

Jani Saarenpää

ILMASTOINNIN AUTOMAATION SANEERAUS

ISS Palvelut Oy

ILMASTOINNIN AUTOMAATION SANEERAUS

ISS Palvelut Oy

Jani Saarenpää
Opinnäytetyö
Syksy 2024
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-
ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma, Automaatiotekniikka

Tekijä: Jani Saarenpää
Opinnäytetyön nimi: Ilmastoinnin automaation saneeraus
Työn ohjaaja: Timo Heikkinen
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2024
Sivumäärä:32

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa selkeä ja yhtenäinen tietopaketti ilmastoinnin automaation saneeruksesta. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi ISS Palvelut Oy.

Opinnäytetyössä myös kerättiin tietoa saneerattavan kohteen ilmastoinnista. Opinnäytetyössä käydään läpi ilmastoinnin automaatiota. Työssä perehdyttiin ilmastoinnin laitteiston automaatioon sekä sen ohjauksiin ja toimintaan. Lisäksi työssä käsitellään hieman saneerauksen tarpeita sekä sen hyötyjä.

Tässä opinnäytetyössä kerättiin tietoa Fidelix-automaatiojärjestelmästä. Työssä käsiteltiin Fidelix järjestelmää siitä syystä, että sitä järjestelmää käytettiin saneerauksessa. Opinnäytetyössä perehdyttiin FX-editor-nimisen sovelluksen ominaisuuksiin, kuten grafiikkaeditoriin sekä pistetietokantaan. Lisäksi työssä esitellään OpenPCS-sovellusta ja hieman ST-kieltä.

Opinnäytetyössä tuodaan esille saneerauksen eri työvaiheet. Työssä havaittiin kohteeseen huolellisen tutustumisen merkitys, sekä tiedonkeruun tärkeys. Työtä olisi todella vaikea suorittaa ilman kunnollista perehtymistä järjestelmään. Lisäksi työssä on saneerauksen keskeisimpiä aiheita, kuten grafiikoiden luontia sekä pistemääriä ja ohjelmointia.

Lopuksi opinnäytetyössä esitellään saneerauksen loppuvaihetta eli käyttöönottoa ja siihen kuuluvaa testausta. Opinnäytetyössä kerrottiin järjestelmän testauksen vaiheet, kuten pistetestaukset sekä säätimien toiminnan varmistukset. Lopuksi opinnäytetyössä tarkastellaan saneeraustakukseen kuuluvia jälkisäätöjä, mihin kuuluu säätöpisteiden huojunnan lopettaminen ja koneiden painesäätimien paineen saavuttaminen.

Opinnäytetyön tuloksena kohteeseen on saatu uusi ilmastoinnin automaatiojärjestelmä ja tästä luotu tietopaketti ilmastoinnin automaation saneeruksesta. Saneerauksen ansiosta kohteessa on automaatiojärjestelmä, jolla on ongelmatilanteiden varalta huoltajia.

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences

Degree Programme in Automation

Author: Jani Saarenpää

Title of thesis: Renovation of Air Conditioning Automation System

Supervisor: Timo Heikkinen

Term and year when the thesis was submitted: November 2024

Number of pages: 32

The goal of this thesis was to produce a comprehensive knowledge about renovation work of a building's ventilation system. The thesis includes an overview of how air conditioning works. It covers the basics of air conditioning and focuses on the ventilation and control systems of the renovation site.

The renovation work was carried out using Fidelix automation system, utilizing FX-Editor application and OpenPCS application. The thesis explores FX-Editor's graphic editor and point database in more detail. Applications and controls were developed using ST language in the OpenPCS application.

The thesis goes through the various stages of the renovation work. The renovation site was examined, which led to the creation of graphic images, point databases, and applications.

Finally, system testing and commissioning are reviewed. Tests confirmed that the system was functional, marking the completion of the renovation. The thesis concludes with a mention of adjustments made after commissioning.

Keywords: Air conditioning, renovation, automation

SANASTO	6
1 JOHDANTO	7
2 ILMASTOINTI JA SANEERAUS	8
2.1 Ilmastoinnin toiminta	8
2.2 Saneerauksen tarve	8
3 SANEERATTAVA KOHDE	10
3.1 Ilmastointilaitteisto kohteessa	10
3.2 Ilmastoinnin ohjaus kohteessa	12
4 FIDELIX-AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ	15
4.1 FX-Editor	15
4.1.1 Grafiikkaeditori	15
4.1.2 Pistetietokanta	15
4.2 OpenPCS	17
4.2.1 ST-kieli	17
4.3 Työssä käytetyt tarvikkeet	17
5 TYÖN SUORITUS	21
5.1 Kohteeseen tutustuminen	21
5.2 Pistemääritykset	26
5.3 Grafiikkakuvien luonti	28
5.4 Ohjelmointi	29
6 JÄRJESTELMÄN TESTAUS JA KÄYTTÖÖNOTTO	31
6.1 Järjestelmän testaus	31
6.2 Järjestelmän käyttöönotto	31
6.3 Jälkisäädöt	32
7 YHTEENVETO	33
LÄHTEET	34

SANASTO

AI	analoginen lähtö
AO	analoginen tulo
DC	tasajännite
DI	binäärinen lähtö
DO	binäärinen tulo
I/O	tulo/lähtö
IV	ilmanvaihto
LTO	lämmöntalteenotto
Pa	paineen yksikkö, Pascal
PLC	Programmable Logic Controller
TK	tuloilmakone
V	jännitteen yksikkö, Voltti
VAK	valvonta-alakeskus

1 JOHDANTO

Toimivan rakennuksen ilmanvaihdon perustana on hyvä ilmastointisuunnittelu. Suurten rakennusten, kuten varastohallien sekä tavaratalojen, ilmastointiin käytetään yleisesti koneistettua ilmastointia. Näiden laitteistojen elinikä ei kuitenkaan ole ikuinen, ja niitä tarvitsee joskus saneerata.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on koota tietoa suuren varastohallin ilmanvaihdon automaatiojärjestelmän saneerauksesta. Työn avulla tarkoituksena on tutustua järjestelmien tekoon, suunnitteluun ja oppia saneerauksen työvaiheita sekä työtapoja. Opinnäytetyön tilaaja on ISS Palvelut Oy.

ISS Palvelut Oy on Suomessa toimiva yritys, joka on osa kansainvälistä ISS A/S -kiinteistö- ja toimitilapalveluyritystä. ISS Palvelut on yksi Suomen suurimmista yksityisistä työnantajista, joka tarjoaa siivous-, kiinteistön ylläpito-, ravintola- ja turvallisuuspalveluita yrityksille, yhteisöille ja julkisille sektoreille. (ISS Yritysvastuuraportti. 2024.)

Opinnäytetyön alussa tarkastellaan saneerattavan kohteen ilmastointilaitteistoa sekä niiden toimintoja. Seuraavana perehdytään saneeraukseen käytettävien ohjelmien käyttöön ja niiden ominaisuuksiin. Työssä esitellään myös itse saneerauksen eri vaiheita. Lopussa opinnäytetyössä kerrotaan saneerauksen loppuvaiheessa suoritettavista testeistä sekä saneerauksen jälkeisistä työvaiheista.

2 ILMASTOINTI JA SANEERAUS

Rakennuksen ilmanvaihdon on tehtävänä tuoda riittävän paljon tuloilmaa rakennukseen, ja poistaa samalla poistoilmaa, jonka mukana poistuvat ylimääräinen ilmankosteus sekä ei toivotut epäpuhtaudet ilmasta. Ilmanvaihdon rajana voidaan pitää sitä, että huoneilma vaihtuu kerran kahdessa tunnissa. Tämän toteutuessa rakennuksessa on raikas ja viihtyisä sisäilma. Mikäli tätä ei saavuteta, saattaa rakennuksen sisäilma olla tunukkaista ja jopa terveydelle haitallista. Puutteellinen sisäilmanvaihto on haitaksi myös rakenteille. Tästä johtuen ilmanvaihtoa ei tule missään tilanteessa sammuttaa, ei edes energiansäästön vuoksi. (Kiinteistöliitto 2024.)

2.1 Ilmastoinnin toiminta

Rakennuksen ilmanvaihto perustuu paine-eroon, joka voidaan toteuttaa kahdella tavalla. Paineeroon voidaan vaikuttaa tulo- sekä poistopuhaltimilla (koneellinen ilmanvaihto). Toinen tapa vaikuttaa paine-eroon on lämpötilaeron sekä tuulen yhteisvaikutuksella (painovoimainen ilmanvaihto). Jos tuloilmassa on jäähdytysjärjestelmiä tai kosteutusjärjestelmiä, sitä voidaan kutsua ilmastoinniksi. (Kiinteistöliitto 2024.)

2.2 Saneerauksen tarve

Saneeraus (korjausrakentaminen) tarkoittaa korjausta tai muutosta, jolla pidennetään rakennuksen elinkaarta päivittämällä se alkuperäiselle tasolle tai nostetaan kiinteistön laatutasoa olennaisesti paremmaksi kuin se on ollut. (Urakkadiili 2024.)

Ilmanvaihdon saneeraustarpeelle voi olla monia syitä. Esimerkiksi vanhentuneet ilmanvaihtojärjestelmät eivät välttämättä pysty pitämään sisäilmaa puhtaana ja raikkaana, mikä voi vaikuttaa rakennuksen asukkaiden terveyteen ja hyvinvointiin. Tämän lisäksi vanha ja heikko ilmanvaihto voi vaurioittaa rakennuksen rakenteita, sillä se edistää homeen ja muiden epäpuhtauksien kertymistä sisätiloihin. (Urakkadiili 2024.)

