



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mika Laikola

Automaatio-ohjelman sekä käyttöliittymän luominen il- manvaihtokoneelle sekä lämmönjakokeskukselle

Progmatic Oy

Opinnäytetyö

Syksy 2022

SeAMK tekniikka

Automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Tutkinto-ohjelma: Automaatiotekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Sähköautomaatio

Tekijä: Mika Laikola

Työn nimi: Automaatio-ohjelman sekä käyttöliittymän luominen ilmanvaihtokoneelle sekä lämmönjakokeskukselle

Ohjaaja: Ismo Tupamäki

Vuosi:2022

Sivumäärä:26

Liitteiden lukumäärä:0

Opinnäytetyö tehtiin yritykselle nimeltä Progmatic Oy, joka toteutti asiakkaalle uuden automaatiojärjestelmän jo olemassa olevaan ilmanvaihtokoneeseen sekä samalla uusittavaan lämmitysjärjestelmään.

Työn tarkoituksena oli tehdä uudet käyttöliittymät sekä ohjelmat näiden laitteiden käyttämiseen. Työhön kuului myös vanhan automaatiojärjestelmän purku sekä uuden alakeskuksen asennus ja sen kytkentä. Uusi rakennusautomaatiojärjestelmä perustui Fidelix nimisen yrityksen kiinteistöautomaatiojärjestelmään.

Työn aloituksessa perehdyttiin vanhan järjestelmän toimintaan ja sitä käytettiin pohjana uuden järjestelmän tekemisessä. Käyttöliittymien ja ohjelmien tekemiseen käytettiin liittymiä ja ohjelmia vanhoista projekteista, joita muokattiin tähän työhön sopivaksi.

Työn valmistuttua asiakkaalla oli käytössään uusi automaatiojärjestelmä ilmanvaihtokoneellensa. Uutta lämmönjakokeskusta ei vielä työtä tehtäessä ollut kytketty, joten sen automaatiota ei kyetty tämän työn teossa asentamaan ja testaamaan.

¹ Asiasanat: Käyttöliittymä, automaatiojärjestelmä.

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Degree programme: Automation Engineering

Specialisation: Electric Automation

Author: Mika Laikola

Title of thesis: Creation of an automation program and a user interface for a ventilation system and a heating system

Supervisor: Ismo Tupamäki

Year:2022

Number of pages:26

The thesis was made for a company called Progmatic Oy which created a new automation system for their client's already existing ventilation system and for their renewed heating system at the same time.

The main purpose for the thesis was to make new user interfaces and programs for those machines. The thesis also included the dismantling of an old automation system and the installation of a new one. The new automation system was based on the building automation system of a company called Fidelix.

In the beginning the old system was studied, and it was used as the basis for the new one. When making the user interfaces and programs the interfaces and programs from old projects, were modified so that they could be used for this project.

As the result of the thesis the customer got a new automation system for their ventilation. The new heating system was not installed during this thesis project so it's automation could not be implemented and tested during this work.

¹ Keywords: user interface, automation system.

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä	1
Thesis abstract	2
SISÄLTÖ	3
Kuva-, ja kuvioluettelo.....	5
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	6
1 JOHDANTO	7
1.1 Työn tausta	7
1.2 Työn tavoite.....	7
1.3 Työn rakenne	7
1.4 Toimeksiantajan esittely	7
2 TYÖHÖN KÄYTETYT LAITTEET SEKÄ OHJELMAT	8
2.1 Ohjelmat.....	8
2.2 Laitteet	8
3 RAKENNUSAUTOMAATION KÄYTTÖLIITTYMÄT	9
3.1 Käyttöliittymät yleisesti	9
3.2 Millainen käyttöliittymän tulisi olla	9
3.3 Graafisen käyttöliittymän rakenne	10
3.4 Käyttöliittymä valvomotasossa	10
3.5 Käyttöliittymä alakeskuksessa.....	11
4 AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN JA ALAKESKUKSEN RAKENNE.....	12
4.1 Järjestelmän perusrakenne	12
4.2 Kenttätaso	13
4.3 Automaatiotaso	13
4.4 Hallintotaso	14
4.5 Yleistä alakeskuskaapeista	14
4.6 Tulo- ja lähtöpisteet	15
4.6.1 Digitaalinen tulo	15
4.6.2 Digitaalinen lähtö	15
4.6.3 Analoginen tulo	15

4.6.4	Analoginen lähtö	15
5	TYÖN TOTEUTUSVAIHEET	16
5.1	Käyttögrafiikoiden luominen	16
5.2	Käyttöohjelmien luominen	18
5.2.1	IV-koneen ohjelma	18
5.2.2	Lämmönjakokeskuksen ohjelma	19
5.3	Ohjelmien testaus.....	20
5.4	Automaatiojärjestelmän asentaminen	20
5.5	Ohjelmien ja grafiikoiden lataus alakeskukseen ja niiden testaus	22
6	YHTEENVETO	23
7	POHDINTA.....	24
	LÄHTEET	25

Kuva-, ja kuvioluettelo

Kuva 1. FX Spider -alakeskus.....	8
Kuva 2. IV-koneen käyttögrafiikkasivu.	16
Kuva 3. IV-koneen asetusarvot ja hälytysrajat grafiikkasivu.	17
Kuva 4. Lämmönjakokeskuksen käyttögrafiikkasivu.	17
Kuva 5. LJK-asetusarvojen ja hälytysrajojen grafiikkasivu.....	18
Kuva 6. IV-koneen käyttöohjelmaa.	19
Kuva 7. Lämmönjakokeskuksen ohjelmaa.....	20
Kuva 8. Entinen IV-konetta ohjannut säädin irrotettuna.....	21
Kuva 9. Uusi alakeskus FX Spider seinään asennettuna sekä johdotustyöt aloitettuna.	22
Kuvio 1. Automaatiojärjestelmän hierarkia.....	12

Käytetyt termit ja lyhenteet

IV-kone	Tässä työssä IV-kone tarkoittaa ilmanvaihtokonetta
Lämmönjakokeskus	Tässä työssä lämmönjakokeskus on Gebwell G-Power
Fidelix Oy	Kiinteistöautomaatio-alan yritys, jonka ohjelmilla ja laitteilla työ toteutettiin
Progmatic Oy	Yritys, joka työn toteutti
FX Spider	Pienikokoinen alakeskus, joka soveltuu hyvin pieniin rakennusautomaatiosovelluksiin sekä ahtaisiin tiloihin
DDC	Direct Digital Control eli suora digitaalinen säätö
CPU	Central Processing Unit (mikroprosessori)
TCP-IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol
LAN	Local Area Network (lähiverkko)
I/O	Input/Output (Tulo/Lähtö)

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Työn taustana oli päivittää asiakkaalle heidän nykyinen IV-koneensa sekä uuden lämmitysjärjestelmän valvonta- sekä käyttöautomaatiojärjestelmä. Työ toteutettiin samalla, kun asiakas vaihtoi nykyisen lämmitysmuodon öljylämmityksestä kaukolämpöön. Automaation osalta työn toteutti yritys nimeltä Progmatic Oy.

