

Mika Moisanen

KONEPAJAN KIINTEISTÖAUTOMAATION SANEERAUS

KONEPAJAN KIINTEISTÖAUTOMAATION SANEERAUS

Mika Moisanen
Opinnäytetyö
Kevät 2014
Automaatiotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Automaatiotekniikan koulutusohjelma

Tekijä(t): Mika Moisanen

Opinnäytetyön nimi: Konepajan kiinteistöautomaation saneeraus

Työn ohjaaja(t): Heikki Kurki, Jari Jussinniemi ja Aleks Holappa

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2014

Sivumäärä: 48 + 5 liitettä

Opinnäytetyössä kerrotaan kiinteistöautomaatiosaneerauksesta, joka tehtiin Aimo Kortteen konepajalle Ylivieskassa. Toimeksiantajana toimi Caverion Oy, joka on entinen YIT Kiinteistötekniikka. Aimo Kortteen konepajalla valmistetaan raskaita maataloustyökaluja lähinnä viljan käsittelyyn.

Tehtävänä oli purkaa pois vanha yksikkösäätimillä toteutettu kiinteistöautomaatioratkaisu ja rakentaa tilalle uusi. Järjestelmä ohjaa neljää ilmastointikonetta, joista isoin on hallissa ja kolme pienempää hoitavat toimistojen, ruokasalin ja pukuhuoneiden ilmastoinnin sekä lämmönjakohuoneen laitteita. Lisäksi järjestelmään luotiin etävalvomo, joka sijaitsee Oulussa.

Opinnäytetyössä käsitellään koko uuden järjestelmän toteutus: suunnittelu, asennus ja käyttöönotto. Lisäksi esitellään käytetyt menetelmät ja ohjelmat ja valmiin järjestelmän toiminta. Tiukasta aikataulusta huolimatta järjestelmä saatiin asennettua tavoitteiden mukaisesti.

Asiasanat: kiinteistöautomaatio, LVI, Citect, Pyramid, Computec, Caverion Oy

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Automation technology

Author(s): Mika Moisanen

Title of thesis: Renovation of a building automation system

Supervisor(s): Heikki Kurki, Jari Jussinniemi and Aleks Holappa

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2014

Pages: 48 + 5 appendices

This thesis is about the renovation of a building automation system which was made for an engineering workshop in Ylivieska called 'Aimo Kortteen konepaja'. Thesis work was commissioned by Caverion Oy. In the engineering workshop they manufacture heavy machinery intended for farming and mainly to process grain.

The goal of this thesis was to update the building automation system to better meet the requirements of the facility. This thesis project covered the whole creation process of a new automation system from planning to installation and commissioning. In addition, attention is paid to the applied methods and programs as well as the operation of the automation system. The system is running 4 air-conditioning machines. The biggest one serves the main industrial hall and the other three serve the offices, dining hall and the dressing rooms, and in addition controls the distribution room processes for air and water. We also made it so that you can remotely access the system and troubleshoot and or schedule for maintenance. This remote access node is located in Oulu.

The project schedule was tight but the system was installed in the demanded timeframe and the goals of this project were met.

Keywords: building automation, HVAC, Citect, Pyramid, Computec, Caverion Oy

ALKULAUSE

Opinnäytetyön tilaajana toimi Caverion Oy eli entinen YIT Kiinteistötekniikka Oy, Automaattioratkaisut. Heidän puoleltaan haluan kiittää yksikönpäällikkö Jari Jusinniemeä tästä mahdollisuudesta tehdä opinnäytetyöni heidän firmassaan, sekä projektinohitaja Aleks Holappaa, joka neuvoi ja auttoi itse työn teossa. Koululta projektissa neuvoi yliopettaja Heikki Kurki, jolta sain apua kirjalliseen osaan. Lisäksi haluan kiittää vanhempiani valtavasta tuesta opintojeni aikana.

4.5.2014 Oulu

Mika Moisanen

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
ALKULAUSE	5
SISÄLLYS	6
LYHENTEIDEN SELITYKSET	8
1 JOHDANTO	9
2 TYÖKOHTeen LVI-AUTOMAATIO	11
2.1 Kiinteistöautomaation toiminnot	11
2.2 Työkohteen LVI-prosessien esittely	11
2.2.1 Ilmanvaihto	11
2.2.2 Lämmitys	12
2.3 Automaatiojärjestelmä	13
2.3.1 Kenttälaitteet	14
2.3.2 Kaapelointi kohteessa	15
2.3.3 Valvonta-alakeskus	15
2.3.4 CWS- ja TosiBox-yhdistimet	17
2.3.5 Valvomo	18
3 JÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU	20
3.1 Aloituspalaveri ja kartoitus kohteessa	20
3.2 Järjestelmän toiminnan suunnittelu	21
4 JÄRJESTELMÄN LAITTEET	23
4.1 Valvonta-alakeskuksien laitteet	23
4.2 Anturit, venttiilit ja toimilaitteet	25
4.2.1 Anturit	25
4.2.2 Venttiilit ja toimilaitteet	29
4.3 Taajuusmuuttajat	31
5 SOVELLUSTEN SUUNNITTELU JA OHJELMOINTI	33
5.1 Excel-määritykset	33
5.1.1 Kohteen lisäys pääprojektiin	33
5.1.2 Kohdeprojektin Excel-määritykset	34
5.2 Grafiikkanäytöt	36

5.3 Logiikkaohjelmointi ja säätimet	38
5.3.1 Logiikkaohjelmointi eli releriviohjelmointi	38
5.3.2 Säätimet	39
5.3.3 Aikaohjelmat	41
6 ASENNUS JA KÄYTTÖÖNOTTO	43
6.1 Asennus	43
6.2 Käytön opastus ja luovutusmateriaali	44
7 POHDINTA	45
LÄHTEET	46
LIITTEET	48

LYHENTEIDEN SELITYKSET

AI = Analog input, analoginen tulopiste

AO = Analog output, analoginen lähtöpiste

CWS = Computed Web Station

DI = Digital input, digitaalinen tulopiste

DO = Digital output, digitaalinen lähtöpiste

HVAC = Heating, ventilation and air conditioning, suomeksi LVI

LJH = Lämmönjakohuone

LTO = Lämmöntalteenotto

LVI = Lämpö, vesi ja ilmastointi

TE = Temperature element, lämpötila-anturi

TK = Tuloilmakone

UIO = Universal Input Output

VAK = Valvonta-alakeskus

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä aiheena on Aimo Kortteen konepajan kiinteistöautomaatiojärjestelmän saneeraus Ylivieskassa. Opinnäytetyön tilaajana oli Caverion Oy Automaatoratkaisut (ent. YIT Kiinteistötekniikka).

Caverion Oy tarjoaa kiinteistöautomaatoratkaisuja monenlaisiin saneeraus- sekä uudisrakennuskohteisiin. Caverion hyödyntää kiinteistöautomaatioprojekteissa Computec Oy:n järjestelmiä ja sovelluksia, joita tässäkin projektissa käytettiin.

Automaatiosaneeraus tilattiin, koska vanha järjestelmä ei suoriutunut tehtävästään toivotulla tavalla. Esimerkiksi toimistojen lämpötila on jatkuvasti +24 °C, mikä kertoo joko huonosta säädöstä tai vuotavista venttiileistä. Tällaisten asioiden korjaamisella pyrittiin sekä saamaan työympäristöstä mieluisampi että saamaan yritykselle säästöjä lämmityskustannuksissa. Lisäsäästöjä saatiin luomalla ilmanvaihdolle aikaohjelmat, joilla laitteiden toimintaa saatiin optimoitua.

Opinnäytetyön tehtävänä oli saneerata vanha automaatoratkaisu ja luoda tilalle uusi, joka vastaisi sille asetettuja tavoitteita paremmin. Aimo Kortteen konepajalla on yhteensä neljä ilmanvaihtokonetta. Kolme pienempää huolehtivat toimistojen, pukuhuoneiden ja väestösuojan, ruokasalin ja keittiön ilmastoinnin, jotka on nimetty TK-2, TK-3 ja TK-4. Kohteessa on yksi isompi ilmastointikone, joka hoitaa teollisuushallin ilmanvaihdon nimeltään TK-1.

Kohteeseen tarvittiin kaksi valvonta-alakeskusta, eli VAK:ia, joista ensimmäiseen tuli kaksi UIO 032 -universaalisäädintä ja toiseen yksi. VAK-1 ohjaa isoa IV-konetta, toimistojen ilmanvaihtoa sekä lämmönjakuhuoneen laitteita. VAK-2 puolestaan kahta pienempää IV-konetta pukuhuoneissa ja ruokailutiloissa. Keskkukset ohjelmoitiin Citect-ohjelmistolla. Projektiin sisällytettiin myös vanhojen venttiilien ja antureiden korvaaminen uudemmilla moderneilla laitteilla. Venttiilit ja moottorit toimitti Belimo Finland Oy ja anturit toimitti Pro dual Oy.

Työhön kuului järjestelmän suunnittelu, ohjelmointi, asennus ja asiakkaan perehdytys järjestelmän käyttöön ja lopuksi valmiin järjestelmän luovutus asiakkaalle luovutusmateriaaleineen, joka sisältää minimissään järjestelmän automaatio- ja sähköpiirustukset, säätökaaviot sekä IO-luettelot valvonta-alakeskuksilta.

2 TYÖKOHTEN LVI-AUTOMAATIO

Tässä työssä keskitytään ainoastaan lämmitykseen, ilmastointiin ja lämpimään käyttöveteen liittyviin prosesseihin ja niiden säätöihin.

2.1 Kiinteistöautomaation toiminnot

Kiinteistöautomaation toimintoja ovat erilaisten suureiden mittaukset, energian ja vesimäärän laskenta, laitteiden toimintojen ohjaukset ja säädöt, valvonta- ja hälytystoiminnot, raportointi ja tilastojen kokoaminen sekä keskitetty kiinteistöjen valvonta, jonka avulla voidaan hoitaa kaikkien valvomoon liitettyjen rakennusautomaatiokohteiden toiminnot. (1, s.5.)

Kaikkien näiden toimintojen tarkoituksena on saada kiinteistön automaatiojärjestelmä toimimaan mahdollisimman energiatehokkaasti ja älykkäästi. Erilaisten mittausten avulla voidaan määrittää ilmanvaihdon ja lämmityksen tarve ja puhaltimia säädetään näiden tietojen mukaan vastaamaan asetusarvoa kullakin hetkellä. Säästöjä kertyy, kun puhaltimet, lämmityspatterit ja lämmönjakohuoneen venttiilit eivät toimi vain aikaohjelman perusteella, vaan muuttavat tilaansa tarpeen mukaan. Näistä mittauksista voidaan esimerkkeinä mainita hiilidioksidipitoisuus- ja lämpötilamittaus.

2.2 Työkohteen LVI-prosessien esittely

2.2.1 Ilmanvaihto

Ilmanvaihdon tarkoituksena on huolehtia sisäilman laadusta poistamalla ilmasta epäpuhtauksia sekä tuomalla huoneisiin puhdasta, sopivan lämmintä ilmaa. Epäpuhtautta aiheuttavat mm. huoneissa olevat työprosessit ja koneet sekä rakenteista irtoavat tai rakenteiden läpi tulevat hiukkaset ja kaasut. Tässä kohteessa ilmastointilaitteet hoitavat huoneiden lämmityksen ja jäähdytyksen. (1, s.104.)