Energiätehokkuus ja järjestelmän optimointi on toinen syy saneerauksille. Vanhentuneilla järjestelmillä on monesti heikompi energiatehokkuus kuin uusilla järjestelmillä. Aina ei tarvitse kuitenkaan uusia koko järjestelmää, sillä järjestelmän eri osien optimointi voi tuoda kohteeseen energiatehokkuutta. (Urakkadiili 2024.)

Myös uudet standardit ja määräykset voivat tuottaa saneeraustarpeita. Vanhat ilmanvaihtojärjestelmät eivät aina pysty täyttämään uusia standardeja, ja tämän vuoksi järjestelmä voidaan saneerata ja saada täyttämään uudet standardit ja määräykset (Urakkadiili 2024.)

3 SANEERATTAVA KOHDE

3.1 Ilmastointilaitteisto kohteessa

Työssä saneerattiin yhteensä kolme tuloilmakonetta, TK1, TK2 ja TK3. Kaikissa tuloilmakoneissa oli sekä tulo- että poistopuhaltimet. Puhaltimia ohjattiin taajuusmuuttajilla. Lisäksi kaikissa koneissa oli pyörivä lämmöntalteenotto ja lämmityspatteri.



KUVA 1. Tuloilmakone TK1

Tuloilmakoneen TK1 tulokanava jakautuu kolmeen kanavaan, jotka vaikuttavat eri alueille hallissa. Kaikilla kolmella kanavalla on omat jälkijäähdytys- sekä jälkilämmityspatterit sekä kahdessa kanavassa on erilliset höyrykostuttimet lisäämään ilmankosteutta tarvittaessa.



KUVA 2. TK1 tulokanavan jälkisäädöt

Tuloilmakoneet TK2 ja TK3 olivat pienempiä, ja niillä pyrittiin avustamaan TK1:n ilmanvaihtoa hallin tietyissä osioissa kovilla pakkasilla sekä kuumilla helteillä.



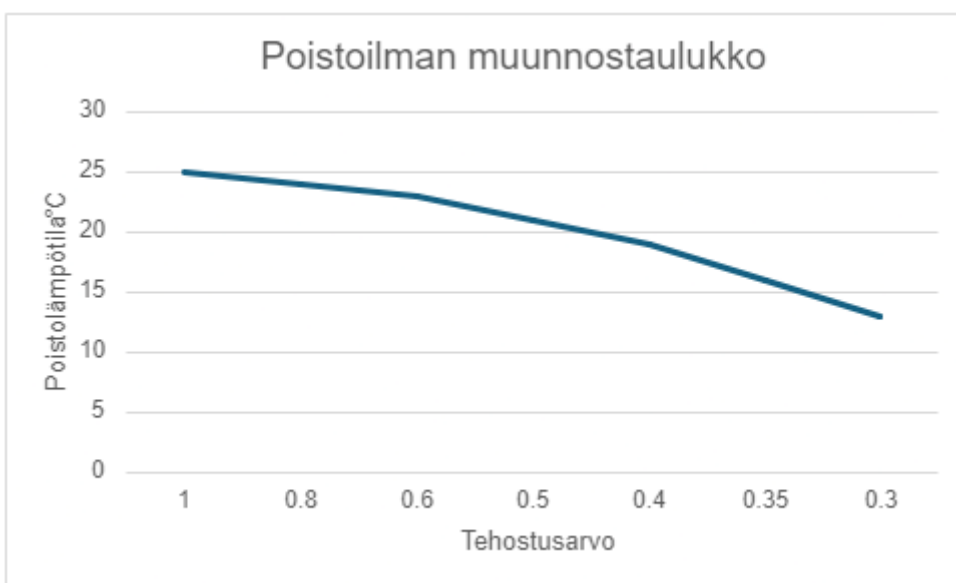
KUVA 3. Tuloilmakone TK2



KUVA 4. Tuloilmakone TK3

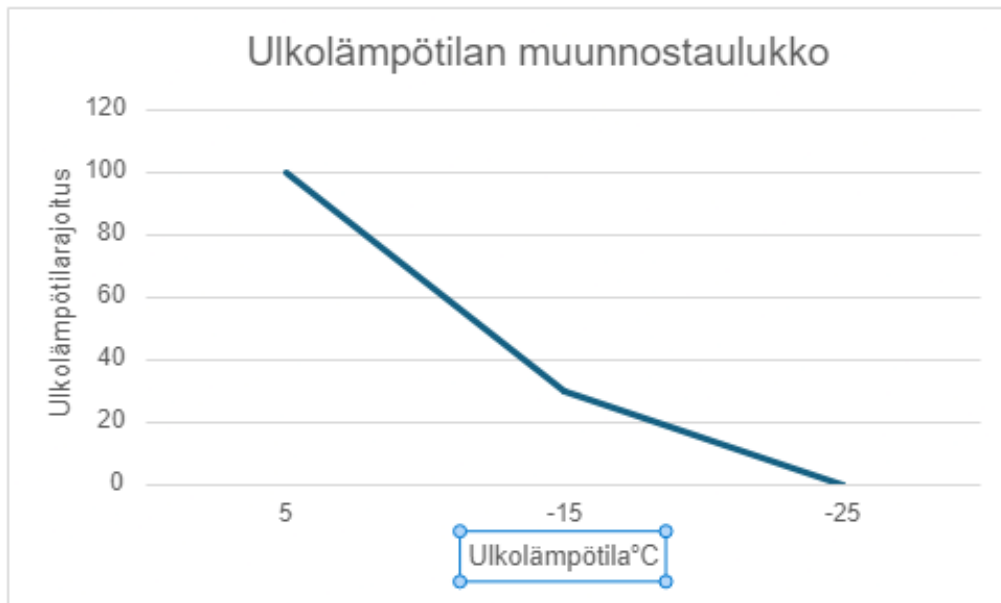
3.2 Ilmastoinnin ohjaus kohteessa

TK1 oli suurin kone, ja sillä vaihdettiin ilmaa kolmesta eri hallin osiosta. TK1 ilmamäärän pääsääntö oli painesääntöinen, eli sen tehoa ohjattiin kanavapaineen perusteella. Kanavapainetta nostetaan silloin, kun poistoilman lämpötila, hallin ilman lämpötila tai poistoilman hiilidioksidipitoisuus nousee liian korkeaksi. Lämpötiloja sekä hiilidioksidin pitoisuutta verrataan poistoilman muunnostaulukkoon kuvassa 5, josta saadaan tarvittava paineen tehostusarvo tehostamaan ilmanvaihtoa, jotta liian korkea poisto- tai huonelämpötila sekä hiilidioksidipitoisuus saadaan pienemmäksi.



KUVA 5. Poistoilman muunnostaulukko

Poistolämpötilalla, huonelämpötilalla sekä hiilidioksidipitoisuudella on kaikilla omat taulukkonsa, joista saadaan kutakin mittausta vastaava tehostusarvo. Näistä kolmesta tehostusarvosta valitaan käyttöön suurin.



KUVA 6. Ulkolämpötilan muunnostaulukko

Tämän jälkeen lasketaan kanavapainesäätimelle asetusarvo kaavalla 1.

$$\text{asetusarvo} = \text{tehostusarvo} * \text{kanavapaineen maksimiarvo} * \text{ulkolämpötilan rajoitusarvo}$$

KAAVA 1

tehostusarvo = Arvo saadaan muunnostaulukosta (Kuva 5.)

ulkolämpötilan rajoitusarvo = arvo saadaan muunnostaulukosta (Kuva 6.)

kanavapaineen maksimiarvo = ilmanvaihtokoneelle valittu maksimiarvo, jonka ilmanvaihtourakoitsija määrittelee. Esimerkissä käytetään esimerkkinä 80 Pa.

Mikäli poistoilman lämpötila olisi 23 °C, tehostusarvo olisi kuvasta 5 katsottuna 0.6. Jos ulkolämpötila olisi 3 °C, ulkolämpötilan rajoitusarvo olisi kuvasta 6 katsottuna noin 93 %. Saadut arvot syötetään laskukaavaan: $0.6 * 80 * 0.93 = 44,64 \text{ Pa} \approx 45 \text{ Pa}$. Tällä laskutavalla saadaan kanavapainesäätimen asetusarvoksi 45 Pa. Kanavapainesäädin vertailee mitattua kanavapainetta säätimen asetusarvoon, ja sen perusteella joko nostaa tai laskee puhaltimen säätöviestiä.

TK2 on lämpötilasäätöinen, eli puhaltimia ohjataan huonelämpötilan perusteella. Kesällä kuumalla säällä TK2 kytkeytyy pois päältä tuuletustilaan, jolloin kone vaihtaa ilmaa vain silloin, kun ulkoilma on viileämpää kuin huoneilma. Talven kylmempää ilmaa varten TK2 on varustettu kiertoilma pelleillä, jotka sekoittavat poistoilmaa tuloilmaan. Tällä tavalla saadaan lämmitettyä tuloilmaa LTO:n jälkeen. Tässä lämmitystavassa miinuksena on hiilidioksidin siirtyminen poistoilmasta tuloilmaan.

TK3 on myös lämpötilasäätöinen kone, jota ohjataan poistoilman lämpötilan perusteella. TK3:lle annetaan poistoilman säätimelle asetusrvo käsin. Tämän säätimen säätöviestiä käytetään tuloilman säätimellä kaskadisäätönä, joka ohjaa lämmityspatteria sekä LTO:ta. TK3 on pienin kone näistä kaikista, ja sen päätarkoituksena on tuoda korvausilmaa hallin osaan, jossa säilytetään trukkeja.

4 FIDELIX-AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ

Fidelix on vuonna 2002 perustettu yhtiö, jonka päätavoitteena on alusta asti ollut kehittää älykäs, luotettava ja laajasti yhteensopiva rakennusautomaatiojärjestelmä. Fidelixin rakennusautomaatio on päämääränä on minimoida energiankulutus ja täten parantaa energiatehokkuutta ja saada ylläpitokustannukset mahdollisimman matalaksi. (Fidelix 2024.)