1.2 Työn tavoite

Työn tavoitteena oli luoda asiakkaalle uusi Fidelixin automaatioon pohjautuva järjestelmä, jolla pystyttäisiin hallitsemaan ja tarkkailemaan jo olemassa olevan ilmanvaihtokoneen ja uuden asennettavan lämmönjakokeskuksen toimintaa ja sen asetuksia. Tätä varten luodaan käyttögrafiikat ja ohjelmistot molemmille laitteille.

1.3 Työn rakenne

Opinnäytetyössä kerrotaan aluksi käyttöliittymistä. Tämän jälkeen siirrytään tarkastelemaan automaation hierarkkista järjestystä. Samassa kappaleessa käydään läpi pienikokoisissa kiinteistöohjauksissa käytettävän automaatiojärjestelmän rakenne. Aluksi käsitellään ohjausjärjestelmää yleisesti. Tämän jälkeen esitellään järjestelmän ohjauksesta ja mittauksista vastaavien moduulien toimintaa. Seuraavassa kappaleessa käsitellään itse työtä. Työtä esitellään kertomalla grafiikoiden suunnittelusta ja niiden tekemisestä, josta siirrytään ohjelmien tekoon. Lopuksi keskitytään ohjelmien lataamiseen asiakkaalle ja niiden testaamiseen. Päätteeksi on loppupohdinta ja kiitokset.

1.4 Toimeksiantajan esittely

Progmatic Oy on vuonna 2007 Alavudella perustettu kiinteistöautomaatioon suuntautunut yritys. Toimitusjohtajana yrityksessä toimii Kyösti Koivuluoma. Työntekijöitä yrityksellä on neljä. Yhtiön toimenkuva on rakennusautomaation asennus, huolto ja saneeraus. Yhtiö käyttää asennuksissaan Fidelixin kiinteistöautomaatiota.

2 TYÖHÖN KÄYTETYT LAITTEET SEKÄ OHJELMAT

2.1 Ohjelmat

Työhön käytetään Fidelixin omaa FX-editoria, jolla luotiin uusi projekti tätä työtä varten. Tästä editorista löytyivät kaikki toiminnot, joita tarvittiin ohjelman tekemiseksi. Käyttöliittymä muokattiin käyttäen HTML-editoria. Editorin avulla saatiin käyttöliittymään lisättyä kuvien lisäksi laitteiston valvonnassa ja ohjauksessa tarvittavat mittausasetteluarvomuuttajat. Ohjelmien tekemiseen käytettiin Open PCS -ohjelmaa. Lopuksi FX-editorin avulla siirrettiin kaikki ohjelmat uuteen alakeskukseen.

2.2 Laitteet

Tärkein laite tässä työssä oli uusi alakeskus eli Fidelixin oma FX Spider, joka on pienikokoinen alakeskus ahtaisiin tiloihin. Tässä keskusmallissa moduulien määrä on kiinteä. Asennuksessa tarvittiin myös erilaisia ruuvivääntimiä, porakonetta sekä kuorimispihtejä. Kuvassa yksi esitellään työssä käytettyä alakeskusta.



Kuva 1. FX Spider -alakeskus.

3 RAKENNUSAUTOMAATION KÄYTTÖLIITYMÄT

3.1 Käyttöliittymät yleisesti

Käyttöliittymän tarkoituksena on toimia erilaisen päätelaitteilta sekä ohjelmistoilta tulevan tiedon välittäjänä käyttäjälle. Käyttöliittymän avulla käyttäjä voi myös ohjata prosessia (Sahala, 2018, s. 121). Käyttöliittymän määrittelyssä käytetään niitä laitteita, ohjelmistoja ja ohjeita, mitä käyttäjä ohjelmassa tarvitsee. Päätelaitteilta tieto tuodaan käyttöliittymään, josta käyttäjä saa haluamansa tiedon. Nykyään käyttöliittymä löytyy usein jo alakeskukselta, eikä toimilaitteiden käyttö ole enää pelkän valvomon varassa.

3.2 Millainen käyttöliittymän tulisi olla

Käyttöliittymän tulisi olla looginen sekä helppokäyttöinen (Sahala, 2017, s. 23). Sen tarkoituksena on nopeuttaa järjestelmän käyttämisen oppimista, tehdä vaivattomampaa prosessilla suoritettavista tehtävien hallinnasta sekä minimoida operoinnissa tapahtuvat virheet. Liittymän tulisi myös esittää kentältä saatavat tiedot niin selvästi, että käyttäjällä ei olisi mahdollista erehtyä tulkitsemaan saatuja tietoja väärin.

Nielsenin (2012) mukaan käyttöliittymän käytettävyys määritellään seuraavilla viidellä laatu-komponentilla, jotka ovat:

- Opittavuus: kuinka helppo käyttäjän on ensimmäisellä kerralla ohjelmaa käyttää.
- Tehokkuus: järjestelmän opittuaan, kuinka nopeasti käyttäjä pystyy aloittamaan tehtävien suorittamisen.
- Muistettavuus: jos käyttäjä on ollut jonkin aikaa käyttämättä järjestelmää, kuinka nopeasti hän muistaa jälleen, kuinka järjestelmää käytettiin.
- Virheet: kuinka monta virhettä käyttäjä tekee, kuinka vakavia nämä virheet ovat, sekä kuinka helposti hän nämä virheet kyetään korjaamaan.
- Tyytyväisyys: kuinka miellyttävää järjestelmää on käyttää.