Kohteessa ilmastointi toimii TK-1:ssä eri tavoin kuin muissa kolmessa ilmanvaihtokoneessa, sillä tähän koneeseen on liitetty vesikiertoinen lämmöntal-

teenotto eli LTO. TK-1:ssä on suodatin myös poistokanavassa. Tulo- ja poistoilmapuhaltimia ohjataan taajuusmuuttajilla samassa suhteessa.

TK-1:n tulokanavan laitteisiin kuuluu raitisilmapelti, suodatin, LTO, lämmityspatteri ja tuloilmapuhallin. Poistokanavaan kuuluvat suodatin, poistoilmapuhallin, LTO ja poistoilmapelti. Kolme muuta ilmastointikonetta ovat toistensa kanssa muuten identtiset, paitsi TK-3:sta löytyy kaksi poistoilmapuhallinta, yksi keittiössä ja yksi ruokailutiloissa. Näiden kolmen IV-koneen tulokanavat sisältävät raitisilmapellin, suodattimen, lämmityspatterin ja tuloilmapuhaltimen. Poistokanavissa niissä kolmessa on poistoilmapelti ja poistoilmapuhallin.

Ilmastointi vie poistoilman mukana paljon lämpöenergiaa hukkaan. Sen vuoksi kohteen isoimman tuloilmakoneen lämmöntalteenottoon on asennettu vesiglykolipattereilla toteutettu LTO. Poistoilma kulkee jäähdytyspatterin läpi, jolloin lämpöä siirtyy vesi-glykoliseokseen. Seos kiertää säätöventtiilin kautta tulokanavan puolelle ja lämmittää tuloilmaa. Jos LTO ei pysty pitämään tuloilman lämpötilaa asetusarvossa ja säätöventtiili on täysin auki, aletaan käyttämään lämmityspatteria. Tämän tapahtuessa tuloilmaa aletaan lämmittämään lämpökeskuksesta syötetyllä energialla. (1, s.111.)

2.2.2 Lämmitys

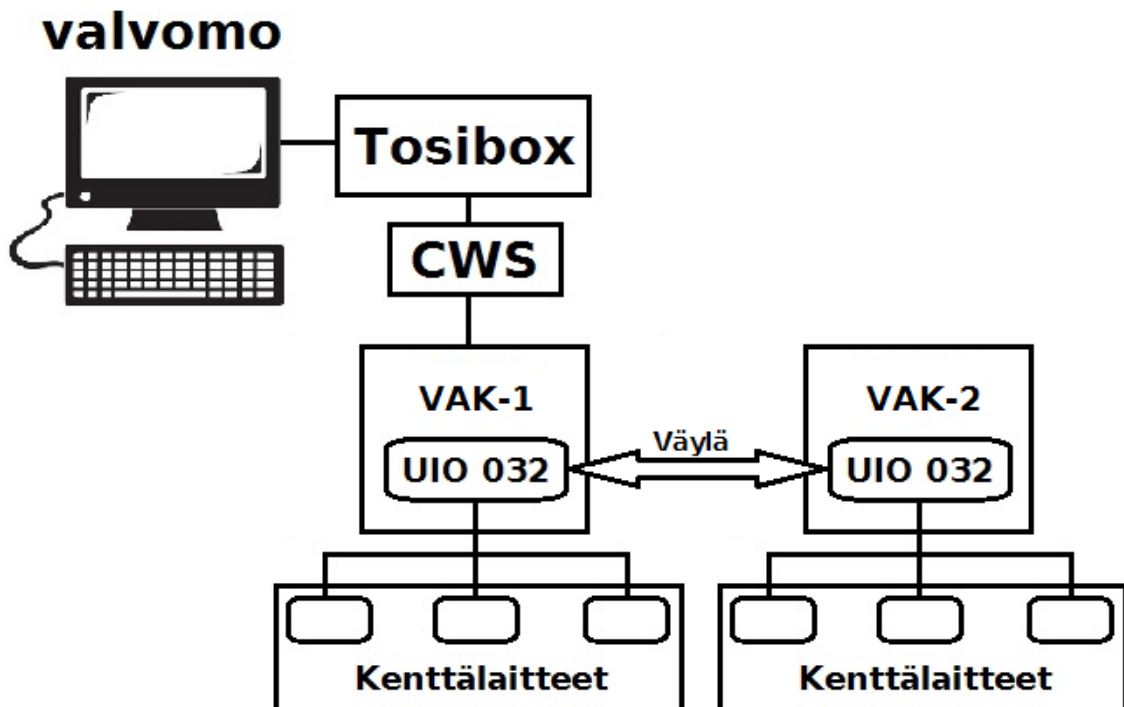
Kohde on kytketty kaukolämpöverkkoon. Kaukolämpöverkoston vettä ei ohjata kiinteistön lämpöverkkoihin, vaan vesi kiertää lämmönsiirtimien kautta. Kaukolämmön virtauksien avulla säädetään käyttöveden, patteriverkoston ja tuloilma-
lämmittimien lämpötiloja. Jokaiselle verkostolle on oma lämmönsiirtimensä. (1, s.9.)

Käyttöveden lämpötilan säätö hoidetaan ohjaamalla säätöventtiiliä FV02, joka pyrkii pitämään käyttöveden lämpötilan käsin syötetyssä asetusarvossaan. Patteriverkoston ja IV-verkoston lämpötilan säätö tapahtuu hieman eri tavalla, sillä säätöventtiilien FV01 ja FV03 asennot haetaan omilta säätökäyriltään, joihin vaikuttaa ulkolämpötila. Myös tulevan ja lähtevän kaukolämpöveden lämpötilaa tarkkaillaan mahdollisten vikatilanteiden varalta.

Lisäksi jokaisella näillä vesikiertoilla on omat pumppunsa. Lämpökeskuksella on jo mainittujen automaatiolaitteiden lisäksi hälytysjärjestelmä, joka hälyttää mm. pumppujen virhetoiminnoista ja liian suuresta lämpötilan tai paineen noususta. (1, s.9.)

2.3 Automaatiojärjestelmä

Uuden järjestelmän hierarkian suunnittelu alkoi alimman hierarkiatason muodostamista kenttä- ja toimilaitteista, jotka on kytketty valvonta-alakeskuksessa oleviin universaalisäätimiin. Valvonta-alakeskukset ovat yhteydessä toistensa kanssa väylän avulla. Seuraavana hierarkiassa on CWS eli Com Web Station, jonka avulla kohteeseen saadaan yhteys internetin välityksellä. Lisäksi kohteeseen tarvittiin TosiBox-etäyhteyslaite, koska kohteeseen ei saatu muuten kiinteää IP-osoitetta, mikä tarkoittaa sitä, että kohteen IP-osoite tulisi aina selvittää uudelleen, kun se vaihtuu. Se hankaloittaisi valvomon ylläpitoa huomattavasti. Tämän jälkeen tulee hierarkiassa ylimpänä oleva valvomo, josta koko automaatiojärjestelmää hallitaan. Kuvassa 1 on esitetty kohteen järjestelmän hierarkia.



KUVA 1. Kiinteistöautomaatiojärjestelmän hierarkia

2.3.1 Kenttälaitteet

Kenttälaitteet jaetaan kahteen ryhmään, kenttälaitteisiin ja toimilaitteisiin. Yleisimmin toimilaitteisiin lukeutuvat laitteet, joita ohjataan tai säädetään. Esimerkkinä näistä ovat tämän työn venttiilimoottorit, ilmastointikojeen peltimoottorit ja puhaltimet. Toimilaitteet jaetaan vielä kahteen alaluokkaan: kolmitilaohjattaviin ja jatkuvatoimisiin toimilaitteisiin. (1, s.52.)

Kolmitilaohjattavien toimilaitteiden nimitys tulee siitä, että niitä joko ohjataan auki tai kiinni tai ne ovat seis-tilassa. Näistä esimerkkeinä tässä työssä mm. raitis- ja poistoilmapeltien peltimoottorit. (1, s.52.)

Jatkuvatoimiset toimilaitteet seuraavat jatkuvasti säätimen lähtöviestiä, jos viestin muutosnopeus on pienempi kuin toimilaitteen nopeus. Säätimen lähtöviesti on yleensä 0–10 voltin tasajännite, joskus käytetään myös 2–10 voltin tai 4–20 milliampeerin säätöviestiä. Alueiksi voidaan myös valita 0–5 voltia ja 5–10 voltia, jotta säädin pystyy ohjaamaan kahta toimilaitetta sarjatoiminnossa. Kohteen jatkuvatoimisissa toimilaitteissa käytetään 0–10 voltin säätöviestiä. (1, s.53.)

Kohteen anturit lukeutuvat myös kahteen luokkaan: passiivisiin ja aktiivisiin antureihin. Passiiviset anturit mittaavat haluttua suuretta resistanssin muutoksen avulla. Esimerkkinä toimii hyvin projektissa käytetty NTC10k-puolijohdeanturi, jonka resistanssi kasvaa lämpötilan laskiessa eli sen lämpötilakerroin on negatiivinen. Aktiiviset anturit luovat itse mittaussignaalin, joka on mitattavaan suureeseen verrannollinen jännitte- tai virtaviesti. Kohteen peltimoottoreita, pumppeja tai puhaltimia ei vaihdettu.

2.3.2 Kaapelointi kohteessa

Kaikki kohteen kenttälaitteet, jotka toimivat 24 voltin käyttöjännitteellä, kaapeloitiin kaksiparisella NOMAK-kaapelilla, jonka tyyppi on NOMAK 2 × (2 × 0,5) + 0,5.

Sähkökeskuksen releohjaukset ja 230 VAC:n ohjaukset kuten pumput ja puhaltimet kytkettiin kaapelilla MMJ×1,5 S. Näiden indikoinnit ja hälytykset tulivat VAK:lle sähkökeskukselta joko NOMAK 8 × (2 × 0,5) + 0,5- tai NOMAK 24 × (2 × 0,5) + 0,5-kaapelilla, mikä tarkoittaa, että nämä kaapelit olivat 8- ja 24-pariset kaapelit.

2.3.3 Valvonta-alakeskus

Valvonta-alakeskukset sisältävät mm. säätimet, releet, jäätymissuoja-termostaatit, CWS:n ja TosiBoxin. Universaalisäätimien tehtävänä on hallita koko automaatiojärjestelmää niihin ladatun sovellusohjelman ja säätimien avulla. Valvonta-alakeskusten tehtävänä on kerätä tietoa kentältä toimilaitteilta ja reagoida kuhunkin tilanteeseen siihen määritellyllä tavalla. VAK:t ohjaavat muun muassa taajuusmuuttajia, venttiilimoottoreita, peltimoottoreita ja pumppuja.

Valvonta-alakeskukset kommunikoivat kenttälaitteiden kanssa siihen liitettyjen fyysisten tulo- ja lähtö-I/O-pisteiden avulla. Käytetyissä UIO 032 -universaalisäätimissä on 32 I/O-kanavaa. Yhteen säätimeen mahtuu neljä I/O-korttia, jossa kussakin kahdeksan kanavaa. (2, s.6.)