4.1 FX-Editor

FX-Editor on monipuolinen ohjelmointityökalu, joka yhdistää ohjelmointityön ja graafisen työn yhteen sovellukseen. Grafiikat, pistetunnukset ja ohjelmavellukset pysyvät työkalun avulla yhtenäisinä ja helpottavat projektityöskentelyä. (Fidelix Academy 2024.)

4.1.1 Grafiikkaeditori

FX-Editorin grafiikkaeditori on työkalu, jolla luodaan käyttöliittymään graafiset kuvat kohteesta. Grafiikkakuvat voivat olla pelkästään katselua varten, mutta siitä voi tarvittaessa myös hallita toimilaitteita ja säätimiä. Luodut grafiikkakuvat ladataan VAK:in PLC:lle ja tämän jälkeen ne näkvät PLC:hen kiinnitetyillä käyttöliittymillä. (Fidelix Academy.)

4.1.2 Pistetietokanta

FX-Editorin pistetietokanta on tärkeä osa FX-Editoria, koska sillä pystytään luomaan projektiin tarvittavat pisteet, sillä voi myös hallinnoida projektissa olevia pisteitä sekä seurata niitä reaaliajassa. Lisäksi pistetietokannasta voi tehdä raportteja tai analyysyjä, joista saa lisätietoa järjestelmän toiminnasta ja energiatehokkuudesta. (Fidelix Academy.)

Uusia pisteitä lisätessä tietokantaan tulee pisteille määrittää niiden pistetyypit. Pisteitä lisätessä voidaan luoda esimerkiksi yhdelle toimilaitteelle kaikki sen tarvitsemat pisteet yhtäaikaaisesti ja pienentää siten mahdollisia kirjoitusvirheitä. Esimerkiksi jos olisi tarve luoda ohjauspiste, indikointipiste, ristiriitahälytyspiste ja säätöpiste tulopuhaltimelle, saadaan kaikki tehtyä valitsemalla

kuvan 7 valikosta halutut pistetyypit. Pistetietokanta itse määrittää pistetunnuksiin oikeat päätteet, kuten “_M” (AI-pistetyyppi) tai “_H” (Hälytyspistetyyppi). Tämän päätteen lisäksi pisteelle annetaan uniikki nimi, jolla se erottuu muista pisteistä. Nimi luodaan esimerkiksi näin: ”VAK01_TK01_TF01”, jossa ”VAK01” kertoo, mihin VAK:iin kyseinen piste kytketään. ”TK01” taas puolestaan kertoo kyseisen puhaltimen tuloilmakoneen tunnuksen. ”TF01” on tunnus tuloilmapuhaltimelle. Tulopuhaltimen säätöpisteen nimi kokonaisuudessaan olisi seuraava: ”VAK01_TK01_TF01_A”.

The screenshot shows a dialog box titled "Add points" with a close button in the top right corner. The dialog is divided into several sections:

- Point name:** A text input field with a blue underline.
- Text:** A text input field.
- Select point types:** A list of point types with checkboxes and suffix input fields:

	Checkbox	Suffix	Checkbox	Suffix	Checkbox	Suffix
1. Alarms	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>
2. Indication	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>		
3. DO points	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>		
4. Measurement	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>				
5. AO points	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>				
6. Control points	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>				
7. Time schedules	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>				
8. Lookup table	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>				
9. Use filter	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text"/>				

At the bottom of the dialog, there are two buttons: "Add" (with a green checkmark icon) and "Close" (with a red X icon).

KUVA 7. Pistetietokannan pisteenluontivalikko

4.2 OpenPCS

Infoteam Softwaren OpenPCS ohjelma on mikrokontrollereille optimoitu IEC61131-3:n mukaisen ohjelmoitavan järjestelmän luontiin tehty ohjelmointiympäristö. Kohteen ohjelmat kirjoitettiin ST-kielellä, joka on yksi kuudesta standardoidusta ohjelmointikielestä. (Infoteam Software AG 2024.)

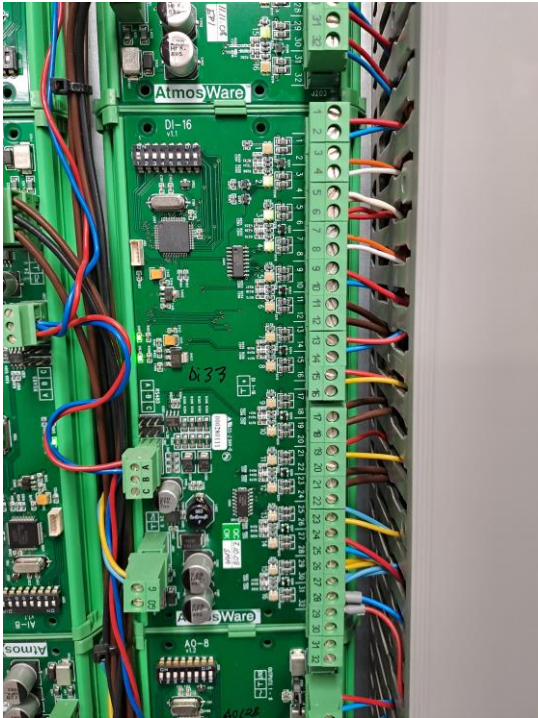
4.2.1 ST-kieli

ST (Structured Text) on ohjelmointikieli, jota käytetään erityisesti teollisuusautomaation ohjelmointiin. Se on yksi IEC 61131-3 -standardin viidestä ohjelmointikielestä, joita käytetään ohjelmoitavien logiikkaohjainten (PLC) ohjelmoinnissa. Lauserivit päätetään yleensä puolipisteeseen. ST-kielessä käytetään lähes samoja operaattoreita kuin muissakin ohjelmakielissä. ST-kieltä pystyy muiden kielten tavoin käyttämään ohjelmoimaan sovelluksen osia tai kokonaisia sovelluksia. (GitHub 2020.)

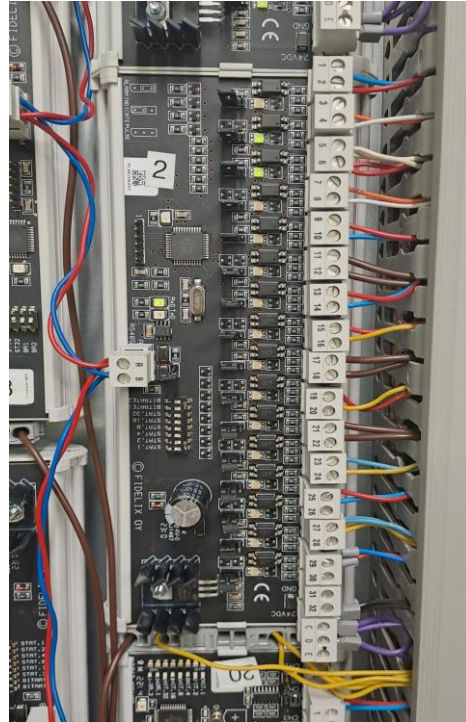
4.3 Työssä käytetyt tarvikkeet

Saneerauskohteessa VAK:ssa on yhteensä 181 fyysistä kytkentäpistettä. Nämä kytkentäpisteet on sijoitettu 20 moduuliin. Kaapissa on kuusi DI moduulia, kuusi DO moduulia, kahdeksan AI moduulia ja kuusi AO moduulia. Yhteensä koko VAK:ssa on 516 pistettä. Fyysisien pisteiden lisäksi lisättiin fiktiivisiä eli ohjelmallisia pisteitä, kuten rajahälytyspisteet, ristiriitapisteet, poikkeamapisteet, globaalit pisteet sekä järjestelmäpisteet. Rajahälytyspisteissä oli mm. tulo- ja poistokanavien lämpötilan ylä- ja alarajahälytyksiä, ilmankosteuden ylä- ja alarajahälytyksiä sekä hiilidioksidipitoisuuden ylärajahälytyksiä, joista huomataan nopeasti järjestelmän ongelmatilanteet.

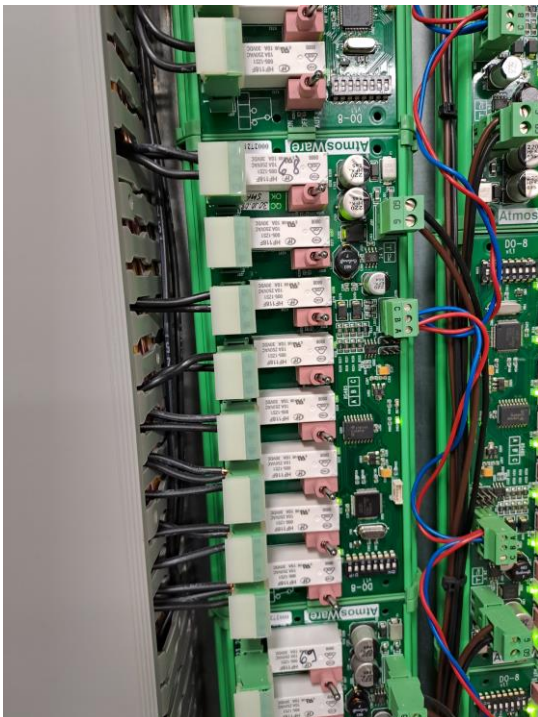
Kuvista 8-15 nähdään ennen ja jälkeen tilanteet, joissa vanhat DI-moduulit vaihdettiin uusiin Fidelixin DI-16-moduuleihin, vanhat DO-moduulit vaihdettiin Fidelixin DO-8-moduuleihin, vanhat AI-moduulit vaihdettiin Fidelixin AI-8 moduuleihin, ja AO- moduulit vaihdettiin Fidelixin AO-8 moduuleihin.