3.3 Graafisen käyttöliittymän rakenne

Graafisessa liittymässä tieto esitetään erilaisilla visuaalisilla komponenteilla (Sahala, 2017, s. 25–27). Tämän tyyppisessä grafiikassa apuna käytetään mm. painikkeita, valikkonäyttöjä listamuodossa, alavetovalikoita sekä ponnahdusvalikoita. Näiden avulla saadaan tuotua käyttäjälle tietoa reaaliaikaisesti päivittyvistä prosessin tapahtumista sekä esimerkiksi hälytyksistä. Nämä tiedot perustuvat pistetietoihin, jotka tulee lisätä jokaiseen grafiikalla olevaan kohteeseen. Pistetietojen halutaan kertovan käyttäjälle tietoa prosessista. Nämä pisteet tulee yksilöidä ja dokumentoida, jotta tiedetään, mistä pisteestä kyseinen käyttäjän tarkastelema tieto tulee.

3.4 Käyttöliittymä valvomotasossa

Valvomotasossa oleva käyttöliittymä on rakennusautomaatiojärjestelmän tärkein käyttöliittymä (Sahala, 2018, s. 122). Entisistä suljetuista yhteyksistä on siirrytty avoimeen rajapintaan valvomoiden ja alakeskusten tai moduulien välillä. Tämä mahdollistaa osajärjestelmien ja laitteiden, jotka käyttävät eri standardiprotokollia, samaan valvomoon liittämisen protokollamuuntimen tai suoran yhteyden avulla. Käyttöliittymästä, joka sijaitsee valvomotasolla, tulisi löytää vastaukset seuraaviin päivittäisiin tehtäviin:

- Hälytysten tarkastus aamuisin
- Jos hälytyksiä ilmenee, niiden paikantaminen ja löytäminen kaaviosta
- Pidemmän aikavälin lämpötilan seuranta ja huonelämpötilojen muuttaminen.
- Koneen käyntiaikojen muuttaminen, jos tarvetta tälle ilmenee.
- Huoltotöiden ajoittaminen käyttöliittymältä tulevien ilmoitusten mukaan.
- Järjestelmien toiminnan ja olosuhteiden tarkastelu kiinteistöjen sisällä.
- Raporttien tulostamismahdollisuus (myös paperille).

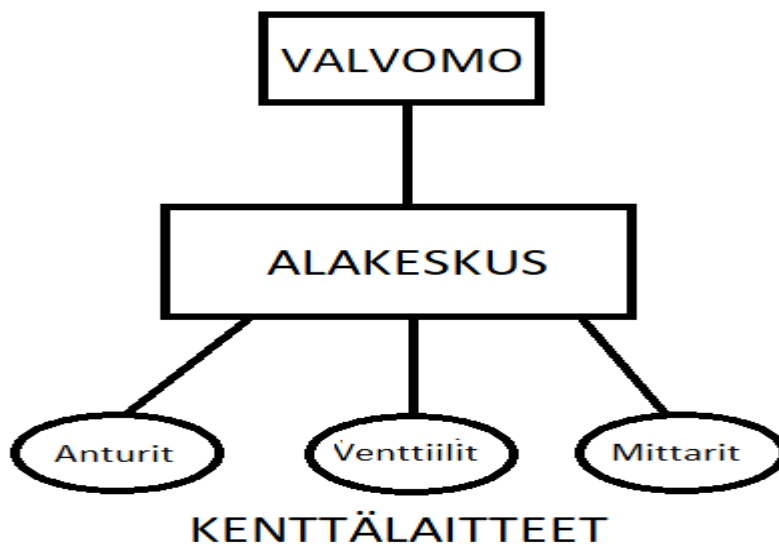
3.5 Käyttöliittymä alakeskuksessa

Kun valvomoiden käyttöliittymä perustuu koko valvottavan automaatioon, alakeskuksissa olevissa käyttöliittymissä pyritään käyttämään ainoastaan yksittäisiä järjestelmiä (Sahala, 2018, s. 122–123). Mikäli alakeskus sijaitsee samassa tilassa ohjattavan IV-koneen kanssa, on koneen huolto ja tarkastus helpompaa, mikäli käyttöliittymässä on koneen ohjauskaavio.

4 AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN JA ALAKESKUKSEN RAKENNE

4.1 Järjestelmän perusrakenne

Automaation perusrakenne on hierarkinen ja se kehitettiin, kun järjestelmät olivat enemmän keskittyneitä (Spangar ym., 2018, s. 59). Nykyään, kun automaatiojärjestelmän äly jakautuu isommalle alueelle kuin valvomoon tai alakeskukseen, ovat senkin rajat muuttuneet enemmän häilyväisempään suuntaan. Edelleen automaatiojärjestelmä jaetaan kolmeen päätasoon, joita ovat kenttätaso, automaatiotaso sekä hallintotaso (kuvio 1).



Kuvio 1. Automaatiojärjestelmän hierarkia.

4.2 Kenttätaso

Kenttätasolla sijaitsevat pääasiassa erilaiset prosessin vaatimat anturit ja kenttälaitteet (Spangar ym., 2018, s. 61). Ne välittävät käyttäjälle haluttua, reaaliaikaista tietoa vaikkapa lämpötiloista. Anturit välittävät tiedon alakeskuksille, jotka sitten vertaavat saatuja tietoja käyttäjän asettamiin vaatimuksiin ja välittävät tiedon eteenpäin esimerkiksi taajuusmuuttajalle. Viestin saatuaan muuttaa se lähettämäänsä taajuutta oman sisäisen ohjauslogiikkansa avulla eteenpäin puhaltimelle, jolloin sen pyörimisnopeus muuttuu. Kaikki säädöt eivät kuitenkaan tapahdu välttämättä alakeskuksen kautta. Kenttätasossa saattaa olla itsenäisiä säätimiä, vaikkapa pakettiratkaisuihin kuuluvia valmiiksi asennettuja säätimiä, joita nykyään löytyy esimerkiksi IV-koneista yhä useammin. Tämä taso voi myös sisältää erillisiä lähtö- ja tulomoduuleita, samanlaisia kuin alakeskuksen sisälläkin, mutta ne ovat omissa koteloissaan sijoitettu ympäri aluetta. Nämä kaikki kommunikoivat alakeskuksen kanssa kenttäväylän avulla, joista yleisimpinä kenttäväylästandardeina käytetään väylätyyppejä ModBus, M-Bus, KNX, sekä BACnet.