I/O-pisteet

Projektiin valittiin universaalisäätimiä, joissa on käytössä neljä erilaista I/O-tyyppiä:

- AI, Analog input eli analoginen tulopiste. Esimerkiksi järjestelmän mittaukset ovat tätä tyyppiä.
- AO, Analog output eli analoginen lähtöpiste. Esimerkiksi venttiilimoottorien säätöviestit ovat analogilähtöjä
- DI, Digital input eli digitaalinen tulopiste. Esimerkiksi pumppujen tilatiedot ovat digitaalisia tuloja. Lisäksi kaikki hälytystiedot ovat digitaalisia tuloja.
- DO, Digital output eli digitaalinen lähtöpiste. Kolmitilaohjattavia toimilaitteita ohjataan digitaalisia lähtöpisteitä käyttäen.

Tiedonsiirto alakeskusten välillä

Kohteen laajuuden vuoksi automaatiojärjestelmään luotiin kaksi valvonta-alakeskusta. Niiden tulee pystyä kommunikoimaan keskenään, ja siksi ne yhdistettiin väylän avulla. Pääsyy tähän on se, että valvomosta pitää pystyä ohjaamaan kummankin VAK:n prosesseja.

Silloin kun valvonta-alakeskukset ovat toistensa lähellä, asennetaan kiinteä kaapeli, joka välittää tietoja alakeskusten välillä. Jos keskukset olisivat kaukana toisistaan, kaapelointikustannukset tulevat kohtuuttoman suuriksi. Tällöin voidaan käyttää esimerkiksi puhelinverkkoa kommunikointiin. (1, s.170.)

Tietoa alakeskusten välillä välitetään sarjaliikennemenetelmällä, jossa siirrettävät tietobitit kulkevat peräjälkeen. Lähettimen ja vastaanottimen tulee toimia samalla nopeudella, jotta vastaanotin tulkitsee saapuvan sanoman tai merkin oikein. Siirtonopeuden yksikkö on baudit eli bittit sekunnissa. Opinnäytetyön baudinopeus on 38 400 b/s. (1, s.170.)

Vanhin sarjaliikennestandardi on RS-232 C ja se soveltuu vain hyvin lyhyille välimatkoille, sillä johdon enimmäispituus on 15 metriä. Pidempiä etäisyyksiä varten on muita siirtotapoja, joita ovat RS-422, RS-423 ja RS-485. Niissä jokai-

sessä kaapelin maksimipituus on 1200 metriä. Tässä kohteessa on käytössä RS-422. (1, s.170–171.)

RS-422-väylä on kierretty johdinpari, johon voidaan liittää 10 lähetin-vastaanotinparia. Signaalin potentiaalin pitää vaihdella vähintään ± 300 millivolttia, jotta vastaanottimet tulkitsevat tiedot oikein. Sarjaliikenneväylässä vain yksi asema saa kerrallaan lähettää tietoa väylään ja toisten pitää silloin toimia vastaanottimina. Jokaisella asemalla on yksilöllinen osoite, jonka avulla toiset osaavat lähettää ja pyytää siltä tietoja. RS-422:n jokaisella asemalla on vuorolleen tilaisuus lähettää sanomia toisille asemille, sillä puheoikeus siirtyy hallitusti asemalta toiselle. (1, s.171–172.)

2.3.4 CWS- ja TosiBox-yhdistimet

CWS on laite, johon otetaan yhteys valvomosta internettiä avulla. CWS:llä on tärkeää olla kiinteä IP-osoite tai sen selvittäminen tulee olla helppoa, jotta valvomosovelluksesta saadaan yhteys automaatiojärjestelmään. CWS toimii tulkin tavoin valvontasovelluksen ja alakeskusten välillä.

Koska kohteeseen ei saatu kiinteää IP-osoitetta, tuli selvittää vaihtoehtoisia ratkaisuja, jolla tämä ongelma voitaisiin kiertää. Päätettiin käyttää TosiBox-etäyhteyslaitetta, joka toimii avain-lukkoperiaatteella. Lukko-osa sijoitetaan valvonta-alakeskukseen ja se on yhteydessä CWS:ään. Avainosa tulee kiinni valvomokoneeseen.

Avain on prosessorin sisältävä USB-liitäntäinen avainlaite, jonka avulla muodostuu yhteys lukkolaitteeseen. Toinen osa on lukkolaite, joka sisältää ohjelmallisesti kaksi toimintatilaa. Mode A -tilassa lukkolaite löytää automaattisesti kaikki saman sisäverkon verkkolaitteet ja Mode B -tilassa vain lukkolaitteen omaan LAN-liitäntään liitetyt verkkolaitteet. Lukko jakaa automaattisesti IP-osoitteen avaimelle. (3, s.6.)

2.3.5 Valvomo

Valvomoon kerätään kaikki tieto kiinteistöautomaatiojärjestelmästä. Kaikki mitaukset, hälytykset, historiatiedot säätimiltä ja hälytyksiltä, säätimien asetukset ja toimilaitteiden asennot saadaan näkyviin valvomosovelluksessa. Kohteen valvonta ja laitteiden uudelleensäätäminen tapahtuu Oulussa sijaitsevasta etävalvomosta käsin. Valvomon hyötyihin lukeutuu nopea hälytyksiin reagointi ja täten mahdollisten vaurioiden syntymisen esto, päivystyskäyntien väheneminen, kiinteistön ylläpitokustannusten pieneneminen ja toimintahäiriöiden ehkäisy. (4.)

Projektissa on käytössä Estera Standardivalvomo eli ESV. ESV on toteutettu itsenäisinä moduuleina, jotka kaikki tarvitaan kokonaisuuden muodostamiseksi. Jokainen erillinen moduuli voidaan projekteissa päivittää tarvittaessa erikseen. ESV koostuu seuraavista moduuleista:

- Estera_Std sisältää standardigrafiikat eli esimerkiksi anturi- ja venttiilimallit.
- Estera_Lon sisältää Lon-solmujen grafiikat ja LonTalk-protokolla. Tätä ei tarvita tässä projektissa, mutta se ladataan projektiin automaattisesti.
- Estera_UIO032 sisältää UIO 032 -alakeskuksen grafiikat ja ModBus-protokollan.
- Estera_Comnet sisältää Computec Comnet -grafiikat ja protokollat.
- Estera_Config on itsenäinen projekti, jolla ESV konfiguroidaan.
- Estera_Start_Paa on projektipohja päävalvomosta, joka kopioidaan omaksi projektiksi ja nimetään. Tässä työssä nimellä Caverion_Paa.
- Estera_Start_include on valvomokohteen projektipohja, joka kopioidaan ja nimetään uudelleen. Tässä työssä Aimokorte_inc. (5, s.3.)

Vain moduuleista Estera_start_paa ja Estera_start_include tehtyihin projektikopioihin saa tehdä muutoksia ja kaikki muut moduulit on säilytettävä sellaisinaan. Tätä standardivalvomoa käytetään sovelluksella YIT Pyramid. Valvomoon pääsee tarkastelemaan tietoja myös etänä esimerkiksi tablettitietokoneella tai kannettavalla tietokoneella, jos käytössä on YIT Pyramid -käyttöliittymäsovellus, internet-yhteys valvomoon ja kohteen kirjautumistiedot eli käyttäjänimi ja sala-

sana. Liitteissä 1–5 näkyy kuvia valmiista YIT Pyramid -valvomokäyttöliittymästä. (5, s.3–4).

3 JÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU

Vanhan ratkaisun tilalle luotavan järjestelmän suunnittelu alkoi vanhan systeemin piirustuksiin perehtymällä, ja niitä vertaamalla toteutettuun järjestelmään kohteessa vierailun yhteydessä. Tämän jälkeen voitiin alkaa tilaamaan uusia venttiileitä ja antureita. Vanhojen säätökaavioiden perusteella voidaan jo alkaa luomaan sovelluksia ja grafiikkakuvia järjestelmään.

3.1 Aloituspalaveri ja kartoitus kohteessa

Aloituspalaveria ennen Caverionilta olivat jo muutamat henkilöt käyneet kohteessa tekemässä alustavaa kartoitusta, mutta aloituspalaverissa ei vielä säätökaavioita ollut saatavilla. Palaverissa käytiin läpi, millainen kohde on kyseessä, millaiset tavoitteet uudelle järjestelmälle on asetettu ja mitkä osat vanhasta järjestelmästä voidaan vielä hyödyntää. Vanha järjestelmä oli toteutettu yksikkösäätimillä, jotka tulitaisiin ottamaan pois käytöstä. Lisäksi kaikki anturit ja venttiilit tulitaisiin vaihtamaan.

Saneeraukseen päädyttiin, koska vanha järjestelmä ei suoriutunut enää tehtävistään toivotulla tavalla. Esimerkiksi toimistojen lämpötilat olivat jatkuvasti liian korkeat. Lisäksi epäiltiin, että yksikkösäätimet eivät ohjaa ilmanvaihtoa optimaalisesti. Samoin otaksuttiin, että useassa venttiilissä on vuotoja, mikä omalta osaltaan vaikuttaa säädön huonouteen.

Työn keskeisenä tavoitteena oli säästöjen tavoittelu konepajalle LVI-kustannuksissa, eli näiden prosessien energiatehokkuuden parantaminen sekä parempi ilmastointi ja ilmanlaatu kiinteistössä.

Kohteessa vierailun tarkoituksena oli kartoittaa uusien valvonta-alakeskuksien, antureiden, toimilaitteiden ja taajuusmuuttajien sijainnit kohteessa, sekä sähkömiehen kanssa käydä läpi kaapelointia sähkökeskuksilta valvonta-alakeskuksille ja edelleen antureille ja toimilaitteille. Nämä kaikki paikat merkittiin kohteeseen teipeillä. Useimpia vanhoja johdotuksia pystyttiin käyttämään uudelleen. Lisäksi VAK-1:een toivottiin internetyhteyspistettä, joka luvattiin asentaa keskukselle. Tämä piste tarvittiin etävalvomoa varten.

3.2 Järjestelmän toiminnan suunnittelu

Kun kohteessa oli vierailtu ja noudettu viralliset säätökaaviot kohteesta, voitiin alkaa suunnittelemaan uutta järjestelmää säätökaavioiden ja uusien järjestelmän vaatimuksien perusteella. Uudet valvonta-alakeskukset tilattiin koottuina toimistolle, jossa ladattiin sovellukset universaalisäätimille. Tämän jälkeen kentälaitteet liitettiin keskuksiin kohteessa. Kohteen neljän ilmanvaihtokoneen ja lämmönjakohuoneen ohjaus saatiin mahtumaan mukavasti kahdelle keskukselle, joihin jätettiin vielä laajennusvaraa.

Vanhojen säätökaavioiden ilmanvaihtokoneiden, venttiilien ja antureiden nimitykset pidettiin samoina sekä selkeyden vuoksi että sen takia, että näitä piirustuksia pystyttäisiin käyttämään vastaisuudessakin. VAK-1 sisältää IV-koneet TK-1 ja TK-2 ja lisäksi LJH:n toiminnot. VAK-2 sisältää IV-koneet TK-3 ja TK-4.