Kuva 1. vanha DI-moduuli



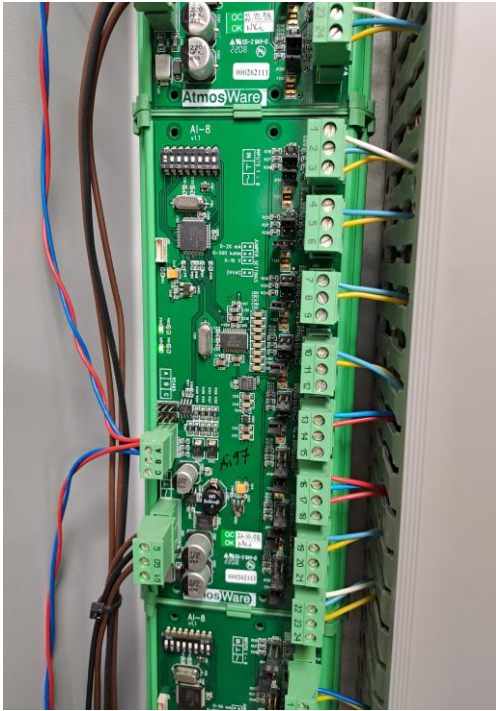
Kuva 9. uusi DI-moduuli



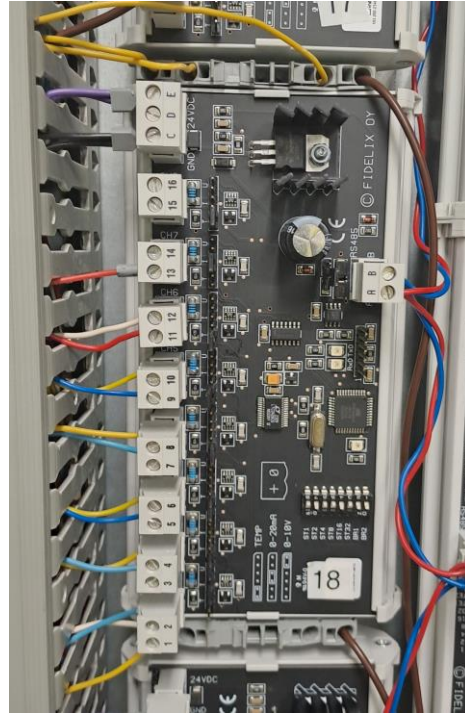
KUVA 10. vanha DO-moduuli



KUVA 11. uusi DO-moduuli



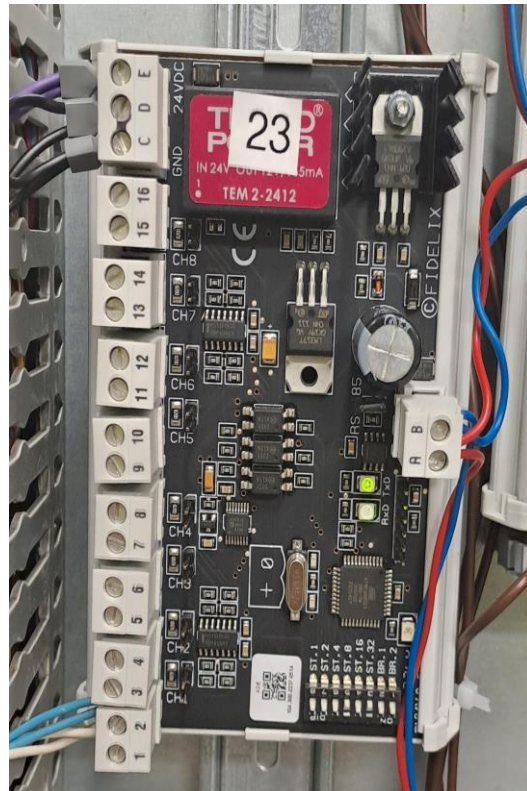
KUVA 12. vanha AI-moduuli



KUVA 13. uusi AI-moduuli



KUVA 14. vanha AO Moduuli



KUVA 15. uusi AO Moduuli

VAK2 keskusyksikkö vaihdettiin Fidelixin FX-3000-C keskusyksikköön. FX-3000-C on BACnetilla varustettu monipuolinen rakennusautomaation keskusyksikkö (kuva 16). FX-3000-C keskusyksikköön on sisäänrakennettu web-palvelin, lokitietojen tallennus, käyttäjienhallinta, energiaraportointi ja lukuisia muita kiinteistönhallinnan kannalta olennaisia toimintoja. (Fidelix Oy 2023. Tuotteet).



KUVA 16. FX-3000-C keskusyksikkö

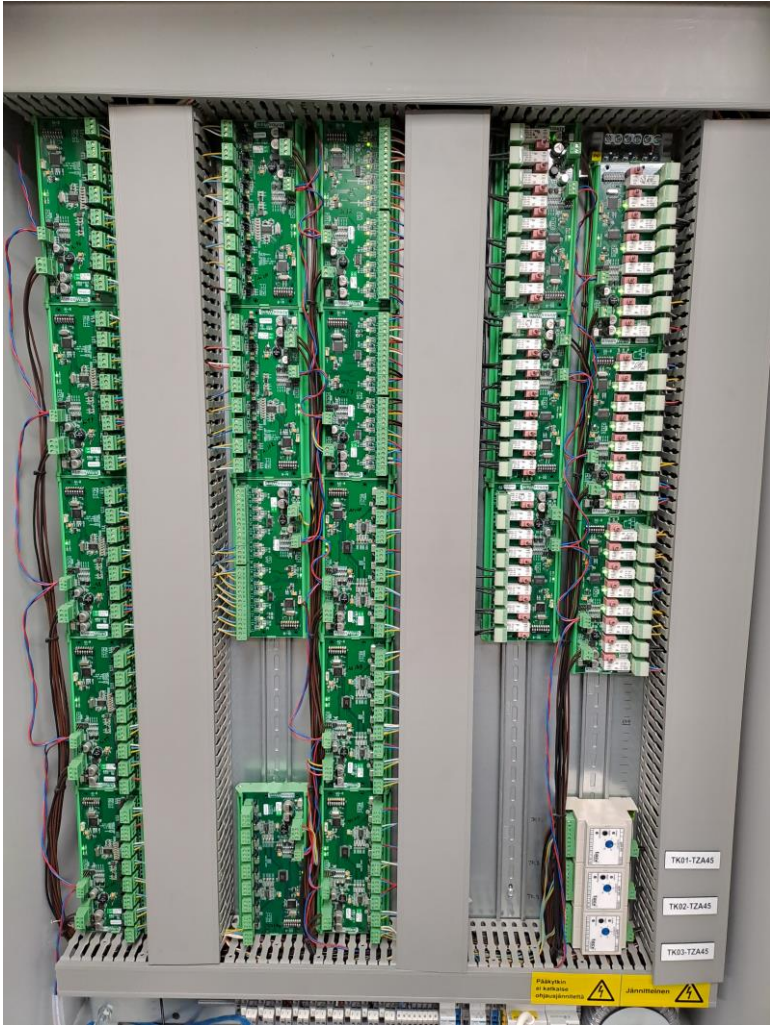
5 TYÖN SUORITUS

Työssä oli kolme vaihetta. Aluksi tutustuttiin saneerattavaan kohteeseen sekä sen vaikutusalueisiin. Kohteeseen tutustumisen jälkeen alkoi ohjelmallinen osa, missä luotiin uudet grafiikkakuvat sekä ohjelmat. Tämän jälkeen aloitettiin fyysisten osien saneeraus, vaihdettiin moduulit sekä keskusyksikkö. Viimeisenä työvaiheena työssä oli käyttöönottestaus.

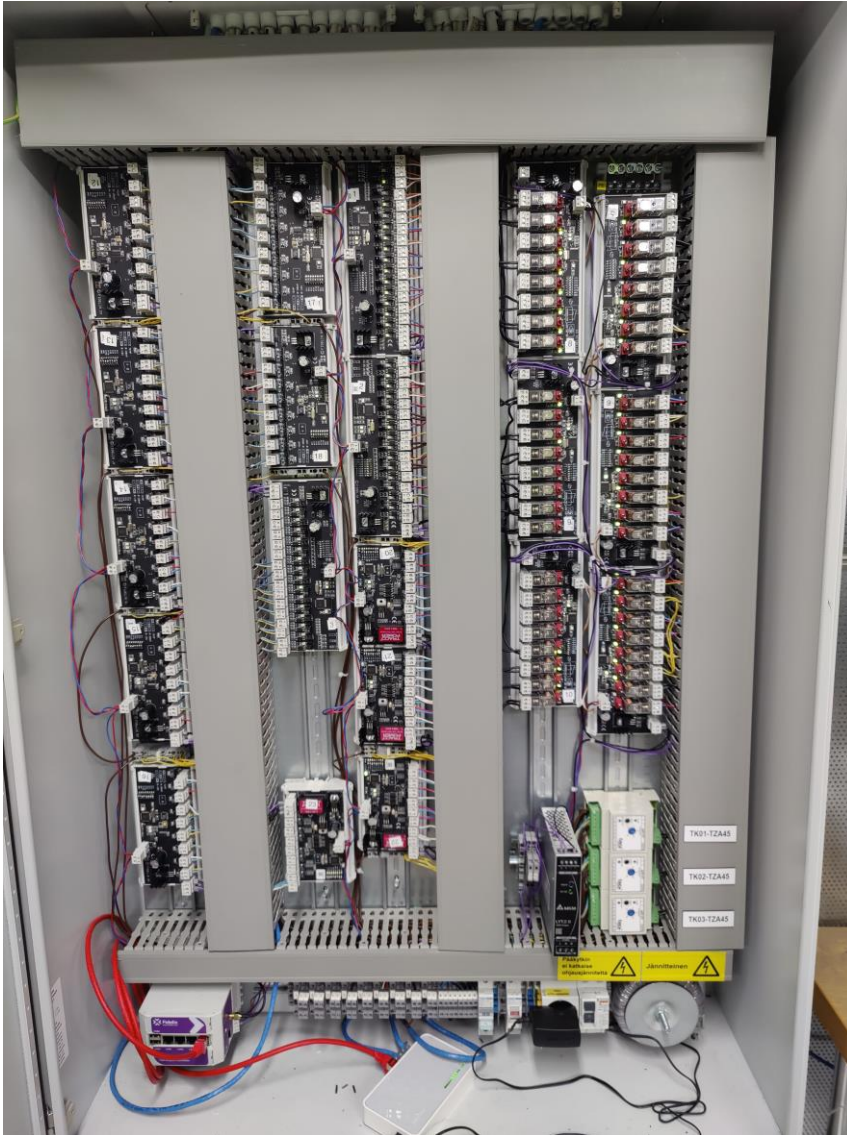
5.1 Kohteeseen tutustuminen

Ensimmäinen vaihe oli aloittaa saneerauskohteen läpikäynti. Tutustumisessa todettiin, että kohteeseen tulee vaihtaa 20 moduulia. Tämän jälkeen tutustuttiin vanhan ohjelman toimintoihin, ehtoihin, lukituksiin sekä hälytyksiin. Lopuksi tarkasteltiin kohteen grafiikkakuvia.