4.3 Automaatiotaso

Keskitettyissä järjestelmissä automaatiotason perustana toimivat itsenäiset alakeskukset sekä niiden sisällä tai väylällä liitetyt I/O-moduulit (Spangar ym., 2018, s. 60–61). Alakeskuksia on kahta tyyppiä eli muokattavia malleja, joihin voidaan asentaa tarvittava määrä erilaisia I/O-moduuleja tai sitten on valmiiksi koottuja keskuksia, joissa moduulien määrä on kiinteä. Moduulien lisäksi alakeskukset voivat sisältää ohjelmat, jotka I/O-pisteisiin liitettyjen kenttälaitteiden avulla ohjaavat prosesseja. Tällä tasolla tiedonsiirto perustuu yleensä TCP-IP-protokollaan ja tietoa siirretään LAN-verkon avulla. Yleensä tyypillinen paikallisverkko perustuu Ethernet-verkkoon, jonka verkon kaapelointi perustuu CAT 6 -standardiin. Pidemmillä etäisyyksillä tiedon siirtoon käytetään optisia kuituja. Langatonta verkkoa eli WLAN-yhteyttä käytetään, jos kyseessä on mobiililaitteita. Näiden verkkojen avulla tietoa välitetään alakeskuskelta valvomoon tai toisiin alakeskuksiin.

4.4 Hallintotaso

Hallintotaso toimii rajapintana käyttäjältä laitteistoon päin (Spangar ym., 2018, s. 59–60). Tällöin se yleensä on PC-valvomo, joita on yksi tai useampi automatisoidussa kiinteistössä. Hallintotasolla voidaan myös tarkoittaa etävalvomoa, josta valvotaan useampaa kiinteistöä. Esimerkiksi kaupungeilla on usein käytössä tämäntyyppisiä ratkaisuja, jotta se saa valvottua kaikkia sille kuuluvia rakennuksia samasta paikasta. Valvomoon saadaan tiedot valvottavissa kohteissa tapahtuvista hälytyksistä, sen kautta voidaan tarkastella esimerkiksi IV-konetta graafisen prosessikuvan kautta ja säätää haluttuja kiinteistöjen lämpötiloja tai muuttaa aikaohjelmia. Ne kertovat koneelle, mihin kellonaikaan sen tulee olla päällä ja millä asetuksilla. Tämän tason toimintoihin kuuluvat myös kunnossapidon ja raportoinnin lisäohjelmat. Paikallisella valvomotasolla kommunikointi perustuu yleensä Ethernet-yhteyteen, kun taas etävalvomoiden ollessa kyseessä, käytetään yleensä laajakaistatekniikkaan pohjautuvia yhteyksiä internetin kautta. Nämä yhteydet ovat nopeita ja luotettavia. Koska nämä ovat luotettavia ratkaisuja, tiedonsiirto-ongelmat ovat harvinaisia, ja vaikka jostain syystä sellainen tulisikin, vaikuttaa se yleensä ainoastaan valvomoon ja itsenäiset alakeskukset jatkavat edelleen toimintaansa normaalisti.

4.5 Yleistä alakeskuskaapeista

Tavallisesti alakeskuslaitteet asennetaan erilliseen laitekaappiin, johon on myös mahdollista sijoittaa muita prosessin säätöön vaadittavia laitteita (Spangar ym., 2018, s. 71). Kentältä tuleva kaapelointi tuodaan yleensä liittimille, joilta pienois- ja pienjännitejohtimet viedään tätä varten varattua kourua pitkin alakeskuksella oleville I/O-liittimille. Myös jännitesyötön muuntaja kenttälaitteille ja alakeskukselle sijaitsee laitekaapissa. Jännite, jota tämä syöttää, on yleensä 24 VAC tai 24 VDC. Muita kaapissa olevia varusteita ovat yleensä 230 VAC pistorasia, joka on lähinnä tarkoitettu tietokoneille, virransyötön häiriösuodattimet, pääkytkin ja johdonsuoja. Joissain tapauksissa kaapista löytyy myös valaisin. Kaapista voi myös löytyä UPS-laitte, jos halutaan varmistaa katkeamaton virransyöttö. Joissain tapauksissa alakeskus voi olla myös yhtä ja samaa keskusta vaikkapa IV-konetta varten. Tällöin kaappi sisältää myös IV-konetta varten tarvittavat sähkökeskusosat.

4.6 Tulo- ja lähtöpisteet

Kentältä tulevat laitteet liitetään alakeskuksessa sijaitseviin tulo- ja lähtöpisteisiin (Spangar ym., 2018, s. 72). Usein tässä tapauksessa puhutaankin fyysisistä liityntäpisteistä. Tämän avulla ne erotellaan ohjelmallisista pisteistä, joita kutsutaan fiktiivisiksi pisteiksi.

4.6.1 Digitaalinen tulo

Digitaaliseen tuloon (eng. digital input) lisätään hälytyksiä ja tilatietoja, koska ne perustuvat kosketintietoon (Spangar ym., 2018, s. 72). Nämä tulopisteet ovat binäärisiä eli tuleva viesti on nolla tai yksi. Kentällä olevien anturien koskettimet ovat joko avautuvia tai sulkeutuvia. Poikkeuksena hälytyspiirien antureiden koskettimet, jotka ovat normaalisti aina avautuvia, koska näin niiden toiminta pystytään varmistamaan esimerkiksi kaapelin vioittumisen takia.

4.6.2 Digitaalinen lähtö

Digitaalisilla lähdoilla (eng. digital output) toteutetaan ON/OFF-toimintoja (Spangar ym., 2018, s. 73). Nämä moduulit pystyvät ohjaamaan sekä 24 voltin että 230 voltin toimilaitteita. DO-moduuleista löytyy yleensä merkkivalot, joista näkee lähtöjen tilat.