TK-1 toimintakuvaus

Suurin IV-kone TK-1 hoitaa konepajan hallin ilmanvaihdon. Sekä tulo- että poistoilmapuhaltimia ohjataan samassa suhteessa portaattomasti taajuusmuuttajilla. Taajuusmuuttajien asetusarvo saadaan hallissa sijaitsevan hiilidioksidianturin perusteella. Mikäli ilmanlaatu laskee, ohjaamalla puhaltimia korkeammalle teholle saadaan ilmanlaatu pidettyä asetusarvossaan. Lisäksi TK-1:tä ohjataan aikaohjelmalla, joka ohjaa puhaltimia täydelle tai puolelle teholle. TK-1:lle ominaista on myös kohteen ainoa vesikiertoinen LTO, joka kerää hukkalämpöä poistokanavasta ja käyttää sitä tuloilmanlämmittämiseen sen vesiglykolipattereiden avulla. Tätä vesi-glykoliliuoksen kiertoa hallitaan säätöventtiilillä FV-1.3. Jos LTO ei riitä pitämään hallin lämpötilaa asetusarvossaan, tulo-kanavassa on lämmityspatteri, jossa on kytketty rinnan kaksi venttiiliä, joista ensin yhtä ohjataan auki pitämään tuloilmanlämpötilaa halutussa arvossa. Jos tämäkään ei riitä, avataan toinenkin venttiili. Jos nämä toimenpiteet eivät onnistu pitämään huoneen lämpötilaa asetusarvossaan ja lämpötila laskee tarpeeksi alas, aiheutuu jäätymisvaarahälytys, joka sulkee raitisilmapellin ja pitää molempia venttiileitä auki, kunnes lämpötila alkaa nousemaan ja hälytys kuitataan. Ensisijaisesti kuitenkin tuloilman lämmitys hoidetaan LTO:n avulla.

Muissa kohteen IV-koneissa on lämmityspatteri, jota ohjataan yhdellä huone-
lämpötilan perusteella säädetyllä venttiilillä. Lisäksi näiden pienempien IV-
koneiden tulo- ja poistoilmapuhaltimet ovat kaksinopeuspuhaltimia eli ne toimi-
vat joko täydellä tai puolella teholla aikaohjelmasta riippuen.

Lämmönjakohuoneessa hallitaan käyttöveden, patteriverkoston ja IV-verkoston
lämmityspattereiden kaukolämmön saantia. Käyttöveden haluttu lämpötila mää-
ritettiin käsin syötetyllä arvolla, esimerkiksi +60 °C. Patteriverkoston lämpötilan
asetusarvo saadaan ulkolämpötilan perusteella säätökäyrältä. IV-verkoston
lämpötilan määrää myös ulkolämpötila. Sekä patteri- että IV-verkostossa on
painekeytkimet mahdollisten häiriötilojen varalta. Jos verkoston paine nousee yli
asetusarvon, seuraa hälytys. Liitteissä 1–5 on esitelty tuloilmakoneiden ja läm-
mönjakohuoneen grafiikkakuvat.

4 JÄRJESTELMÄN LAITTEET

Projektiin kuului uusien valvonta-alakeskusten toimittaminen ja kytkeminen, sekä vanhojen venttiilien ja antureiden vaihtaminen uusiin. Lisäsiittiin myös muutama uusi anturi. Esimerkiksi konepajan halliin sijoitettiin hiilidioksidimittaus valvomaan ilmanlaatua.

4.1 Valvonta-alakeskusten laitteet

Valvonta-alakeskukset tulivat Oulun toimistolle jo valmiiksi koottuina. Toimitetut alakeskukset vastasivat tilattuja. Tässä luvussa kerrotaan valvonta-alakeskusten sisällä olevista laitteista.

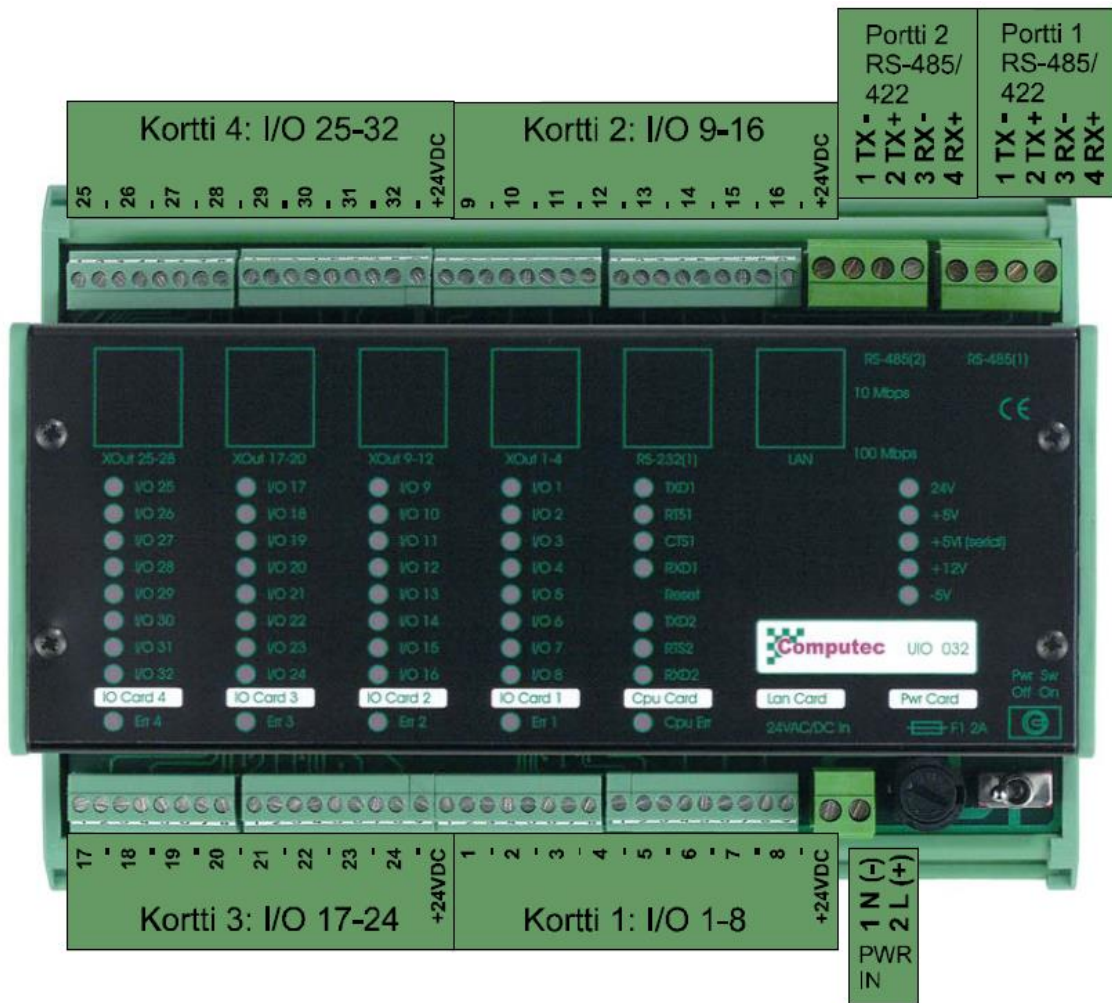
UIO 032 -universaalisäädin

UIO 032 on yleiskäyttöinen ja kustannustehokas universaalisäädin, jossa on 32 universaalia I/O-kanavaa. Siinä on neljä I/O-korttia, joilla jokaisella niistä on kahdeksan universaalia kanavaa, eli ne voidaan muuttaa tuloksi tai lähdeksi, analogiseksi tai digitaaliseksi oikosulkupalojen avulla. UIO 032 on kompakti säädin, joka asennetaan 35 mm:n DIN-kiskoon. Sen mitat ovat 180 x 125 x 100 mm. Laitteen syöttöjännite on 24 VAC/DC (2, s.5.)

Säätimen muita teknisiä yksityiskohtia ovat seuraavat:

- 32 kB paristovarmennettua RAM-muistia
- 256 kB Flash-ohjelmamuistia
- 32 kB EEPROM-muistia
- 2 kpl RS232/422/485 galvaanisesti erotettuja sarjaliikenneportteja.
(2, s.5–6.)

Projektiin käytettiin yhteensä kolme universaalisäädintä. VAK-1:een sijoitettiin kaksi kappaletta ja VAK-2:een yksi. Kuvassa 4 esitetään UIO 032 I/O-moduulin ulkoiset liitännät.



KUVA 4. UIO 032 I/O-moduulin ulkoiset liitännät (2, s. 7)

JVS 24 -jäätymissuojatermostaatti

JVS 24 on varolaite, joka valvoo ja tarvittaessa säätää ilmanvaihtokoneen patterin paluuveden lämpötilaa, ja pyrkii siten estämään vesipatterin jäätyminen. Jäätymissuojatermostaatile on määritelty kaksi arvoa, jotka ovat käyntiajan ja seisonta-ajan asetusarvot. (6.)

Käyntiajan tilassa lämpötilan alittaessa ennakoinnin aloituspisteen, joka on yleensä 3-16°C päässä hälytyspisteestä, alkaa JVS korjata säätimeltä JVS:n kautta säätöventtiilille menevää viestiä. Tästä ilmoittaa vihreä merkkivalo JVS:ssä. Lämpötilan alittaessa hälytyspisteen JVS pysäyttää IV-koneen, antaa hälytyksen valvomoon ja syyttää punaisen merkkivalon. (6.)

Seisonta-aikana JVS 24 säättää patterin paluuveden seisonta-ajalle asetettuun arvoon. Kaikki nämä arvot määritetään fyysisesti JVS 24:n paneelista, joka nähdään kuvassa 5. (6.)



KUVA 5. JVS 24 -jäätymissuojatermostaatti (6)

4.2 Anturit, venttiilit ja toimilaitteet

Kuten aiemmin jo opinnäytetyössä on mainittu, kohteessa vaihdettiin kaikki anturit, venttiilit ja niiden moottorit. Tässä luvussa esitellään nämä laitteet.

4.2.1 Anturit

Kaikki anturit kohteeseen toimitti Pro dual Oy. Ohessa on lista kaikista antureista, joita kohteeseen asennettiin. Suurin osa on tavallisia NTC10- tai Pt1000-lämpötila-antureita, joilla korvattiin vanhat lämpötilamittaukset, mutta muutamia erikoisempia mittauksia kohteeseen myös lisättiin ja ne käydään läpi seuraavaksi. Taulukko 1:ssä nähdään perustiedot kaikista kohteeseen tilatuista antureista.

TAULUKKO 1. Kohteeseen tilatut anturit

Anturi	lkm	Selite
TEK NTC10	6	IV-kanavan lämpötila-anturi
TEAT NTC10 + AT80	4	Vesiverkoston lämpötila-anturi
TEU PT1000	1	Ulkolämpötila-anturi
TENA NTC10	1	Käyttöveden lämpötila-anturi
TEHR NTC10	5	Huonelämpötila-anturi
TEKV PT1000	4	Lämm.patterin lämpötila-anturi
PEL2500-N	2	Paine-erolähetin
VPL16	3	Painelähetin
HDH	1	Hiilidioksidilähetin
LAP5	1	Lisäaikakytkin
TEP NTC10	2	Lämm.verk. lämpötila-anturi

PEL2500-N-paine-erolähetin

PEL2500-paine-erolähetin on suunniteltu ilmanvaihtokoneiden paineiden sekä paine-erojen mittauksiin. Lähtevä mittaviesti on valittavissa käyttöön otossa joko paine- tai virtauslineaariseksi. Käytössä olevasta lähtöviestistä riippumatta mitausarvo esitetään näytössä on aina pascaleina. Lähettimen nollapiste tarkistetaan ja siirretään paikalleen automaattisesti noin 5 minuutin välein, mistä syystä jälkepäin suoritettavaa kalibrointia ei yleensä tarvita. (7.)

Nopeiden paine-erohäiriöiden vaikutusta lähtöviestiin voidaan minimoida lisäämällä aikavakion arvoa. PEL2500-lähettimessä vaihtoehtoja on kaksi, joko 2 sekunnin tai 8 sekunnin aikavakiot. (7.)