Kuvassa 17 nähdään VAK2 kaapin sisältö, kaikki 20 vanhaa moduulia, sekä oikeassa alareunassa nähdään 3 kappaletta jäätymissuojatermostaatteja.

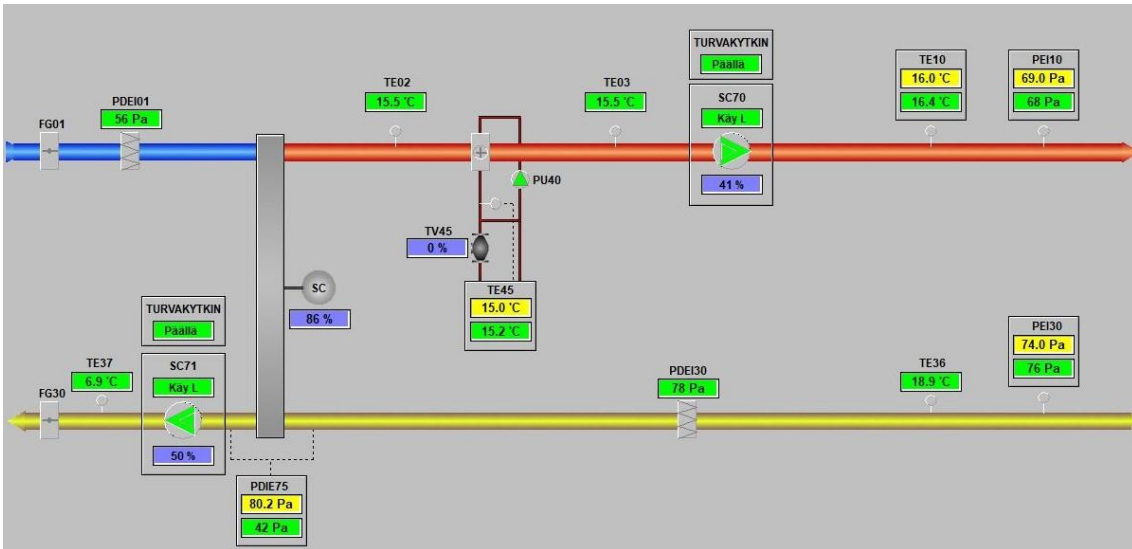


KUVA 17. Saneerattava keskus VAK2

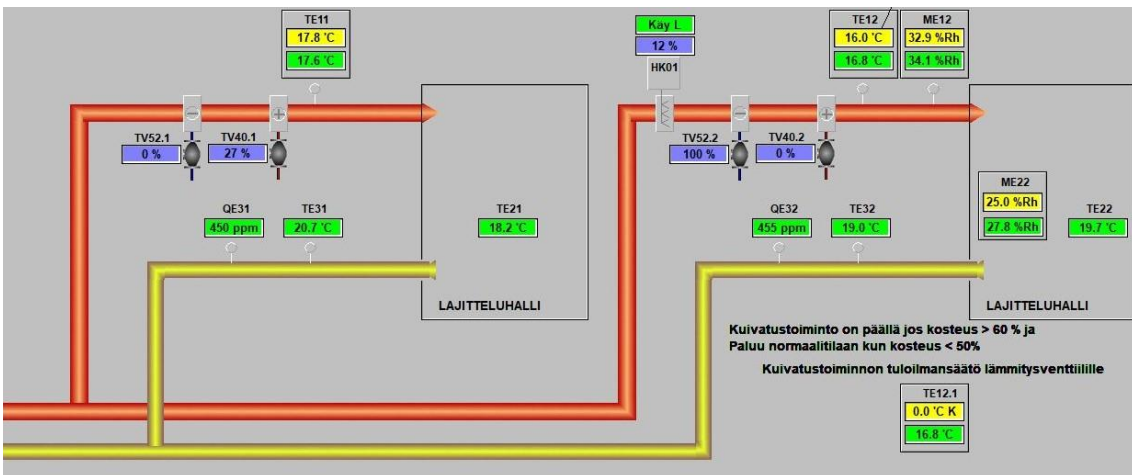


KUVA 18. Saneerattava keskus saneerauksen jälkeen, VAK2

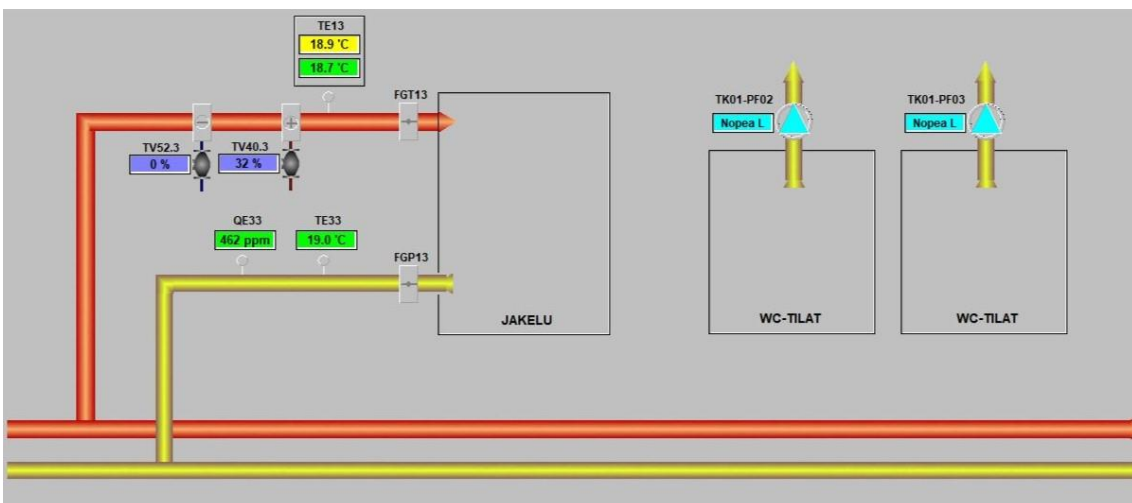
Kuvassa 18 nähdään saneerattu VAK2 kaappi, jossa nähdään Fidelixin uudet moduulit. Moduulien lisäksi kaappiin asennettiin yksi DC-muunnin, sillä keskusyksikkö ja uudet moduulit käyttävät tasajännitettä.



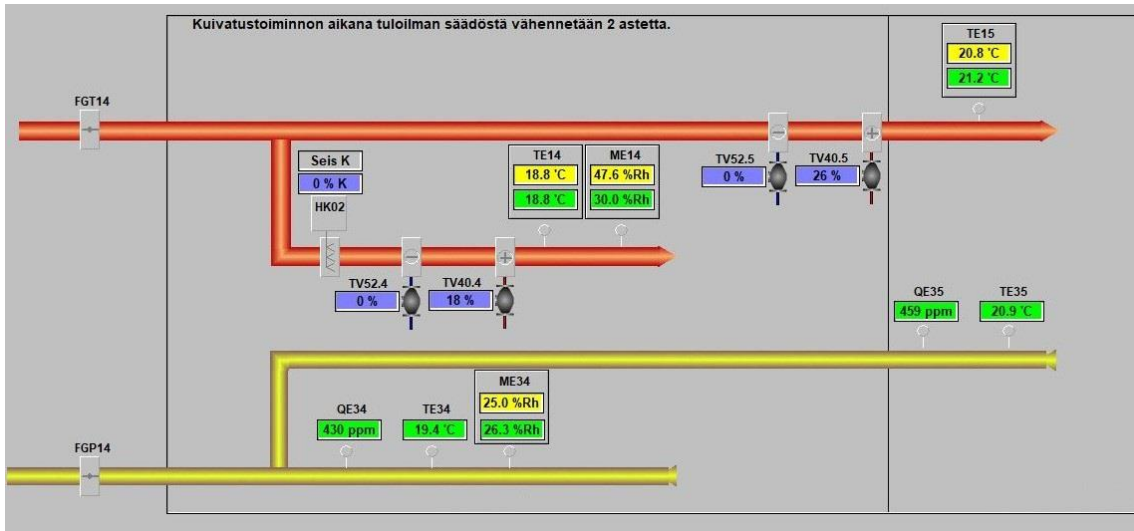
KUVA 19. TK1 vanha grafiikkakuva osa 1/4