4.6.3 Analoginen tulo

Analogisiin tuloihin (eng. analog input) liitetään yleensä erilaisia antureilta tulevia mittaustietoja, kuten esimerkiksi lämpötiloja (Spangar ym., 2018, s. 73). Mittaustulokset tulevat antureilta, joko vastusarvoilla tai 0–10 VDC muodossa. Tämän jännitteen tai vastusarvon ohjelmaan lisätty muunnostaulukko muuntaa ymmärrettäväksi numeroarvoksi.

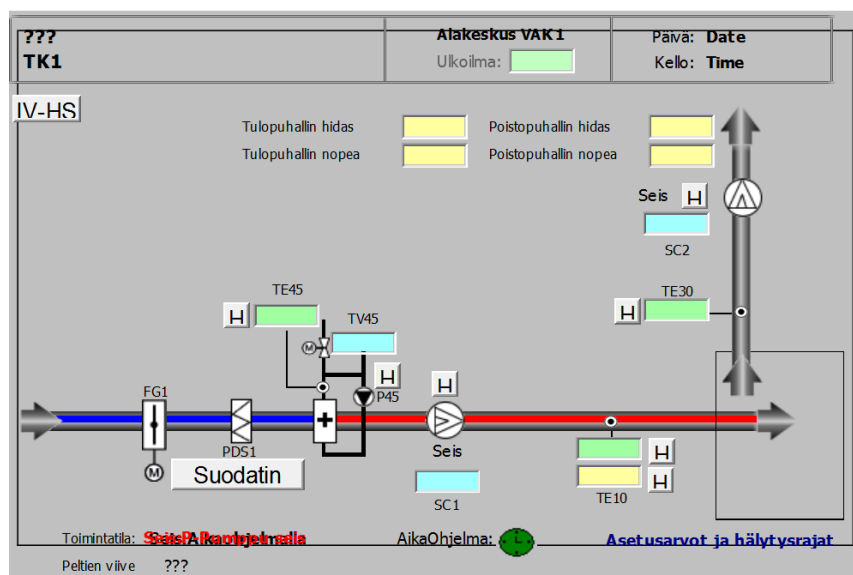
4.6.4 Analoginen lähtö

Analogisiin lähtöihin (eng. analog output) liitetään portaattonta säätöä vaativia toimilaitteita, kuten esimerkiksi peltien moottoreita (Spangar ym., 2018, s. 74). Näitä ohjataan yleensä lähdön 0–10 tai 2–10 VDC jännitteellä.

5 TYÖN TOTEUTUSVAIHEET

5.1 Käyttögrafiikoiden luominen

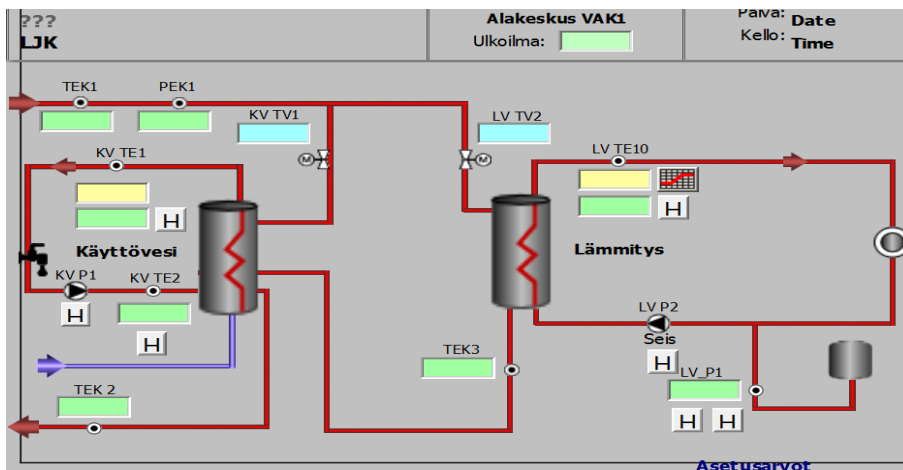
Työ lähti liikkeelle tutustumalla sekä lämmönjakokeskuksen että ilmanvaihtokoneen kytkentäkaavioon. Tutustamalla jo olemassa olevaan laitteistoon saatiin ymmärrystä siitä, miltä koneen grafiikan tulisi näyttää sekä siitä, minkälaisia pisteitä kuvaan tulisi lisätä. Lisäksi selvisi, millaista informaatiota käyttäjälle halutaan uuden käyttöliittymän kautta antaa. Kun kaavioon oli perehdytty tarpeeksi, aloitettiin entisten projektien läpikäynti, jossa tarkoituksena oli löytää samantyyppinen grafiikka, jonka pohjalta voisi aloittaa uuden grafiikan tekemisen. Vanhoista kuvista löytyikin uutta muistuttavat kuvat, joista aloitettiin muokkaamaan tarpeeseen sopivia. Kun kuvat oli saatu muokattua vastaamaan vaatimuksia, aloitettiin grafiikkaan lisäämään kaaviossa kerrottuja lämpötilanmittauksia, venttiileiden säätöjä sekä muita toimintoja, jotka kuvassa tuli olla. Kun molemmat grafiikat oli saatu valmiiksi, tehtiin niille vielä erilliset asetus- ja hälytysrajagrafiikat, jotta niiden valvonta olisi helpompaa. Kuvissa 2–5 on esitelty tehtyjä käyttögrafiikoita.



Kuva 2. IV-koneen käyttögrafiikkasivu.

TK1 Asetusarvot ja hälytysrajat		Alakeskus VAK1		Päivä: Date	
		Ulkoilma:		Kello: Time	
TE10 Tuloilman lämpötila					
TE30 Poistoilman lämpötila					
TE45 Lämmityspatterin lämpötila					
PD51 Paina-ero					
Tulopuhallin hidas					
Tulopuhallin nopea					
Poistopuhallin hidas					
Poistopuhallin nopea					
Tulokanavan lämpötilan estopisteen raja-arvo					
Toimintatila: Seis Puhdas Puhdas		AikaOhjelma:		TK1	
Peltien viive: ???					

Kuva 3. IV-koneen asetusarvot ja hälytysrajat grafiikkasivu.