Lähetin on koteloitu IP 54 luokan koteloon ja se voidaan asentaa myös kosteisiin ja pölyisiin tiloihin. Projektiin tilattiin 2 kappaletta PEL2500-N paine-erolähettimiä, jotka kumpikin sijoitettiin isoimpaan tuloilmakoneeseen TK-1:een. Ne mittaavat paine-eroa tulo- ja poistoilmasuodattimien yli. Tämä tehtiin siksi, että hallin suodattimet likaantuvat paljon helpommin kuin muiden kiinteistön IV-koneiden ja suodattimien vaihdon tarve voidaan ennakoida paine-eron kasvassa. Kuvassa 6 on esitetty PEL2500-N- ja PEL2500-paine-erolähetimet. (7.)



KUVA 6. PEL2500-N- ja PEL2500-paine-erolähetin (7)

HDH-hiilidioksidilähetin

HDH-lähettimet on suunniteltu huonetilojen hiilidioksidipitoisuuksien ja lämpötilojen mittaukseen ja säätöön. Lähettimen mittaamaa tietoa voidaan käyttää esimerkiksi tarpeenmukaisen ilmanvaihdon ohjaamiseen, kuten tässäkin projektissa tehtiin. (8.)

Anturin mittausalue on 0–2000 ppm ja virhemarginaali on ± 40 ppm. Lähettimen syöttöjännite on 24 VAC/DC. Mitatun arvon se lähettää VAK:lle 0–10 voltin jänniteviestinä. Kuvassa 7 on esitetty HDH-hiilidioksidilähetin. (8.)



KUVA 7. HDH-hiilidioksidilähetin (8)

LAP 5 -lisäaikapainike

IV-koneiden toimintaa ohjataan pääasiassa kiinteistöautomaatiojärjestelmän aikaohjelman perusteella. Joskus kuitenkin poikkeuksellisten työaikojen takia voi tehostettu ilmanvaihto olla tarpeen normaalin käyntiajan ulkopuolella. Lisäaikapainikkeella, LAP 5, saadaan IV-kone toimimaan halutuksi ajaksi ohjaamalla suoraan IV-koneen kontaktoria. (9.)

Painamalla kytkintä syttyy merkkivaloja, jotka kertovat, kuinka monta tuntia lisäaikaa ilmastoinnille on säädetty. Vilkkuva valo kertoo, että lisäaikaa on pyydetty, ja kun IV-kone suorittaa pyynnön, muuttuu valo jatkuvasti palavaksi (9.)

Kohteeseen tuli yksi lisäaikapainike. Se sijoitettiin ruokailutiloihin, jotka toimivat myös koulutustiloina. Koska monesti tapaamiset ja koulutustilaisuudet voivat venyä pitkiksi, on myös tarve hyvälle ilmanvaihdolle. Lisäaikakytkin asennettiin seinään. Kuvassa 8 nähdään LAP 5 -lisäaikapainike.



KUVA 8. LAP 5 -lisäaikapainike (9)

4.2.2 Venttiilit ja toimilaitteet

Tässä luvussa käydään läpi kohteeseen tilatut ja asennetut venttiilimoottorit. Kaikki projektin venttiilit ja moottorit toimitti Belimo Finland Oy. Kuvassa 9 nähdään koko tilauslista toimilaitteista, jotka projektiin tilattiin. Venttiileitä ei käydä erikseen läpi, koska niiden asennus ei kuulunut automaatiourakkaan.

Belimo:

		Venttiilin tyyppi		moottori	
LJH	FV01	R406DK	0,63	2 -tie	HRVD24-SR
LJH	FV02	R417D	6,30	2 -tie	HRVD24-SR
LJH	FV03	R417D	6,30	2 -tie	HRVD24-SR
TK-1	FV1.1	R2025-6P3-52	6,30	2 -tie	HRVD24-SR
TK-1	FV1.2	R2025-10-52	10,00	2 -tie	HRVD24-SR
TK-1	FV1.3	R3032-16-53	16,00	3 -tie	NRC24A-SR
TK-2	FV2	R2015-1P6-51	1,60	2 -tie	HRVD24-SR
TK-3	FV3	R2015-1P6-51	1,60	2 -tie	HRVD24-SR
TK-4	FV4	R2015-1P6-51	1,60	2 -tie	HRVD24-SR

KUVA 9. Venttiilien ja niiden moottoreiden tilauslista

HRXD24-SR

HRXD24-SR on jänniteohjattu sähköinen venttiilimoottori kiertyväkaraisille venttiileille. Syöttöjännite toimilaitteelle on 24 VAC ja ohjausviestinä on 0–10 voltin jänniteviesti. Moottorin ajoaika on 35 sekuntia ääriasennosta toiseen ja sen vääntömomentti on 5 Nm. (10.)

Moottori asennetaan suoraan venttiiliin toimilaitteen mukana tulevalla ruuvilla. Sähkökytkennän jälkeen se on heti käyttövalmis. Toimilaitteessa on kytkin, jolla valitaan automaattiohjaus tai käsikäyttö. Käsikäytössä venttiili voidaan asettaa vapaasti haluttuun asentoon sähköisestä ohjauksesta riippumatta. Automaattiasennossa moottori seuraa 0–10 voltin ohjausviestiä alakeskukselta. Kuvassa 10 on HRXD24-SR-venttiilimoottori.(10.)



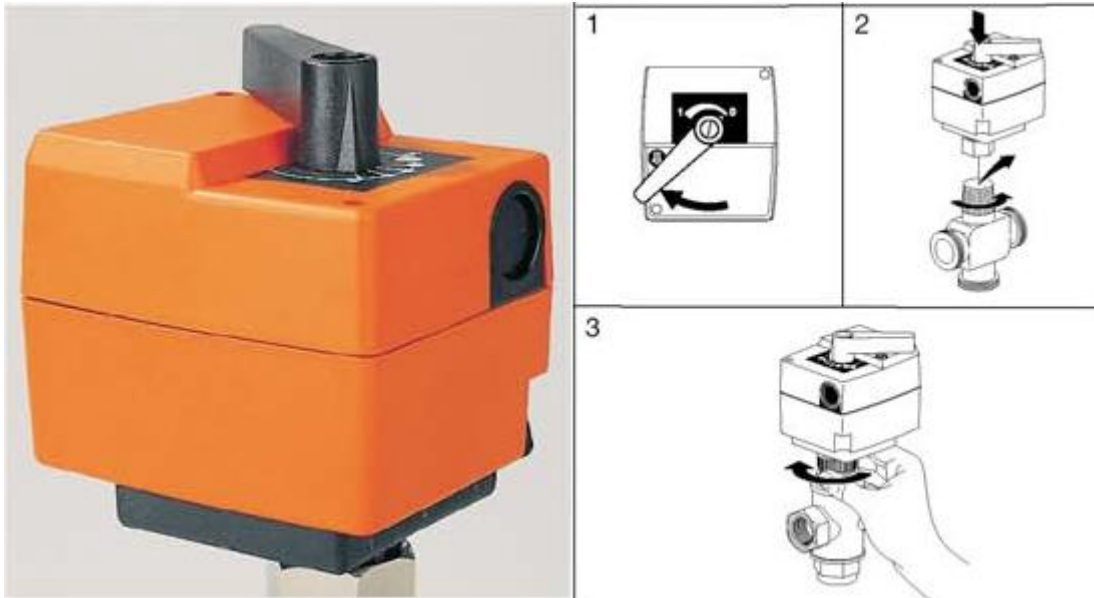
KUVA 10. HRXD24-SR-venttiilimoottori (10)

NRC24A-SR

NRC24A-SR-venttiilimoottori on erilainen kuin muut, koska se sijoitetaan kolmetieventtiiliin, joka sijaitsee LTO:ssa. Tämän venttiilimoottorin avulla voidaan ohjata vesi-glykoliseos kiertämään vain sisäisellä kierrolla poistoilmakanavassa lämpöä keräten tai päästää seos lämmittämään tuloilmaa. (11.)

Moottori asennetaan suoraan venttiilin kaulalla olevaan kierteeseen. Sähkökytkennän jälkeen se on heti käyttövalmis. Moottoria ohjataan 0–10 voltin jänniteviestillä haluttuun asentoon. Toimilaitetta voi myös ohjata apureleillä. (11.)

Tämäkin moottori voidaan kytkeä joko automaatti- tai käsiohjaukseen. Käsikäytöllä venttiili voidaan asettaa haluttuun asentoon sähköisestä ohjauksesta riippumatta ja automaattilla se seuraa ohjausviestiä VAK:lta. Kuvassa 11 nähdään venttiilimoottori NRC24A-SR ja sen asennustapa. (11.)



KUVA 11. NRC24A-SR-venttiilimoottori ja asennustapa (11)

4.3 Taajuusmuuttajat

Projektiin lisättiin kaksi Danfossin valmistamaa VLT HVAC Drive 102 FC -taajuusmuuttajaa, joiden tehtävänä on ohjata TK-1:sen puhaltimia samassa suhteessa portaattomasti. Tämä ratkaisu on näinkin suuressa IV-koneessa yksi parhaista, sillä ilmanvaihdon tarpeen määrää hallissa oleva hiilidioksidianturi. Jos tulo- ja poistoilmapuhaltimet olisivat esimerkiksi kaksinopeuspuhaltimia, eivät ne pystyisi vastaamaan HDH-anturin määräämää tarvetta lähellekään niin hyvin kuin portaattomasti taajuusmuuttajilla säädettävät puhaltimet.

Taajuusmuuttajia käyttöönotettaessa hyödynnettiin niiden SmartStart-toimintoa, jossa taajuusmuuttaja kyselee sen käyttöliittymän kautta ohjattavan puhaltimen tietoja, kuten esimerkiksi sen käyttöjännitteen ja taajuuden. Tämän jälkeen taajuusmuuttaja luo sen mukaan optimaalisen säätökäyrän puhaltimelle. Kaiken voi kuitenkin halutessaan tehdä itsekin, mutta tässä projektissa käytettiin SmartS-

tart-toimintoa. Kuvan 12 taajuusmuuttajia asennettiin kohteeseen kaksi kappaletta. (12.)



KUVA 12. Danfoss VLT HVAC Drive FC 102 -taajuusmuuttaja (12)

5 SOVELLUSTEN SUUNNITTELU JA OHJELMOINTI

Sovellusten suunnittelu alkoi Excel-määritysten teolla sekä pääprojektiin että kohdeprojektiin. Projekti liitetään jo olemassa olevaan valvomoon, määritetään CWS:n IP-osoitteet ja universaalisäätimien tulot ja lähdöt, sekä määritetään järjestelmän hälytykset ja niiden kiireellisyys.

Seuraavaksi piirrettiin grafiikkakuvat, joiden avulla järjestelmää ohjataan valvomosta. Lisäksi järjestelmään tehdään sovellusohjelmat, eli säätimet ja niiden arvot, logiikkarivit ja aikaohjelmat. Excel-määrittelyissä mustatut kohdat ovat toisten projektien tietoja.

5.1 Excel-määrittelyt

5.1.1 Kohteen lisäys pääprojektiin

Nämä Excel-määrittelyt noudattavat tiettyä hierarkiaa, jossa on kaksi tasoa. Ylemmällä tasolla on pääprojektin konfigurointitiedosto, johon projektin konfigurointitiedosto liitetään. Pääkonfigurointitiedostossa varataan tarvittu tila projektille ja määrätään IP-osoite projektin CWS:lle. Kuvassa 13 on esitetty, miten pääprojektiin varataan tila kohteen CWS:lle.