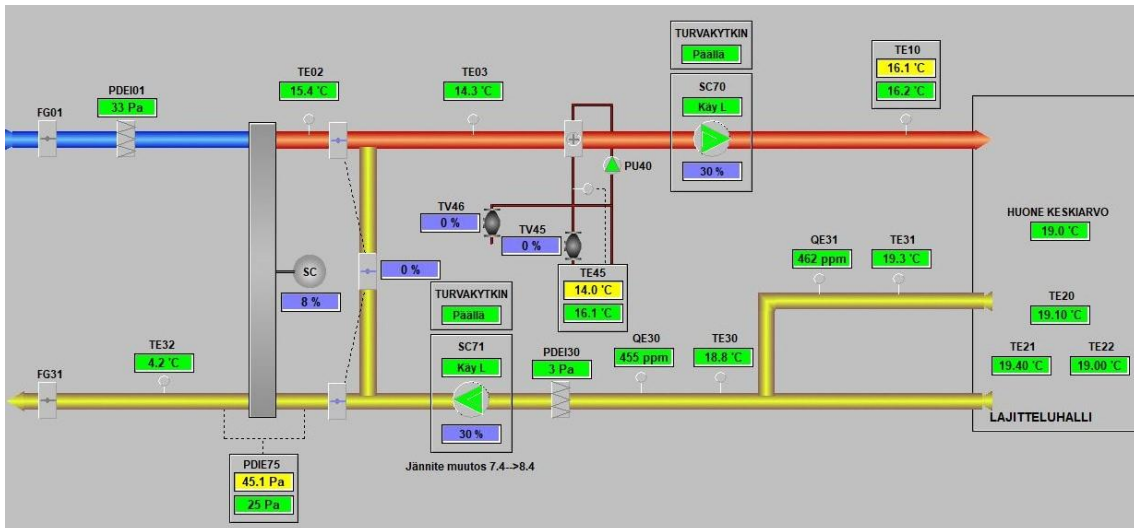
KUVA 20. TK1 vanha grafiikkakuva osa 2/4



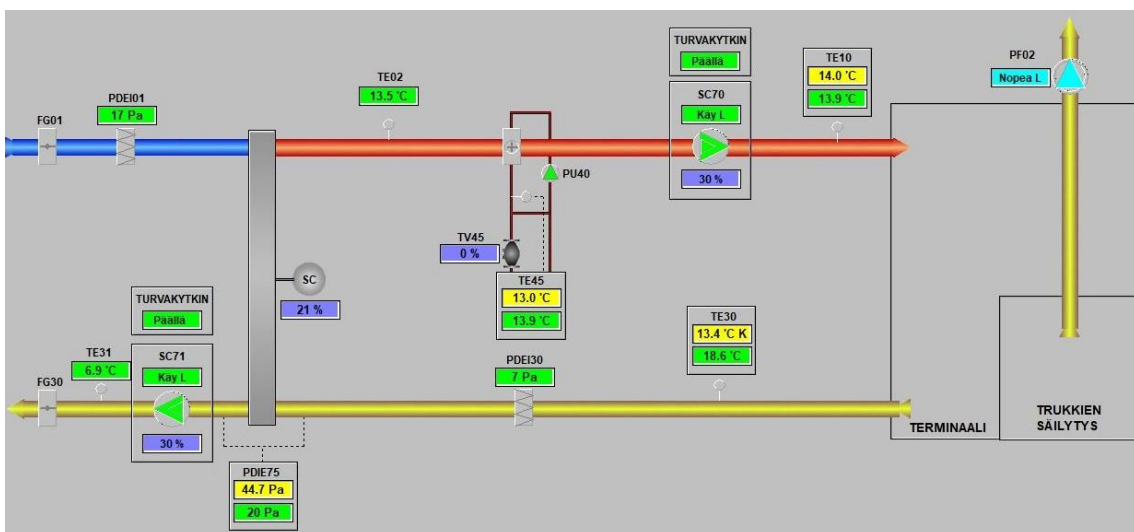
KUVA 21. TK1 vanha grafiikkakuva osa 3/4



KUVA 22. TK1 vanha grafiikkakuva osa 4/4



KUVA 23. TK2 vanha grafiikkakuva



KUVA 24. TK3 vanha grafiikkakuva

Vanhoissa grafiikkakuvissa (kuvat 19-24) nähdään mittaukset, venttiilit, pumput ja LTO:t. Vihreällä pohjalla olevat tekstit ovat mittauksia, ainoana poikkeuksena ovat turvakytkimen indikoinnit ja puhaltimien ohjaukset. Keltaisella pohjalla on säätimet, lämmityspatterin säädin, lämpötilasäätimet ja painesäätimet. Sinisellä pohjalla nähdään ohjaussäädöt, kuten venttiilien, puhaltimien ja LTO:n ohjaussäätö.

5.2 Pistemääritykset

Pistemäärityksessä lisättiin kaikki vanhoissa moduuleissa olleet pisteet. Pisteiden lisäyksessä tuli olla tarkkana, että pisteet tulevat samaan järjestykseen uusiin moduuleihin kuin ne olivat vanhoissa moduuleissa. Tämä johtuu siitä, että pisteiden johdotukset on mitoitettu juuri niille paikoille, missä ne ovat olleet vanhoissa moduuleissa.

***AO-Modulit ***			
A2.TK01-SC75	Lto-kiekk	:	2 128 1 1
A2.TK01-SC70	Tulopuhallin TF01 taaj.muutt.	:	2 128 2 2
A2.TK01-TV45	Lämm.patterin venttiili	:	2 128 3 3
A2.TK01-SC71	Poistopuhallin PF01 taaj.muutt.	:	2 128 4 4
A2.TK01-TV52.1	Jälkijääh.patt. venttiili	:	2 128 5 5
A2.TK01-TV40.1	Jälkilämm.patt. venttiili	:	2 128 6 6
A2.TK01-HK01	Höyrykostutin	:	2 128 7 7
A2.TK01-TV52.2	Jälkijääh.patt. venttiili	:	2 128 8 8
	:		
A2.TK01-TV40.2	Jälkilämm.patt. venttiili	:	2 129 1 1
A2.TK01-TV52.3	Jälkijääh.patt. venttiili	:	2 129 2 2
A2.TK01-TV40.3	Jälkilämm.patt. venttiili	:	2 129 3 3
A2.TK02-SC75	Lto-kiekk	:	2 129 4 4
A2.TK02-FG02/26/30	Kiertoilma pellit	:	2 129 5 5
A2.TK02-SC70	Tulopuhallin TF01 taaj.muutt.	:	2 129 6 6
A2.TK02-TV45	Lämm.patterin venttiili	:	2 129 7 7
A2.TK02-TV46	Lämm.patterin venttiili	:	2 129 8 8
	:		
A2.TK02-SC71	Poistopuhallin PF01 taaj.muutt.	:	2 130 1 1
A2.TK03-SC75	Lto-kiekk	:	2 130 2 2
A2.TK03-SC70	Tulopuhallin TF01 taaj.muutt.	:	2 130 3 3
A2.TK03-TV45	Lämm.patterin venttiili	:	2 130 4 4
A2.TK03-SC71	Poistopuhallin PF01 taaj.muutt.	:	2 130 5 5
A2.PK02-SC70	Poistopuhallin PF01 taaj.muutt.	:	2 130 6 6
A2.JK01-TV54	Palkkipiirin venttiili	:	2 130 7 7

KUVA 25. vanha pistelista

VAK02_TK01_SC75_A	LTO-kiekk	Analog out	03.020.01	0 V	1..	O.	2..
VAK02_TK01_SC70_A	Tulopuhallin TF01 taajuusmuuntaja	Analog out	03.020.02	0 V	1..	O.	2..
VAK02_TK01_TV45_A	Lämmityspatterin venttiili	Analog out	03.020.03	0 V	1..	O.	2..
VAK02_TK01_SC71_A	Poistopuhallin PF01 taajuusmuuntaja	Analog out	03.020.04	0 V	1..	O.	2..
VAK02_TK01_TV52_1_A	Jalkijäähdytyspatterin venttiili.	Analog out	03.020.05	0 V	1..	O.	2..
VAK02_TK01_TV40_1_A	Jalkilämmityspatterin venttiili.	Analog out	03.020.06	0 V	1..	O.	2..
VAK02_TK01_HK01_A	Höyrykostutin	Analog out	03.020.07	0 V	1..	O.	2..
VAK02_TK01_TV52_2_A	Jalkijäähdytinpatterin venttiili	Analog out	03.020.08	0 V	1..	O.	2..
VAK02_TK01_TV40_2_A	Jalkilämmityspatterin venttiili	Analog out	03.021.01	0 V	1..	O.	2..
VAK02_TK01_TV52_3_A	Jalkijäähdytyspatterin venttiili	Analog out	03.021.02	0 V	1..	O.	2..
VAK02_TK01_TV40_3_A	Jalkilämmityspatterin venttiili	Analog out	03.021.03	0 V	1..	O.	2..
VAK02_TK02_SC75_A	LTO-kiekk	Analog out	03.021.04	0 V	1..	O.	2..
VAK02_TK02_FG02_26...	Kiertoilma pellit	Analog out	03.021.05	0 V	1..	O.	2..
VAK02_TK02_SC70_A	Tulopuhallin TF01 taajuusmuuntaja	Analog out	03.021.06	0 V	1..	O.	2..
VAK02_TK02_TV45_A	Lämmityspatterin venttiili	Analog out	03.021.07	0 V	1..	O.	2..
VAK02_TK02_TV46_A	Lämmityspatterin venttiili	Analog out	03.021.08	0 V	1..	O.	2..
VAK02_TK02_SC71_A	Poistopuhallin PF01 taajuusmuuntaja	Analog out	03.022.01	0 V	8..	O.	2..
VAK02_TK03_SC75_A	LTO-kiekk	Analog out	03.022.02	0 V	1..	O.	2..
VAK02_TK03_SC70_A	Tulopuhallin TF01 taajuusmuuntaja	Analog out	03.022.03	0 V	1..	O.	2..
VAK02_TK03_TV45_A	Lämmityspatterin venttiili	Analog out	03.022.04	0 V	1..	O.	2..
VAK02_TK03_SC71_A	Poistopuhallin PF01 taajuusmuuntaja	Analog out	03.022.05	0 V	1..	O.	2..
VAK02_PK02_SC70_A	Poistopuhallin PF01 taajuusmuuntaja	Analog out	03.022.06	0 V	1..	O.	2..
VAK02_JK01_TV54_A	Palkkipiirin venttiili	Analog out	03.022.07	0 V	1..	O.	2..

