

Miika Jakkula

**LÄMPÖPUMPPUJÄRJESTELMÄN KÄYTTÖLIITTYMÄ FIDELIX-  
RAKENNUSAUTOMAATIOON**

# **LÄMPÖPUMPPUJÄRJESTELMÄN KÄYTTÖLIITTYMÄ FIDELIX- RAKENNUSAUTOMAATIOON**

Miika Jakkula  
Opinnäytetyö  
Kevät 2020  
Sähkö- ja automaatiotekniikan  
tutkinto-ohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma, automaatiotekniikka

---

Tekijä: Miika Jakkula

Opinnäytetyön nimi suomeksi: Lämpöpumppujärjestelmän käyttöliittymä Fidelix-rakennusautomaatioon

Opinnäytetyön nimi englanniksi: UI for Heat Pump System with Fidelix

Työn ohjaaja: Tero Hietanen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2020

Sivumäärä: 30

---

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda toimiva käyttöliittymä lämpöpumppujärjestelmään Oumanin Ouflexista Fidelix-rakennusautomaatioon Modbus-väylällä. Työn tilasi Are Oy osana laajempaa saneeraus- ja laajennusprojektia. Työssä tutustuttiin tarkemmin Modbus-väylään sekä sen käyttöön Fidelix-automaatiojärjestelmässä.

Projektin alkoi olemassa olevaan järjestelmään tutustumisella ja Modbus-väylätekniikkaan perehtymisellä. Tämän jälkeen olemassa olevien väyläliitännöiden pohjalta luotiin lämpöpumppujärjestelmään perusta Modbus-liitännälle. Laitteistona käytettiin lähinnä Fidelix- ja Ouman Ouflex A -automaatiojärjestelmiä.

Lopputuloksena työstä saatiin toimiva lämpöpumppujärjestelmän käyttöliittymä paikalliselle ja etäkäytössä olevalle Fidelix ala-asemalle. Käyttöliittymästä tuli selkeä ja toimiva. Pisteiden luku onnistui helposti Fidelixillä Ouflexista, mutta pisteiden kirjoittaminen oli haastavampaa, minkä vuoksi jouduttiin tukeutumaan sekä Oumanin että Fidelixin tuotetukeen. Modbus-väyläliitännää käytetään hyvin samankaltaisesti lähes kaikissa Fidelixin väyläliitännöissä, joista hyvänä esimerkkinä toimii työssä käytetty lämpöpumppujärjestelmä.

---

Asiasanat: Fidelix, lämpöpumppu, Modbus, Ouman

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Electrical and Automation Engineering, Automation Engineering

---

Author: Miika Jakkula

Title of thesis: UI for Heat Pump System with Fidelix

Supervisor: Tero Hietanen

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2020

Pages: 30

---

The purpose of this thesis was to create a functional heat pump system user interface in Fidelix building automation system using Modbus connection. The thesis has been commissioned by Are Oy as part of a larger project. In this thesis Modbus and using it in Fidelix are inspected more accurately.

Project started by inspecting existing Modbus connections and getting familiar with Modbus serial protocol. Then Modbus connection was made. The equipment used in the work was mostly Fidelix and Ouman Ouflex A automation systems.

As a result, functional heat pump system user interface was made in Fidelix building automation system, which is in local and remote management. Reading points through Modbus was plain and simple, but writing was harder. The problem of writing points was solved with manufacturer support. Modbus serial works usually the same way with most electrical devices supporting Modbus.

---

Keywords: Fidelix, heat pump, Modbus, Ouman

## **ALKULAUSE**

Työn on tilannut Tero Karvonen Are Oy:stä. Työssä ohjaajana toimi Oulun ammattikorkeakoulun lehtori Tero Hietanen. Haluaisin kiittää heitä molempia opin-  
näytetyön ohjauksesta.

7.4.2020 Miika Jakkula

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
ALKULAUSE	5
SISÄLLYS	6
1 JOHDANTO	7
2 RAKENNUSAUTOMAATIO	8
2.1 Fidelix-rakennusautomaatiojärjestelmä	10
2.2 Ouflex A	11
2.3 Modbus	11
2.4 Modbus-väylän toiminta	13
2.5 Modbus-rekisterit	14
2.6 Modbus-funktiokoodit	16
3 LÄMPÖPUMPPUJÄRJESTELMÄ	18
4 TYÖN SUORITUS	20
4.1 KytKentä	21
4.2 Grafiikka	22
4.3 Pisteiden luonti	23
4.4 Alakeskuksen asetukset	24
4.5 IEC-ohjelma	26
4.6 Testaus	28
5 POHDINTA	31
LÄHTEET	33

# 1 JOHDANTO

Työn on toimeksi antanut Are Oy osana laajempaa saneeraus- ja laajennusprojektia. Are on talotekniikan urakointia, ylläpitoa, huoltoa, korjausrakentamista ja modernisointeja tarjoava suomalainen perheyrittys. Aren noin 3200 työntekijää työskentelevät Suomessa, Ruotsissa ja Pietarin alueella Venäjällä. (1.)