Verkkonro	Nimi	K	IO	T	V	P	BR	DB	SB	Pa	IP-osoite	IP-portti	Y	TEKSTI SELITE
	Alarm_Port	1	1	S		1	6							hälytyksien jälleenantoportti
	Email_Port													hälytyksien jälleenantoportti
1	██████████	1	1	I	2	1	6	8	N	N	192.168.1.90	1502	U	██████████
2	Aimocws	1	1	I	2	1	6	8	N	N	192.168.0.90	1502	U	Aimokorte CWS

KUVA 13. CWS:n määrittely pääprojektin konfigurointitiedostoon

Seuraavaksi varattiin kohdeprojektille oman alue pääprojektissa "Alueet"-välilehdellä. Kuvassa 14 varataan kohteelle oma alue.

Alueet				
Aluenro	Label	Lyhyt nimi	Pitkä nimi	Pituus
0	A_0	Kaikki	Valvomo	7
1	██████	██████	████████████████████	20
2	A_2	Aimo	Aimo korte konepaja	19

KUVA 14. Kohdeprojektin aluevaraus pääprojektin konfigurointitiedostossa

Viimeisenä pääprojektiin tehtynä muokkauksena oli universaalisäätimien tilanvaraus pääprojektiin. Vaikka ensimmäisessä Oulun valvomoon liitetystä projektista oli vain yksi UIO 032 -säädin, on tapana jättää tilaa lisätöille ja laajennuksille. Yleensä tämä laajennusvara on kolme nodea eli solmua. Tämän takia Aimo Kortteen konepajan kohteen nodet alkavat vasta numerosta 5. Kuvassa 15 varataan tila kohteen universaalisäätimille.

Nodet				alavetolistassa oleva		
Nro	Nimi	Verkkonro	Verkkonimi	Verkko-osoite	NodeTyyppi	Alue
5	Node5	2	Aimocws	1	UIO32_3	2
6	Node6	2	Aimocws	2	UIO32_2	2
7	Node7	2	Aimocws	3	UIO32_3	2

KUVA 15. Universaalisäätimien tilavaraus pääprojektiin

5.1.2 Kohdeprojektin Excel-määritykset

Kohdeprojektin määrittelyt alkavat UIO 032-säätimien I/O-korttien kanavien määrityksillä. Määrityksissä kerrotaan muun muassa, mikä kortti ja kanava on kyseessä ja ovatko kyseessä olevat kanavat tuloja vai lähtöjä ja niiden tyypit. Kuvassa 16 on VAK-1:sen ensimmäisen universaalisäätimen, Node 5, ensimmäisen I/O-kortin kanavamääritykset, joka sisältää LJH:n toimintoja.

Kortti 1							
1	Ai	LJH	TE01	Ulkolämpötila	°C	2 1 1	-50-50 Pt1000
2	Ai	LJH	TE5	Kaukolämpöverkoston menovedenlämpötila	°C	1 1 3	0-100 NTC10k
3	Ai	LJH	TE6	Kaukolämpöverkoston paluuedenlämpötila	°C	1 1 3	0-100 NTC10k
4	Ai	LJH	TE2.1	Käyttövesiverkoston menovedenlämpötila	°C	1 1 3	0-100 NTC10k
5	Di	LJH	P02	Käyttövesiverkoston pumpun indikointi			Di indikointi
6	Ao	LJH	FV02	Käyttövesiverkosto Säätöventtiili	%	1 1 6	0-100 0-10 V
7	Ao	LJH	FV01	Patteriverkoston säätöventtiili	%	1 1 6	0-100 0-10 V
8	Ao	LJH	FV03	IV-verkoston säätöventtiili	%	1 1 6	0-100 0-10 V
1	DO	LJH	P02	käyttövesiverkoston pumpun ohjaus(vara)?			
2	DO	LJH	P01	patteriverkoston pumpun ohjaus(vara)?			
3	DO	LJH	P03	iv-verkoston pumpun ohjaus(vara)?			
4	DO						kirjoita tähän 0. ios

KUVA 16. Kohteen konfigurointitiedoston Node 5 I/O-kortin 1 kanavamääritykset

Otetaan esimerkkinä kanava 1 eli ulkolämpötilan mittaus. Ensimmäisessä sarakkeessa määritellään tietotyyppi Ai eli analoginen tulo. Seuraavana on määrittely, mihin prosessiin se kuuluu, ja anturin tunnus ja nimitys. Viimeisimmässä

sarakkeissa määritetään mitattava suure, mittausalue, trendikäyrän piirtäminen datasta ja anturyyppi. Viimeisenä on tekstiselite valituista tiedoista. Näitä tietoja tullaan tarvitsemaan myöhemmin esimerkiksi grafiikkakuvia piirrettäessä.

Hälytysmääriykset

Kohdeprojektin Excel-määriykisiin luodaan myös hälytysmääriykset. Näihin kuuluvat hälytystekstin sisältö, mahdolliset raja-arvot tai hälytyksen aiheuttajat ja niiden kiireellisyystaso. Tämä taso määriitellään numeroasteikolla, jossa 1 on kriittinen ja siitä isommat luvut ovat vähemmän vakavia. Kuvassa 17 on lämpimän käyttöveden lämpötilahälytykset. Esimerkiksi lämpötilan saavuttaessa tai ylittäessä +70 °C, syntyy lämpötilan ylärajahälytys, jonka kiireellisyystaso on 2. Hälytysmääriykisiin lämpötilat merkitään yhtä dekadia korkeampina, koska lämpötilamittausten kerroin on 0,1. Mahdolliset toimenpiteet hälytyksiin määriitetään myöhemmin logiikkariveillä.

6	H	LJH	TE2.1	Käyttövesi lämpötila ylärajahälytys	2	Ai4	>=	700
7	H	LJH	TE2.1	Käyttövesi lämpötila alarajahälytys	2	Ai4	<=	300

KUVA 17. Lämpimän käyttöveden hälytysmääriykset

Ar- ja Dr-rekisterit

Ar-pisteet ovat kohdeprojektissa rekisteripisteitä, joihin kirjoitetaan muistiin järjestelmälle mm. asetusarvoja lämpötiloista ja pakkaspudotusrajoja.

Dr-pisteet ovat myös rekisteripisteitä, mutta niitä käytetään yleisimmin kertomaan järjestelmälle, jos jokin toimilaite on esimerkiksi toiminnassa käsikäytöllä.

5.2 Grafiikkanäytöt

Grafiikkanäytöt piirrettiin Citect Graphics Builder -ohjelmistolla vanhojen säätökaavioiden perusteella, jotta ne näyttäisivät mahdollisimman samoilta ja täten olisivat mahdollisimman käyttäjäystävälliset. Grafiikkakuviin ja tästä johtuen myös Excel-määrittäisiin tehtiin muutoksia muutaman kerran projektin edetessä. Näin tapahtui esimerkiksi silloin, kun päätettiin lisätä hiilidioksidianturi konepajan halliin tarkkailemaan ilmanlaatua.

Lämmönjakohuoneelle ja jokaiselle IV-koneelle piirrettiin oma grafiikkakuvansa, josta kunkin prosesseja voidaan seurata. Lisäksi luotiin valikkoikkuna, jossa voidaan valita, mitä automaatiojärjestelmän osaa halutaan tarkastella. Grafiikkakuvat toimivat automaatiojärjestelmän käyttöliittymänä.

Kuvien piirto alkoi kanavien, putkien, peltien, venttiilien ja huonetilojen piirtämisellä. Tämän jälkeen kuvaan lisättiin anturit, toimilaitteet ja pumput. Nämä jälkimmäiset luotiin ns. genieillä. Genie on kuva anturista, venttiili- tai peltimoottorista tai pumpusta, ja se kertoo geniestä riippuen tilatietoja, mittaustuloksia ja asentotietoja, ja näyttää vielä sille määritellyt hälytykset. Esimerkiksi lämpötilamittauksen genie näyttää käyttöliittymään mittauksen tuloksen. Genie-kirjastoja on Citect Graphics Builderissa useita. On erittäin tärkeää valita sopivat geniet tietyille universaalisäätimille, jotta ne toimivat oikein ohjelmistossa.

Kuvassa 18 ja 19 nähdään lämpötilamittauksen genie ja siihen määritettävät parametrit. Parametrien määrittämisessä Node ja pisteen numerot haetaan kohteen Excel-määrittämisistä.



KUVA 18. Lämpötilamittauksen TE1.3 genie käyttöliittymässä.

Anturi hälytyksillä [UI032] ✕

Tunnus

Numero

HÄLYTYKSET

Ylärajan Node:

Ylärajan Piste nro:

Yläraja Aputiedosto:

Yläraja Tool tip:

Alarajan Node:

Alarajan Piste nro:

Alaraja Aputiedosto:

Alaraja Tool tip:

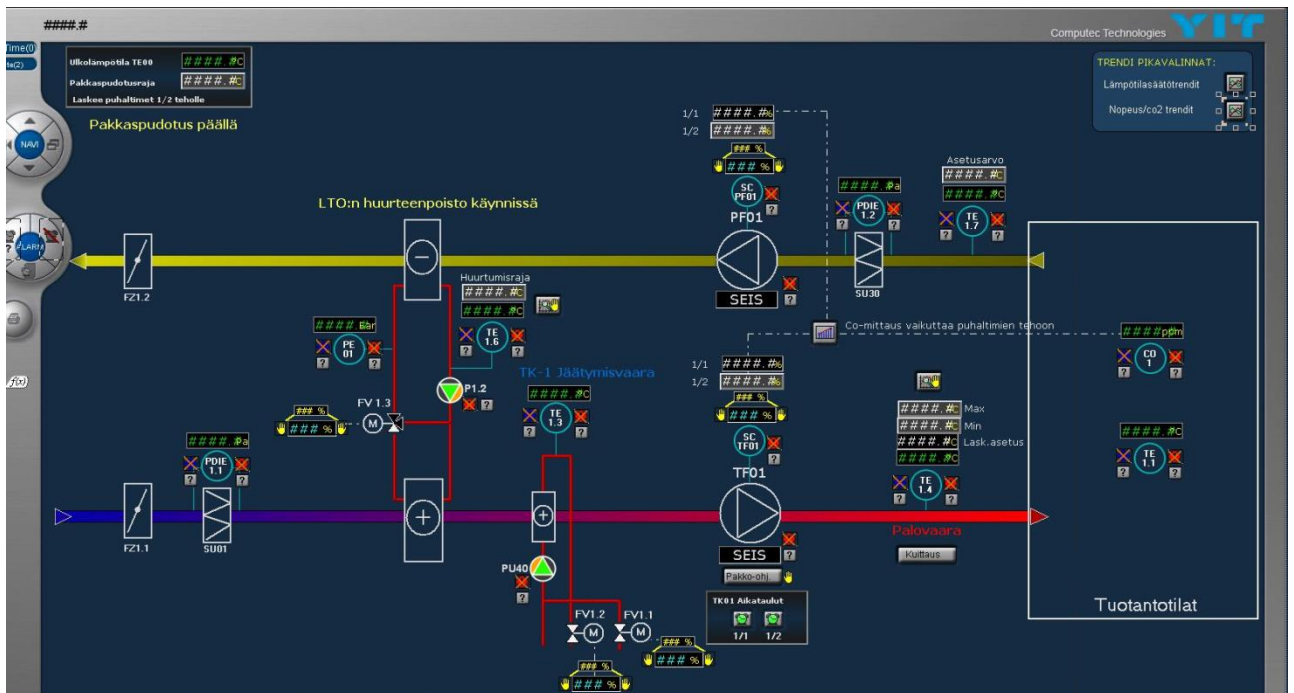
HÄLYTYS POPUP

Kerroin: (1 jos dig.)