KUVA 26. uusi pistelista

Kuten kuvista 25 ja 26 huomataan, pisteiden pistetunnus säilyi ennallaan, jolla taattiin se, että pisteet tulee määritettyä oikeisiin paikkoihin.

Kuvasta 25 huomataan, että vanhasta pistelistasta on hieman vaikeampaa ymmärtää pistetunnusta. Pisteiden nimen jälkeen tulee kaksoispiste, jonka jälkeen nähdään pistetunnus. Kaikissa ensimmäinen numero on 2, koska ne on kytketty valvonta-alakeskus VAK02:een. Tämän jälkeen tulee moduulinumero. Kuvassa 22 näkyy AO-moduulit 128, 129 ja 130. Viimeisenä nähdään pisteen moduulipaikka väliltä 1–8.

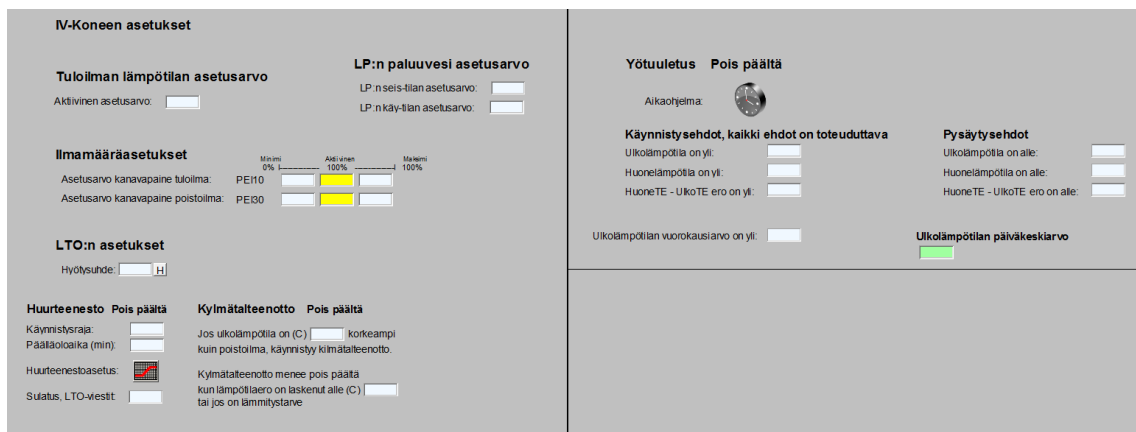
Uudesta pistelistasta (kuva 26) on hieman helpompi nähdä pistetunnukset. Ne sijaitsevat pistetyyppisarakeen jälkeen vihreällä pohjalla. Ensimmäisenä pistetunnuksessa on 03, joka on porttinumero. Se on yhteinen kaikissa pisteissä. Seuraavana on moduulinumero. Kuvassa näkyy AO-moduulit 20, 21 ja 22. Viimeisenä nähdään pisteen moduulipaikka väliltä 1–8.

Fyysisten pisteiden lisäksi mittauspisteille lisättiin fiktiivisinä pisteinä kaikki halutut hälytyspisteet, poikkeamapisteet, ohjauspisteille mahdolliset ristiriitapisteet ja järjestelmälle tarvittavat erillispisteet.

Hälytyspisteille tuli hakea vanhasta ohjelmasta arvot, kuten alaraja, yläraja, poikkeama ja palo-vaara-arvot. Ristiriitahälytyksiin puolestaan määriteltiin halutun laitteen indikointi ja ohjauspiste, joita vertailemalla hälytys aktivoituu, kun eriarvoisuus huomataan.

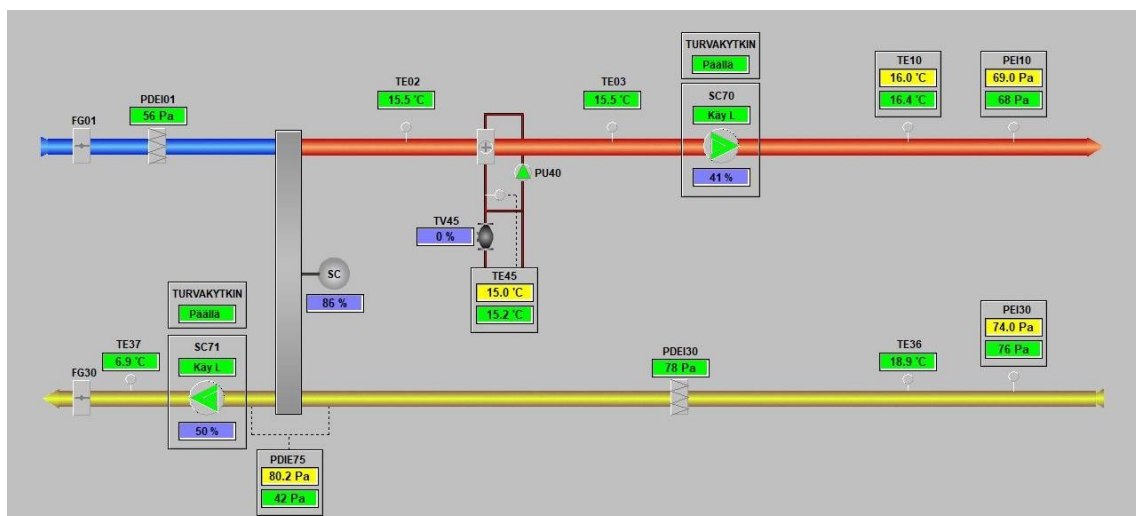
5.3 Grafiikkakuvien luonti

Grafiikkakuvat tehtiin vanhojen grafiikkakuvien pohjalta uudelleen FX-editorin grafiikkaeditorilla. Vanhoja kuvia oli yhteensä yhdeksän kappaletta. Nämä kuvat olivat tuloilmakoneiden grafiikkakuvia sekä erillispisteiden grafiikkakuvia kuten valaistuksen ohjauksia ja hälytysindikoiteja. Näiden kuvien lisäksi tehtiin grafiikkakuvia helppokäyttöisemmäksi tekemällä koneille erillisiä asetussivuja, joista näkee helposti tuloilmakoneiden säädöt ja asetusrivot, sekä asetusrivoja pystyy helposti muokkaamaan.



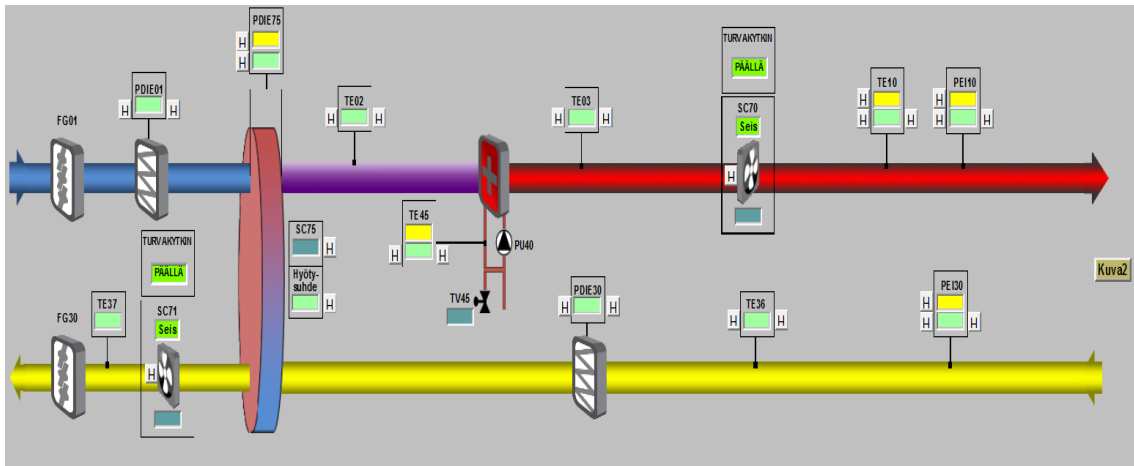
KUVA 27. Koneen asetussivu

Asetussivulta (kuva 27) voidaan muokata haluttuja asetusrivoja, kuten tuloilman lämpötilaa, lämmityspatterin paluuv veden lämpötilaa ja kanavapaineiden rajoja. Lisäksi asetussivulla voi muokata koneiden lisätoimintoja, kuten yötuuletuksen ehtoja, LTO-kiegon huurteeneston arvoja ja kylmälähteenoton ehtoja.



KUVA 28. vanha grafiikkakuva Atmostecissä

Kuvassa 28 on yhden tuloilmakoneen pääsivu, josta nähdään mm. raitisilmapelit, LTO, lämmityspatteri, tulo- ja poistopuhaltimet sekä koneen mittauksia ja säätöjä.



KUVA 29. uusi grafiikkakuva FX-editorissa

Kuvassa 29 on saman tuloilmakoneen pääsivu kuin kuvassa 28. Uudet grafiikkakuvat ovat käytännöllisempiä, sillä kaikki sen sivun hälytykset saadaan vilkkumaan kuvassa. Tämä helpottaa mahdollisen hälytyksen kohdentamista, ja helpottaa ongelmanaiheuttajan korjaamista.

