Pvm	26.5.2017