Laatu: (tyhjä jos dig.)

KUVA 19. Lämpötilamittauksen genien määrittämiset

Kuvassa 20 nähdään valmis grafiikkakuva TK-1:stä kaikkine genieineen.



KUVA 20. TK-1 grafiikkakuva

5.3 Logiikkaohjelmointi ja säätimet

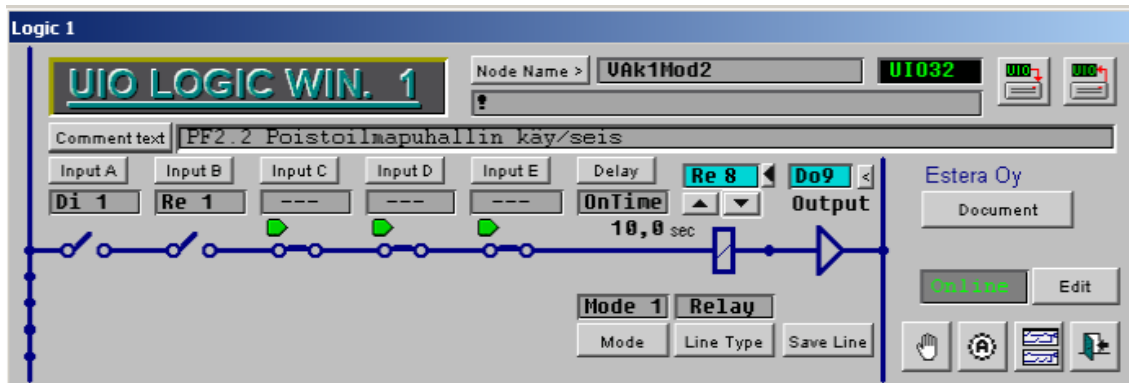
Logiikkaohjelmointi ja säätimien luominen tapahtuu UIO Tool Pack -ohjelmalla, jotka luovat älyn UIO 032 -universaalisäätimille. Logiikkaohjelmointia sanotaan usein myös releriviohjelmoinniksi. Säätimet luodaan jokaiselle säätöventtiilimoottorille ja säädinvaihtoehtoja on useita.

5.3.1 Logiikkaohjelmointi eli releriviohjelmointi

Releriviohjelmoinnissa luodaan ohjaukset kaikille järjestelmän laitteille, joita ohjataan Do eli digitaalisella lähtöpisteellä. Niillä luodaan myös mahdolliset pakko-ohjaukset ja määritetään järjestelmän poikkeuskäyttäytyminen, joka tarkoittaa esimerkiksi hälytyksiin reagoimisia ja lisäaikapainikkeen vaikutusta järjestelmään.

Logiikkarivien ohjelmointiin päästään "UIO Logic Programming"-painikkeella. Näytölle avataan logiikkarivien ohjelmointinäyttö. Logiikkarivin näytöstä valitaan

ensimmäisenä alakeskus, jota halutaan ohjelmoida. Kuvassa 21 on esimerkki relerivistä.



KUVA 21. Esimerkki relerivistä

Kuvan 21 esimerkissä käsitellään poistoilmapuhaltimen käyntilupaa. Poistoilmapuhallin saa käynnistyä vain, jos tuloilmapuhallinkin on päällä. Esimerkissä on viisi mahdollista input-tietoa A–E. Näihin jokaiseen voi tarvittaessa tulla jokin tietopiste. Tässä esimerkissä Input C–E ovat tyhjiä. Input A:n kohdalle on merkitty indikointitieto Di1, joka on "Normally Open" -kontaktori, mikä tarkoittaa sitä, että kun Di1 tulo muuttuu arvosta 0 arvoon 1, kontaktori sulkeutuu. Tämä indikointi tulee tuloilmapuhaltimelta kertoen, onko puhallin päällä vai ei. Lisäksi tuloilmapuhallinta ohjaavan aikaohjelman arvon tulee myös olla arvossa 1. Kun molemmat ehdot täyttyvät, syntyy 10 sekunnin "OnTime"-delay, mikä tarkoittaa, että poistoilmapuhallin käynnistyy 10 sekunnin viiveellä tuloilmapuhaltimesta. Jos Di1- tai Re1-arvot muuttuvat tämän viiveen aika takaisin arvoon 0, poistoilmapuhallin ei käynnisty. Do9-piste on poistoilmapuhaltimen digitaalinen lähtöpiste, jolla se ohjataan päälle.

5.3.2 Säätimet

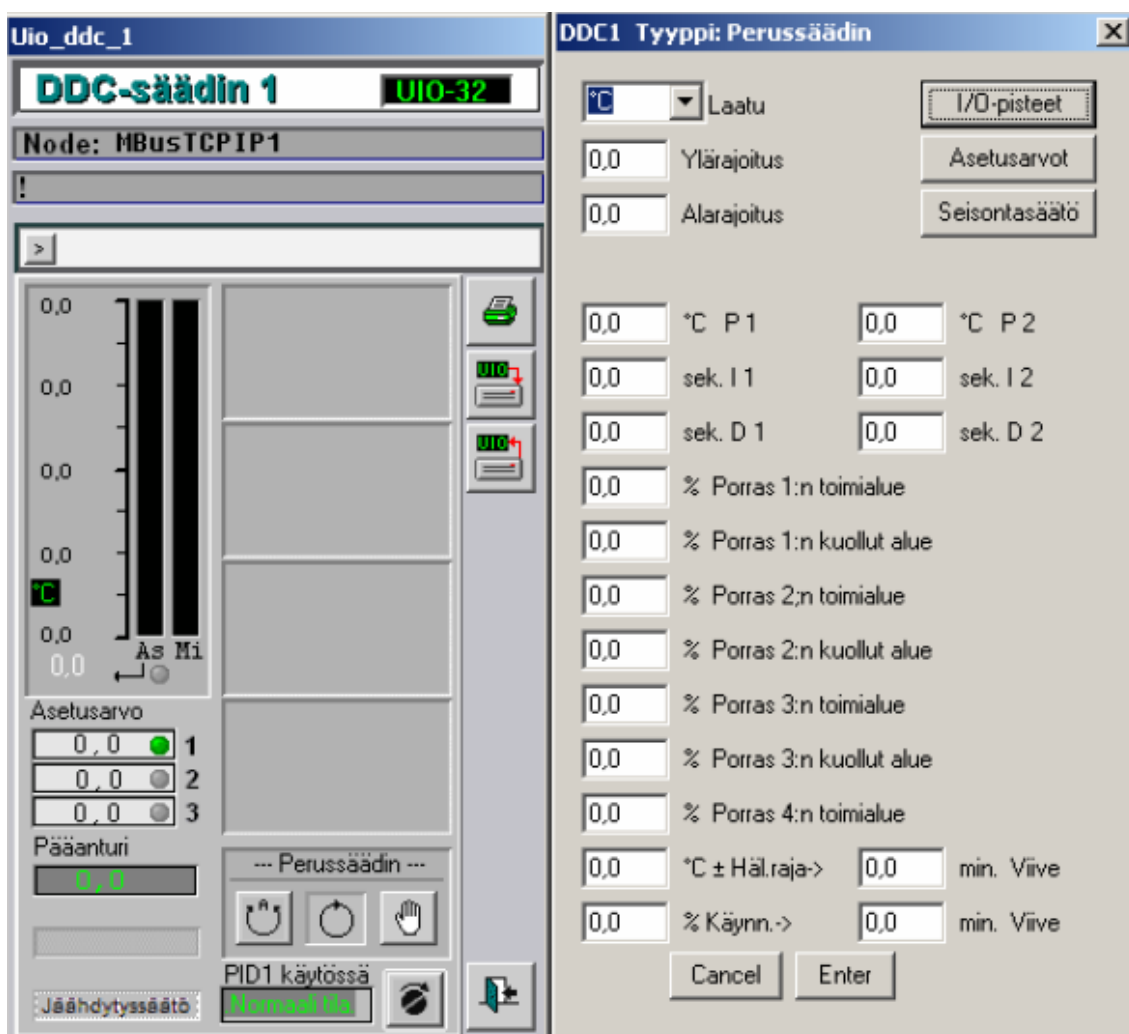
Säätimet luodaan jokaiselle säädettävälle toimilaitteelle, joka tarvitsee erikseen säätöviestin eikä vain relälähtöä. Säätimien luonti tapahtuu samalla ohjelmalla kuin relerivienkin. Valittavina on seuraavat säädintyyppit:

- perussäädin normaalessäädölle
- perussäädin jäähdytykselle

- lämminkäyttövesisäädin
- rajoitussäädin
- kaskadisäädin
- lämpöjohtoverkostosäädin
- kastepistesäädin. (2, s.47.)

Säätimet on jo valmiiksi kuvattu ja näyttötaulu on valmiiksi määritelty. Käyttäjän tulee vain syöttää parametrit, jotka ohjaavat säätimen toimintaa. Säätimen ikkunanassa on havainnollinen patsasnäyttö ja graafinen käyrä, josta voidaan seurata asetuservoa ja mittaussignaalin arvoa. (2, s.47.)

Kuvassa 22 on kuvattu säätimen näyttötaulu ja säätöparametriverkko.



KUVA 22. Perussäätimen näyttötaulu ja säätöparametriverkko

5.3.3 Aikaohjelmat

Aikaohjelmilla ohjataan järjestelmän toimintaa esimerkiksi pudottamalla kohteen ilmanvaihto puolelle teholle koko kiinteistössä silloin, kun kukaan ei ole töissä. Aikaohjelmat aikatauluttavat ilmanvaihdon ja lämmityksen toimintaa viikko-, päivä- ja jopa tuntitasolla. Aikaohjelmia muokataan samalla UIO Tool Packilla kuin säätimiä ja relerivologiikkaakin kuvan 23 mukaisesta käyttöliittymästä.

The screenshot shows the 'Uio_Times' software interface. At the top, it displays 'Node nimi: MBusTCPIP1', 'UIO 32', and system information: 'Kelloasetus: 21:02:48', 'Pvm asetus: 29.12.2005', and 'Sirukeliot: 21:02'. Below this, the 'Aikaohjelma' is set to '3' and 'Kopio/Liitä' is selected. The main table shows a weekly schedule for 'Yöpudotuksen ohjaus' with columns for MAANANTAI, TIISTAI, KESKVIKKO, TORSTAI, PERJANTAI, LAJANTAI, and SUNNUNTAI. Each cell contains two time slots (e.g., 07,00 16,00). The 'TORSTAI' column is highlighted in yellow. Below the main table, there is a 'Poikkeusviikko-ohjelma' section with a dropdown menu set to 'ei käytössä'. This section has columns for 'Viikko' (52) and days of the week (MA. 1, TI. 2, KE. 3, TD. 4, PE. 5, LA. 6, SU. 7), and a 'Poikkeuspäivä' column. The 'TD. 4' column is highlighted in green. On the right side, there are control buttons: 'Ohjaustila', 'Käsi/Auto', 'Päätys', 'Editeinti', 'Lue', 'Tallenna', and a refresh icon.