5.4 Ohjelmointi

Ohjelmien uudelleenkirjoittaminen oli eniten aikaa vievä osio. Haasteita aiheutti vanhojen ohjelmien lukeminen ja ymmärtäminen. Vanhat ohjelmat oli tehty Atmostechilla, jossa ohjelmien kirjoittaminen oli rajoitetumpaa kuin uudemmassa ohjelmakirjoitustyökalussa. Atmostechin ohjelmassa käytettiin pisteille tunnuksia "x1, x2" kun taas OpenPCS:ssä pyrittiin käyttämään selvempiä tunnuksia, joista saa paremmin selville, mitä kyseinen piste tekee. Uudet ohjelmat luotiin vanhojen ohjelmien pohjalta, mutta niihin lisättiin helppokäyttöisyysoimintoja sekä turvallisuustoimintoja helpottamaan järjestelmän käyttöä sekä parantamaan luotettavuutta.

```

=== ALKUARVOT ===
B1 = VAK2_FG01_O
B2 = VAK2_SC51_I
=== KÄYNTIIN ===
JOS B2 = 1 : B1 = 1 :LOPPUJOS
=== SEIS ===
JOS B2 = 0 : B1 = 0 :LOPPUJOS
=== ULOSTULOT ===
ARVO = B1

```

KUVA 30. Raitisilmapellin ohjaus Atmostecillä

Jos Atmostechissä haluttiin ohjata raitisilmapeltiä, se tehtiin kuvassa 30 näkyvällä tavalla. Tämä johtui siitä, että Atmostechissä ohjelmien rivimäärä oli rajattu sataan riviin. Tällaista rajoitusta ei uudemmissa ohjelmissa ole.

```

(*Haetaan pisteet*)
Tulopuhallin := GetDigitalPointF(Name:='VAK2_SC51_I');

(*Määritetään peltien ohjaus*)
If Tulopuhallin = 1 THEN
    Raitispelti := 1;
Else
    Raitispelti :=0;
end_if;

Tulos:= SetDititalPointF(Value:=Raitispelti, LockState:=1, Name:='VAK2_FG01_O');

```

KUVA 31. Raitisilmapellin ohjaus OpenPCS:llä

Tämän takia OpenPCS:ssä kyseinen raitisilmapellin ohjaus pystyttiin tekemään kuvassa 31 näkyvällä tavalla. Vaikka ohjelmasta tulee pidempi, se on helpompi lukea ja ymmärtää pistetunnusien selkeyden ja sen takia, että ohjelma voidaan levittää useammalle riville.

6 JÄRJESTELMÄN TESTAUS JA KÄYTTÖÖNOTTO

Uusien moduulien asennusta sekä ohjelmien valmiiksi saantia seurasivat saneeratun järjestelmän käyttöönottotestaukset. Näissä testauksissa varmistettiin, että saneerattu järjestelmä toimii vähintään samalla tavalla kuin vanhempi järjestelmä. Käyttöönottotestauksissa varmistettiin myös, että tehdyt parannukset toimivat odotetusti ja tuovat lisää hyötyä järjestelmään halutulla tavalla.

6.1 Järjestelmän testaus

Järjestelmän testaus aloitettiin pistetestauksella. Kaikki moduulien kytketyt fyysiset pisteet käytiin läpi. Testauksessa varmistettiin, että moduulit ja pisteet oli dipattu oikein ja että johtimet saivat kontaktia. Dippaamisella tarkoitetaan moduulin osoitteen asettamista moduulin dip-kytkimillä.

Tämän jälkeen tarkistettiin, näyttävätkö mittauspisteet ja indikointipisteet oikein. Ensiksi anturin päästä irrotettiin johtimet ja tarkistettiin, katosivatko mittarin lähettämät signaalit irrotuksen ajaksi. Indikointien tarkistuksessa kytkettiin indikoinnin omaavat toimilaitteet päälle ja tarkistettiin, että tulee järjestelmään indikointia toimilaitteelta. Hälytysindikoinneissa laitteet kytkettiin hälytystilaan, ja tämän jälkeen varmistettiin, että laitteelta saadaan hälytysindikointi.

Tämän jälkeen laitteiden säätöjä, kuten puhaltimien nopeussäädöt sekä venttiilien avaussäädöt, testattiin. Aluksi säätöpiste ohjattiin puolelle teholle, sitten täydelle teholle ja lopuksi minimiteholle. Laitteita valvottiin, että ne eivät seuraa säätöpisteen käskyä, mikäli ohjauspiste oli 0-tilassa eli pois päältä. Tämän jälkeen ohjauspiste ohjattiin päälle, tehtiin samat säätöpisteen ohjaukset ja varmistettiin, että laitteet toimivat säätöpisteen säätöjen mukaisesti. Lopuksi ohjattiin ohjaussäädöt pois päältä ja varmistettiin, että laitteet pysähtyvät riippumatta säätöpisteen ohjauksesta.

6.2 Järjestelmän käyttöönotto

Testauksien jälkeen voidaan olla varmoja, että saneerattu järjestelmä toimii juuri niin kuin pitääkin. Tästä päästään viimeiseen vaiheeseen eli järjestelmän käyttöönottotestaukseen.

Tässä testauksessa kokeiltiin järjestelmän ohjelman ohjauksia Suomen ilmastossa esiintyvissä tilanteissa. Testauksessa varmistettiin myös järjestelmän lukitukset, kuten jäätymissuojat, palo-

vaara, palohälytys, puhaltimien ristiriitahälytykset sekä lämmityspatterin pumpun indikointi. Lämmityspatterin indikoinnin sammussa ohjelma pysäyttää kaikki koneet, jonka jälkeen raitis- ja poistoilmapellit menevät kiinni.

Lukituksien testauksien jälkeen aloitettiin testaamaan ohjelman normaalia toimintaa. Testauksessa seurattiin, että koneet TK1, TK2, TK3 saavuttavat säädön haluaman huoneilman lämpötilan sekä pystyvät stabiloimaan sen. Tämän lisäksi varmistettiin, että koneet pitävät huoneilman kosteuden halutussa arvossa. Näiden lisäksi hiilidioksidin määrän huoneilmassa tulee pysyä alle hälytysarvojen.

6.3 Jälkisäädöt

Käyttönottotestauksen jälkeen aloitettiin puhaltimien, venttiilien sekä ohjelmallisten säätimien trendikäyrien tarkkailu. Trendikäyristä on helppo huomata ei-halutut aaltoilevat säätimet, ja niihin on tämän jälkeen helppo tehdä jälkisäätöjä. Esimerkiksi tulo- ja lähtöpuhaltimien säätöjä säädettiin hitaammaksi, mikä poisti puhaltimien kierrosnopeuden aaltoilun nopeuden muuttuessa. Lämmityspatterin venttiilien säätöjä puolestaan nopeutettiin, mikä poisti lämpötilan aaltoilun.

7 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kerätä tietoa ilmastoinnin automaatiojärjestelmän saneerauksesta. Työn edetessä tutustuttiin ilmastoinnin toimintaan sekä käytettäviin ohjelmiin ja menetelmiin. Näitä ohjelmia oli esimerkiksi FX-Editor sekä OpenPCS.

Saneeraustyön tekeminen oli helppoa, koska itse järjestelmän suunnittelu on jo tehty aikanaan, kun järjestelmä ensimmäisen kerran rakennettiin. Vaikeinta työssä oli lukea vanhan järjestelmän ohjelmakoodia, jonka kirjoituksessa oli vanhan ohjelmasevälluksen rajoitteita kuten rivimäärä. Ohjelmakoodin ymmärtämisessä auttoi vain tarkkasilmäisyys sekä kärsivällisyys. Työ sujui kuitenkin hyvin, ja saneeraus saatiin suoritettua kohteeseen aikataulussa.

Opinnäytetyöhön olisi voinut kirjoittaa vielä kohteessa olevista kolmesta muusta koneesta, jotka saneerattiin samaan aikaan. Tämä olisi kuitenkin aiheuttanut paljon saman asian toistamista, joten päätin jättää nämä pois. Työn aiheen rajaaminen oli melko helppoa, sillä työkohte oli hyvin rajattu. Myös käytetty työtapa ja käytetyt ohjelmat olivat helposti rajattavissa.

Opinnäytetyössä opin suunnittelemaan automaatiojärjestelmien saneerauksen suunnittelua, aikatauluttamaan saneerauksen eri vaiheita sekä suorittamaan itse saneerauksen. Tämän opinnäytetyön tavoitteet saavutettiin hyvin. Työssä on laajasti tietoa aiheesta, ja tämän julkaisu on avuksi kyseistä aihetta pohtiville.

LÄHTEET

Fidelix Academy. Hakupäivä 14.5.2024. Yhtiön sisäiset koulutusmateriaalit.

Fidelix Oy 2023. Tuotteet. Hakupäivä 14.5.2024. <https://www.fidelix.com/fi/tuotteet/>.

Fidelix 2024. Tietoa meistä. Hakupäivä 14.5.2024. <https://www.fidelix.com/fi/fidelix/>.

GitHub 2020. SeAMKedu ST-ohjelmointi. Hakupäivä 4.11.2024.

<https://github.com/SeAMKedu/ST-ohjelmointi/blob/master/ST-ohjelmointi.pdf>.

Infoteam Software AG 2024. PLC Programming Systems. Hakupäivä 14.5.2024 .

<https://infoteam.de/en/our-know-how/plc-programming-systems>

ISS Yritysvastuuraportti. 2024. Hakupäivä 4.12.2024. <https://issyryitysvastuuraportti.fi/iss-yrityksena/#1.9>.

Kiinteistöliitto 2024. Ilmanvaihto. Hakupäivä 13.5.2024.

<https://www.kiinteistoliitto.fi/taloyhtio/energia/ilmanvaihto>.

Urakkadiili 2024. Saneeraus. Hakupäivä 13.5.2024. <https://urakkadiili.fi/mita-tarkoittaa-saneeraus>.