Kuva 4. Lämmönjakokeskuksen käyttögrafiikkasivu.

LJK Asetusarvot ja hälytysrajat		Alakeskus VAKI		Päivä: Date		
		Ulkoilma: 		Kello: Time		
		Asetus	Mittaus	Alaraja-asetus	Yläraja-asetus	Poikkeama-asetus
PEK1	Kaukolämmön tulopaine		 			
TEK1	Kaukolämmön tulo lämpötila		 			
TEK2	Kaukolämmön meno lämpötila		 			
TEK3	Lämmitysverkon paluu lämpötila		 			
KV TE1	Lämmin käyttövesi meno	 	 	H		H
KV TE2	Lämmin käyttövesi paluu		 	H		
LV TE10	Lämmitysverkosto meno	 	 			H
LV PE1	Lämmitysverkoston paineen hälytys		 	H		H

LJK

Kuva 5. LJK-asetusarvojen ja hälytysrajojen grafiikkasivu.

5.2 Käyttöohjelmien luominen

5.2.1 IV-koneen ohjelma

Kun grafiikat olivat valmiit, alkoi laitteiden toiminnasta vastaavien ohjelmien tekeminen. Koska LVI- ja kiinteistöautomaatiossa eri ohjelmat muistuttavat toisiaan, aloitettiin jälleen vanhojen projektien läpikäyminen. Toiveena oli mahdollisesti löytää ohjelma, jota voisi käyttää tässä nykyisessä projektissa. Löytyikin vastaava ilmanvaihtokone, jonka ohjelmaa pystyttiin käyttämään apuna tässä työssä.

Ilmanvaihtokoneen toiminnassa täytyy ottaa monta asiaa huomioon, joten tätä varten entisessä ohjelmassa oli käytetty valmista aliohjelmaa, johon sai ainoastaan syöttää koneelta tulevat pisteet. IV-koneen ohjaamisen lisäksi tuli tehdä erilliset hälytysohjelmat, koska tämä edellä mainittu ohjelma oli ainoastaan koneen käyttöä varten. Näihinkin löytyi onneksi erilliset aliohjelmat, joiden avulla saatiin luotua tarvittavat ristiriitahälytykset koneen toiminnan varmistamiseksi.

Näiden ohjelmien lisäksi tehtiin vielä erillinen ohjelma kesätoimintoa varten. Koska tässä IV-koneessa ei ollut erillistä jäähdytysjärjestelmää, ei se tulisi pääsemään haluttuihin puhalluslämpötiloihin kesän helteillä. Tämän vuoksi ohjelmaan lisättiin kohta, jonka nimeksi annettiin *"kesaesto"*. Ohjelman toiminta on seuraava: ulkolämpötilan noustessa tarpeeksi korkeaksi, nousisi samalla myös sisätilojen lämpötilat, jolloin kone yrittäisi puhalltaa kylmempää ilmaa sisälle. Koska koneessa ei ole viilennystoimintoa, ei se saavuttaisi haluttua lämpötilaa,

joka taas johtaisi koneen toimintaan vaikuttavaan hälytykseen. Tässä kohdassa ohjelma alkaisi vaikuttamaan. Käyttäjä pystyy syöttämään grafiikalle lämpötilan, jonka jälkeen kone ei anna hälytystä, jos se ei saavuta haluttua lämpötilaa. Kuvassa 6 on esitelty kuva IV-koneen ohjelmasta.

```

1 (* Pelleille varattava avautumisaika ennen koneen käynnistystä*)
2 FB_IVkone1.PeltienViive:=REAL_TO_DINT(GetAnalogPointF( Name:='IV_VIIVE_FM' )) ;
3
4 FB_IVkone1 (
5 (* Luetaan toimintatila *)
6 Tunnus_ToimintaTila := 'IV_TK1_FI', (* OUTPUT, PAKOLLINEN *)
7 (* Luetaan IV hätäseis pisteen tila *)
8 Tunnus_HataSeis := 'IV_IVH_H', (* INPUT, OPTIO*)
9 (* Luetaan IV hätäseis pisteen tila *)
10 Tunnus_HataSeis2 := '', (* INPUT, OPTIO*)
11 (* Luetaan ulkoilman lämpötila *)
12 Tunnus_Ulkoilma := 'IV_TK1_TEU28_M', (* INPUT, OPTIO*)
13 (* Luetaan ulkoilman raja-arvo iv-pumpulle *)
14 Tunnus_UlkoilmaRaja := '', (* INPUT, OPTIO*)
15 (* Luetaan ulkolämpötilarajoitus *)
16 Tunnus_PakkasRaja := '', (* INPUT, OPTIO*)
17 (* Luetaan kiertovesipumpun ohjauksen tila *)
18 Tunnus_KiertoPumppu_Ohjaus := '', (* INPUT, OPTIO*) (*ohjaus ohjelma TK ohj jälkeen*)
19 (* Luetaan kiertovesipumpun tila *)
20 Tunnus_KiertoPumppu := 'IV_TK1_P45_I', (* INPUT, OPTIO*)
21 (* Luetaan jäätymisvaaratermostaatin tila *)
22 Tunnus_JaatumisVaara := 'TK1_TEA_H', (* INPUT, OPTIO, TARKISTA MINKÄLAINEN JÄÄTERI TULEE*)
23 (* Luetaan SähköPatteri Ylilampo tila *)
24 Tunnus_SahkoPatteri_Ylilampo := '', (* INPUT, OPTIO*)
25 (* Luetaan LP_Paluuveden alarajahälytys *)
26 Tunnus_LP_Paluuvesi_AlarajaHalytys := 'IV_TE45_ARH', (* INPUT, OPTIO*)
27 (* Luetaan LTO kuution Huurtumihälytyspiste *)
28 Tunnus_LTO_Kuutio_HuurtumisHalytys := '', (* INPUT, OPTIO*)
29 (* Luetaan Ylätilan Huurtumihälytyspiste *)

```

Kuva 6. IV-koneen käyttöohjelmaa.