KUVA 23. Aikaohjelmien käyttöikkuna (2, s. 103)

Aikaohjelmia voi tehdä joko online- tai offline-tilassa. Jos aikaohjelmia tehdään offline-tilassa, ne eivät tallennu alakeskukselle vaan työaseman kovalevylle. Jos aikaohjelmia tehdään online-tilassa ne tallentuvat suoraan alakeskukselle sitä mukaa kun niitä tehdään. (2, s.40.)

Jokaiselle vuorokaudelle voidaan määrätä kahdeksan aikajaksoa. Päiväsarakeen vasemmalle reunalle määritetään aika, jolloin aikaohjelma käynnistyy ja oikeaan sarakkeeseen määritetään aika, jolloin aikaohjelma menee pois päältä eli kone pysähtyy. (2, s.40.)

Aikaohjelmat ohjaavat aina yhtä nodea kerrallaan. Tämä tulee ottaa huomioon suunnitteluvaiheessa, kun sijoitellaan IV-koneet ja muut prosessit omille nodeilleen.

6 ASENNUS JA KÄYTTÖÖNOTTO

Asennukseen ja käyttöönottoon kuului antureiden ja toimilaitteiden vaihto sekä uusien lisäyksien asennus, automaatiojärjestelmän testaus, asiakkaan perehdyttäminen järjestelmään ja luovutus asiakkaalle luovutusmateriaalien kera. Tässä luvussa käydään läpi nämä työn vaiheet.

6.1 Asennus

Kun anturit ja toimilaitteet oli saatu toimittajilta, niiden asennus voitiin aloittaa. Asennustyötä helpottivat ensimmäisellä kartoituskerralla merkityt kenttälaitteiden paikat. Asennustyössä oli avustamassa muutama putkimies, jotka asensivat venttiilit, sekä sähkömies, joka oli vetänyt kaapelit uusille kenttälaitteille, sekä niille, joiden kaapelointi tuli uusiksi. Lisäksi sähkökeskuksen riviliittimiltä tarvittavat kaapelit oli viety alakeskuksille.

Asennustyöt alkoivat VAK:ien asentamisella seinälle, jolloin niiden kytkeminen voitiin aloittaa heti, koska Excel-määritykset olivat tässä vaiheessa jo valmiita. VAK:ien kytkentätöissä ilmeni kuitenkin nopeasti ongelmia, koska pienempien IV-koneiden puhaltimien ohjaukset olivat olleet käsikytkimillä käytössä. Tämän takia sähkökeskuksiin tuli tehdä muutoksia, jotta puhaltimia pystyttäisiin ohjaamaan alakeskuksilta.

Tästä huolimatta asennustyöt onnistuivat nopeaan tahtiin ja järjestelmää päästiin testaamaan käytännössä. Muutamia vikoja löytyi, kuten esimerkiksi toinen paine-erolähetin TK-1:stä piti käydä konfiguroimassa oikein käyttäen oikosulkupaloja. Kun oltiin vakuuttuneita, että järjestelmä toimii sille vaaditulla tavalla, pystyttiin siirtymään seuraavaan vaiheeseen, joka oli asiakkaan perehdytys järjestelmään.

6.2 Käytön opastus ja luovutusmateriaali

Asiakasta alettiin perehdyttämään uuden järjestelmän toimintaan. Käytiin läpi laitteiston sekä valvomosovelluksen toimintaa ja käytiin läpi hälytyksiä ja niiden mahdollisia syitä. Asiakasta perehdytettiin myös päällisin puolin säätimien ja aikaohjelmien toimintaan, mikä tarkoittaa, että asiakas osaa tarvittaessa käydä muuttamassa säätöparametreja tai aikaohjelman parametreja, jos itse kokee sen tarpeelliseksi. Näytettiin myös, mitä kaikkea dataa järjestelmä kerää ja mihin tämä tieto kerätään ja trendinäyttöjä esiteltiin.

Järjestelmä on liitetty Caverionin Oulussa sijaitsevaan valvomoon, josta järjestelmää valvotaan. Mikäli ilmenee vikatila, jota ei voi valvomosta käsin selvittää, huoltomies tulee sovitusti paikalle. Pääasiassa kuitenkin ongelmatilanteet pyritään ratkaisemaan etäkäytön avulla.

Vielä kerran perehdytyksen jälkeen testattiin järjestelmän oikea toiminta loppu-tarkistuksena. Samalla varmistettiin, ettei asiakkaalla ole huomautettavaa uudesta järjestelmästä ja muutokseen ei ole tarvetta.

Asiakkaalle jätettiin automaatiojärjestelmän kanssa luovutusmateriaalikansio, jossa ovat sähkö- ja säätökaaviot, VAK:ien piirustukset sekä I/O-luettelot, kytkentäkuvat ja lista asennetuista kenttä- ja toimilaitteista. Tämä sama materiaali on Caverionin toimistolla Oulussa. Se helpottaa ongelmanratkaisua, jos ongelma tai vikatila valvomon kautta havaitaan.

7 POHDINTA

Opinnäytetyön tehtävänä oli luoda uusi kiinteistöautomaatiojärjestelmä vanhan yksikkösäätimillä toteutetun järjestelmän tilalle. Samalla vaihdettiin kaikki kentälaitteet peltimoottoreita lukuunottamatta. Työurakkaan kuului uuden järjestelmän suunnittelu, ohjelmointi ja asennus.

Kun uusi automaatiojärjestelmä tilataan saneeraustyönä, edellytykset tilaukselle tulisi olla selvät. Järjestelmä tilataan, kun vanha järjestelmä ei enää suoriudu tehtävästään oikean tai uusi järjestelmä toisi huomattavia säästöjä energiakustannuksissa. Oletus varmasti asiakkaalla uudelle järjestelmälle on, että se maksaa itsensä takaisin tulevaisuudessa.

Aimo Kortteen konepajalle asennetun järjestelmän voidaan luotettavasti sanoa säästävän energiakustannuksissa jopa huomattavan paljon, kun verrataan nykyistä järjestelmää alkutilanteeseen, jossa säädöt eivät toimineet optimaalisella tavalla ja järjestelmä saattoi yrittää jäähdyttää ja lämmitellä huonetiloja samaan aikaan. Käyttökustannus-säästöjä projektiin haettiin LVI-toimintojen aikataulutuksella, hallin ilmanlaatuun perustuvalla ilmastoinnin puhaltimien portaattomalla säädöllä ja moderneilla kentälaitteilla.

Mielestäni projektin tavoitteet saavutettiin mallikkaasti. Jos jotain muuttaisin projektissa, ottaisin toisen taajuusmuuttajan pois, sillä kohteen taajuusmuuttajaan pystytään liittämään 1-3 pumppua tai puhallinta. Ja koska puhaltimet toimivat rinnan samalla teholla, luulen että yksi taajuusmuuttaja olisi kohteeseen riittänyt. Jos nykyisen taajuusmuuttajan teho ei riittäisi käyttämään kumpaakin puhallinta, saattaisi yksi iso taajuusmuuttaja halvemmaksi kuin kaksi pienempää.

Projekti oli haastava ja sen aikana opin paljon uutta sähkökeskusten ja LVI-prosessien toiminnasta. Virheitäkin toki tein, mutta ne huomattiin nopeasti, korjattiin ja niistä opittiin. Projekti luovutettiin aikataulussa ennen joulua ja olen tyytyväinen lopputulokseen.

LÄHTEET

1. Värjä, P. – Mikkola, J-M. 2003. Uusi kiinteistöautomaatio. Koria: Mikro-
oppi ky.
2. Pöllänen, A. – Virjonen, A-P. 2006. UIO 032 Käyttäjän käsikirja V1.0.
CompuTec Oy.
3. TosiBox User Manual v2.9. 2014. Tosibox Oy. Saatavissa:
http://www.tosibox.com/tosibox_files/tosibox-user-manual-latest.pdf. Ha-
kupaivä 20.4.2014.
4. Valvomopalvelut. 2013. Caverion Corporation. Saatavissa:
[http://www.caverion.fi/fin/Kiinteistotekniikka/energia--ja-
valvomopalvelut/valvomopalvelut](http://www.caverion.fi/fin/Kiinteistotekniikka/energia--ja-valvomopalvelut/valvomopalvelut). Hakupäivä 20.4.2014.
5. Virjonen, A-P. 2005. Estera Standardivalvomo ESV Käyttöönotto-ohje
v0.9. Estera Oy.
6. Jäätymis- ja palovaaratermostaatit JVS 24. 2014. Produal Oy. Saatavilla:
[http://www.produal.fi/FI/Tuotteet/J%C3%A4tymis-
%20ja%20palovaaratermostaatit/JVS%2024](http://www.produal.fi/FI/Tuotteet/J%C3%A4tymis-%20ja%20palovaaratermostaatit/JVS%2024). Hakupäivä 21.4.2014.
7. PEL 2500 paine-erolähetin. 2014. Produal Oy. Saatavissa:
[http://www.produal.fi/FI/Tuotteet/Mittal%C3%A4hettimet/Paine-
erol%C3%A4hettimet/PEL%202500%20dash-%20PEL%202500-N](http://www.produal.fi/FI/Tuotteet/Mittal%C3%A4hettimet/Paine-erol%C3%A4hettimet/PEL%202500%20dash-%20PEL%202500-N). Ha-
kupaivä 21.4.2014.
8. Hiilidioksidilähetin/-säädin HDH. 2014. Produal Oy. Saatavissa:
[http://www.produal.fi/FI/Tuotteet/Mittal%C3%A4hettimet/Pitoisuusl%C3%
A4hettimet/HDH](http://www.produal.fi/FI/Tuotteet/Mittal%C3%A4hettimet/Pitoisuusl%C3%A4hettimet/HDH). Hakupäivä 21.4.2014.
9. Lisäaikapainike LAP 5. 2014. Produal Oy. Saatavissa:
[http://www.produal.fi/FI/Tuotteet/Muuntimet%20ja%20apulaitteet/L%C3%
A4sn%C3%A4oloilmaisimet%20ja%20ajastimet/LAP%205](http://www.produal.fi/FI/Tuotteet/Muuntimet%20ja%20apulaitteet/L%C3%A4sn%C3%A4oloilmaisimet%20ja%20ajastimet/LAP%205).
Hakupäivä 21.4.2014.

10. Jänniteohjatut toimilaitteet: HRYD24-SR. 2014. Belimo Finland Oy. Saatavissa: <http://belimo.fi/products.php?model=HRYP24-SR>. Hakupäivä 21.4.2014.
11. Jänniteohjatut toimilaitteet: NRC24A-SR. 2014. Belimo Finland Oy. Saatavissa: <http://belimo.fi/pdf/SaneerausNR-sarja.pdf>. Hakupäivä 21.4.2014.
12. Taajuusmuuttajat: VLT HVAC Drive FC 102. 2014. Danfoss Suomi. Saatavissa:
<http://www.danfoss.com/Finland/BusinessAreas/DrivesSolutions/frequency+converters/VLT+HVAC+Drive+FC+102.htm>. Hakupäivä 21.4.2014.

LIITTEET

Liite 1 TK-1 valvomokuva

Liite 2 TK-2 valvomokuva

Liite 3 TK-3 valvomokuva

Liite 4 TK-4 valvomokuva

Liite 5 LJH valvomokuva