Työn kohteena on laajennettava päivittäistavarakauppa, jonka rakennusautomaatio saneerataan Fidelix-automaatiojärjestelmään laajennustöiden yhteydessä. Kiinteistössä ei ole ennen saneeraus- ja laajennusprojektia ollut lämpöpumppujärjestelmää. Laajennuksen yhteydessä lisätty lämpöpumppujärjestelmä toimii itsenäisesti Ouman Ouflex A -säätimellä, johon muodostetaan Modbus-väylällä tiedonsiirtoyhteys Fidelix-ala-asemasta. Väylää käytetään Ouflex A -säätimen tietojen lukemiseen ja asetusarvojen kirjoittamiseen.

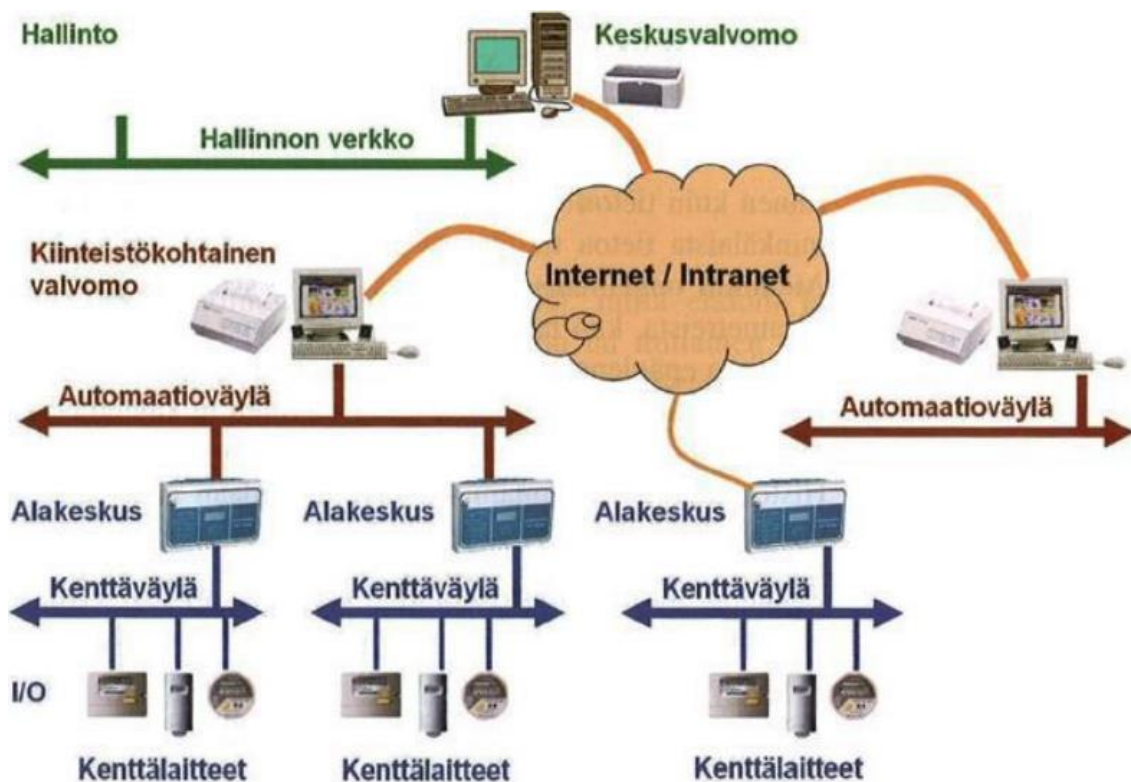
Työn tarkoitus on luoda toimiva, selkeä ja helppokäyttöinen käyttöliittymä kiinteistön lämpöpumppujärjestelmään. Käyttöliittymä on osa automaatioasaneerausta ja se mahdollistaa kiinteistön lämpöpumppujärjestelmän etäseurannan kiinteistöautomaation kautta. Samalla käyttöliittymä toimii paikallisena grafiikkana laitteiston käyttäjälle, sillä Oumanin järjestelmässä grafiikkakuva luodaan Ouman Ounet -nettivalvomoon.