5.2.2 Lämmönjakokeskuksen ohjelma

Tämä ohjelma oli huomattavasti helpompi tehdä kuin IV-koneen. Koska järjestelmän kiertovesipumput pyörivät täysin itsenäisesti, ei niille tarvinnut tehdä ohjelmaa. Ohjelmoitavaksi jäi ainoastaan lämpimän käyttöveden sekä lämmityspiirin ohjausventtiilin ohjaus sekä tietenkin myös hälytysten ohjelmoiminen. Tätäkin helpotti se, että grafiikalle tehty venttileiden säätöpiste toimi itsenäisesti ilman ohjelman apua, kun siihen vain syötti oikeat arvot säätöjen toteuttamiseksi. Eli ohjelmoitavaksi jäi siis ainoastaan venttiileiden sulkeminen hälytyksen tullessa. Tässä tapauksessa tähän johtaisi pumpun sammuminen. Hälytysten luomiseen käytettiin jälleen samoja hälytyksenluontiin tarkoitettuja aliohjelmia, joita käytettiin myös IV-koneen hälytysten tekemiseen. Kuvassa 7 on esitetty lämmönjakokeskuksen ohjelmaa.

```

1 (* Lämmitysverkoston pumpun ohjaus*)
2
3 iP2Haly:= GetDigitalPointF(Name:='LJK_LV_P2_RH');
4
5 if iP2Haly = 0 then
6 Tulos:=SetDigitalPointF(Value:=1,Lockstate:=1,Name:='LJK_LV_P2_O');
7 else
8 Tulos:=SetDigitalPointF(Value:=0,Lockstate:=1,Name:='LJK_LV_P2_O');
9 end_if;
10
11 (*Lämmitysverkoston pumpun ristiriitahälytys*)
12 FB_RistiriitaLV(
13     Tunnus_Ohj:='LJK_LV_P2_O',
14     Tunnus_Ind:='LJK_LV_P2_I',
15     Tunnus_Hal:='LJK_LV_P2_RH');
16
17
18 (* Käyttöveden pumpun ristiriitahälytys*)
19 FB_RistiriitaKV(
20     Tunnus_Ohj:='1',
21     Tunnus_Ind:='LJK_KV_P1_I',
22     Tunnus_Hal:='LJK_KV_P1_RH');

```

Kuva 7. Lämmönjakokeskuksen ohjelmaa.

5.3 Ohjelmien testaus

Kun ohjelmat olivat valmiita, aloitettiin niiden testaus toimistolla. Ohjelmat asennettiin vapaana olevaan alakeskukseen ja testaus aloitettiin syöttämällä käyttöliittymän kautta erilaisia arvoja. Tämä tehtiin sen takia, koska kyseessä oli ainoastaan alakeskus, johon ohjelmat ladattiin. Tällöin sen ei ollut mahdollista saada antureilta tietoa, joten sille täytyi antaa antureiden arvoja manuaalisesti. Aluksi puhallinkoneet asetettiin päälle-tilaan grafiikalta ja testattiin ristiriitahälytysten toimivuutta. Tämä toteutettiin sammuttamalla poistoilman indikointi. Kun ristiriidat oli testattu, testattiin lämpötilojen poikkeama- ja palovaarahälytykset syöttämällä grafiikalle hälytyksen laukaisevia arvoja. Kun kaikki testaukset oli testattu, oli aika lähteä asiakkaalle.

5.4 Automaatiojärjestelmän asentaminen

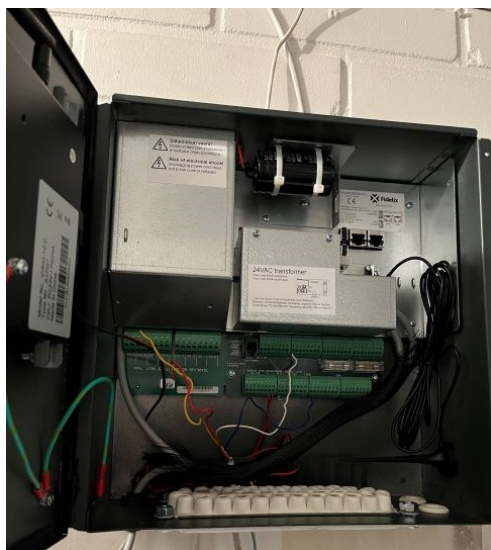
Kun ohjelmat ja grafiikat oli tehty ja testattu, voitiin aloittaa uuden järjestelmän asennus. Tässä vaiheessa kerrotaan ainoastaan IV-koneen automaation asennuksesta, koska lämmönjakokeskusta ei tässä kohtaa ollut vielä asennettu. Koska IV-kone oli jo aikaisemmin ollut käytössä, sillä oli jo sitä ohjaava automaatio. Asennusprojekti alkoi tämän vanhan automaa-

tion purkamisella ja uuden alakeskuksen asennuksella. Tähän mennessä IV-koneen toiminnasta oli vastannut ainoastaan siihen tarkoitettu säädin. Kun vanha säädin oli saatu purettua, aloitettiin asentamalla uusi alakeskus seinään, jonka jälkeen siihen kytkettiin IV-koneelta tulevat johdot. Lisäksi asennettiin myös jäätymisenestosuoja, joka sammuttaa koneen automaattisesti, jos koneen lämmityspatterin vesi laskee kahdeksaan asteeseen. Tätä ei vanhassa järjestelmässä ollut. Tämä on siis erillinen laite, joka kytketään alakeskuksen ja koneen välille, jotta se pystyy ohittamaan hätätapauksessa alakeskukselta tulevan viestin. Kun kaikki johdot oli kytketty oikeisiin paikkoihin, oltiin valmiita siirtymään seuraavaan vaiheeseen.

Kuvissa kahdeksan ja yhdeksän on esitelty uuden järjestelmän asennusta.



Kuva 8. Entinen IV-konetta ohjannut säädin irrotettuna.



Kuva 9. Uusi alakeskus FX Spider seinään asennettuna sekä johdotustyöt aloitettuna.

5.5 Ohjelmien ja grafiikoiden lataus alakeskukseen ja niiden testaus

Kun asennustyöt olivat valmiit, aloitettiin grafiikoiden ja ohjelmien lataus juuri asennettuun alakeskukseen. Aluksi piti tarkistaa ja muokata tietokoneen IP-osoite vastaamaan alakeskukseen olevaa IP-osoitetta, jotta verkkokaapelilla saisi muodostettua yhteyden kannettavan ja keskuksen välille. Kun yhteys oli saatu muodostettua, aloitettiin ohjelmien lataaminen alakeskukseen käyttäen Fidelix Editoria, jolla koko projekti oli muutenkin tehty.

Kun grafiikat ja ohjelmat olivat latautuneet, oli aika käynnistää kone. Kone lähtikin toimimaan hyvin ja suurin osa arvoista näytti siltä, miltä pitikin, mutta yksi lämpötila näytti väärää arvoa. Arvoa vähän aikaa seurattua todettiin, että yksi johdoista oli kytketty väärään pisteeseen. Johto vaihdettiin oikeaan pisteeseen ja lukemat alkoivat näyttämään oikeaa arvoa. Kun koneen toimintaa ja hälytysten toimivuutta testattiin, huomattiin puhallusilman lämpötilan olevan merkittävästi korkeampi kuin pyynti. Tämän huomion jälkeen tarkastettiin venttiilin moottori ja huomattiin, että sen ohjausjännite oli 0–10 VAC, kun ohjelmassa oli arvo 2–10 VAC. Tämä johti siihen, että venttiilin säätö oli koko ajan hieman auki. Tämän vuoksi lämmityspatteri lämmitti tuloilmaa jatkuvasti. Kun arvo oli vaihdettu oikeaksi, todettiin koneen toimivan oikein.

6 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli päivittää asiakkaalle heidän rakennusautomaatiotaan. Heillä oli ennestään säätimen kautta toimiva ilmanvaihtokone, mutta he aikoivat päivittää lämmitysjärjestelmänsä öljystä kaukolämpöön, joten molempien järjestelmien yhteinen ohjausjärjestelmä oli tässä kohdassa järkevää toteuttaa.

Työn alettua tutustuttiin tietoihin kyseisistä järjestelmistä ja näiden tietojen perusteella aloitettiin läpikäymään vanhoja projekteja, joista saatiin pohjaa uutta työtä varten. Vanhoista projekteista onnistuttiin löytämään saman tyyppiset grafiikat, joita aloitettiin muokkaamaan vastaamaan uusia kohteita. Kun grafiikat oli saatu tehtyä, aloitettiin pisteiden lisäys, jotka määrittelevät tiedon, joka grafiikalle siihen kohteeseen tulee. Pisteiden määrittelyiden jälkeen aloitettiin ohjelman suunnittelu.

Ohjelmien teossa käytettiin apuna vanhoja ohjelmia, joita oli käytetty entisissä projekteissa ja saatiin molempiin järjestelmiin ohjelmat niiden käyttämiseksi. Ohjelmien valmistuttua alkoi testaus toimistolla, jossa selvitettiin, toimivatko ohjelmat suunnitellun mukaisesti. Kun testit oli suoritettu ja ohjelmat todettu toimiviksi, oli aika lähteä työmaalle.

Työmaalla purettiin aluksi vanhan IV-koneen säätimeen perustuva ohjaus, jonka jälkeen asennettiin säätimeen tulleet johdot uudelleen juuri asennettuun uuteen alakeskukseen. Osa johdoista vietiin alakeskukselle jäätymisenestosuojan kautta, jota ei vanhassa järjestelmässä ollut. Tämä laite toimii varokeinona, jos IV-koneen patterin kiertoveden lämpötila tippuu liian matalaksi, jolloin se ohittaa alakeskuksen ja sammuttaa koneen estäen sen rikkoutumisen.

Kun kytkennät oli saatu suoritettua, käynnistettiin kone ja tehtiin testit ohjelman toimivuuden testaamiseksi. Muutaman muutoksen jälkeen ohjelma todettiin toimivaksi, kuten kuvauksessa oli määritelty.

Lämmönjakokeskuksen toiminnasta ei ollut vielä työtä tehtäessä tietoa, koska uutta lämmitysjärjestelmää ei vielä ollut asennettu, joten tätä automaatiota ei kyseisellä hetkellä pystynyt toteuttamaan.

7 POHDINTA

Tämä työ oli hyvin monipuolinen ja opettavainen tekijällensä. Tämän työn tekijä oppi todella paljon tässä projektissa ilmanvaihtokoneiden ja lämmitysjärjestelmien toiminnasta ja niiden säätämisestä. Aluksi työn tekijällä oli ongelmia ymmärtää ohjelmien käyttöä ja tässä projektissa vaadittavien koneiden toimintaa, mutta hyvien ja auttavaisten työkavereiden ansiosta saatiin valmista aikaiseksi. Tästä iso kiitos heille.

Isoin huomio tässä työssä kiinnittyi siihen, kuinka tärkeää lopputestaus on. Ilman lopputarkastelua, olisi jäänyt monia pieniä, mutta oleellisia virheitä huomioimatta. Työn ollessa loppuvaiheessa, tuli huomattua, että tämäntyyppinen projekti ei lopu siihen, kun grafiikat ja ohjelmat ovat valmiina ja alakeskukselle ladattuina. Sen jälkeen alkaa huolellinen työ, jossa koneen ollessa käynnissä etsitään mahdollisia virheitä. Myös se pitää muistaa, että virheet voidaan huomata pitkänkin ajan päästä, joten käytetyt ohjelmat tulee pitää hyvässä tallessa.

LÄHTEET

Sahala, A. (2018). Käyttöliittymät. Teoksessa R. Liedes (toim.), *Rakennusautomaatiojärjestelmät: Tietotekniset järjestelmät* (s. 119–130). Sähköinfo Oy.

Nielsen, J. (3.1.2012). *Usability 101: Introduction to Usability*. Nngroup.

<https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>

Spangar, T. & Sandström, B. & Sahlstén, T. (2018). Rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne. Teoksessa R. Liedes, (toim.), *Rakennusautomaatiojärjestelmät, tietotekniset järjestelmät* (6. uudistettu painos, s.57–104). Sähköinfo Oy.

Sahala, A. (2017). Käyttöliittymätyypit. Teoksessa R. Liedes (toim.), *Kiinteistöjen valvomojärjestelmät: Tietotekniset järjestelmät* (s. 14–34). Sähköinfo Oy.