## 2 RAKENNUSAUTOMAATIO

Automaatiojärjestelmällä tarkoitetaan prosessin ohjaus- ja valvontakokonaisuutta. Rakennusautomaatio tarkoittaa automaattisia säätö-, valvonta-, ohjaus-, ja hälytystoimintoja, joilla hallitaan LVISA- ja turvaprosesseja. Rakennusautomaation hyöty ilmenee parantuneina olosuhteina, energian säästönä, rutiinityön vähenemisenä ja pienempinä taloudellisina ja henkilöriskeinä. Määräaikaisilla laitteiston tarkastuksilla ja ennakkohuolloilla voidaan ehkäistä laitteiden iästä johtuvia ongelmia ja ylläpitää laitteiston jatkuvaa toimintakuntoa. (2, s. 9.)

Digitaalitekniikan nopea kehittyminen on vaikuttanut rakennusautomaatiojärjestelmien suhteellisen nopeaan edistymiseen. Ennen 1980-luvulla käyttöön tulleita DDC-laitteita (Direct Digital Control) käytettiin analogisiin komponentteihin perustuvia säätimiä ja erillisenä järjestelmänä toimivia valvontatoimintoja. Nykyään kaikki säätö- ja ohjaustoiminnot suoritetaan ohjelmallisesti. Kuitenkin eri valmistajien järjestelmät ovat valmistajien omilla tiedonsiirtoprotokollilla toteutettuja. Valmistajien omista tiedonsiirtoprotokollista osa on epästandardeja ja suljettuja, eivätkä täten ymmärrä muita järjestelmiä. Kyseisten järjestelmien yhteensovittaminen on työlästä ja kallista. (2, s. 9.)

Nykyisin rakennusautomaatiojärjestelmissä on yleensä 3–4 hierarkkista tasoa, jotka ovat hallintojärjestelmä-, valvomo-, alakeskus- ja kenttälaitetaso. Kahden eri tason välillä on aina jokin tiedonsiirtoratkaisu. Kuvassa 1 esitetään tyyppillinen rakennusautomaatiojärjestelmän hierarkkinen rakenne. (2, s. 9.)



KUVA 1. Rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne (2, s. 10)

Hallintojärjestelmän kautta valvomo on yhteydessä kiinteistön muihin tietojärjestelmiin. Hallinnon verkkoa käytetään eri kiinteistöistä kerättyjen raporttien ja laskelmissa hyödynnettävien tietojen siirtoon. Hallinnon verkko voi fyysisesti olla kiinteistön lähiverkko. (2, s. 10.)

Etävalvontaverkko liittää eri kiinteistöjen valvomoita ja alakeskuksia keskusvalvomoon. Tämä yhteys voidaan toteuttaa useilla eri tavoilla. Pienten kohteiden, joista puuttuu oma valvomo, yhdistäminen toteutetaan yleensä olemassa olevaa lähiverkkoa pitkin. (2, s. 10.)

Valvomotasolla järjestelmää hallitaan yleensä PC-laitteistolla, joiden lisäksi nykyään ovat yleistyneet erilaiset internetin yli toimivat valvomot. Käyttöliittymänä toimii yleensä graafinen liittymä. Kuvassa 1 alakeskusten ja kiinteistökohtaisen valvomon yhdistävää verkkoa on kutsuttu automaatioväyläksi. Valvomoalakeskusten (VAK) käyttöliittymästä hallitaan säätö-, ohjaus- ja valvontaoperaatioita. Alakeskuksissa on prosessori ja muistia, joissa käyttöjärjestelmä ja säätöohjelmat sijaitsevat. Tavanomaiseen alakeskukseen on yleensä mahdollista liittää 30–200

tulo- ja lähtöpistettä (input/output), joihin liitetään kenttälaitteet, kuten anturit, venttiilit ja pumput. (2, s. 11.)

Tiedonsiirto ratkaisua alakeskusten ja kenttälaitteiden välillä kutsutaan kenttäväyläksi. Kenttäväylä voidaan toteuttaa osoitteellisena sarjaliitännänä, jolloin myös kenttälaitteiden täytyy olla digitaalisia. Jokaisen kenttälaitteen yhdistäminen omalla kaapelilla alakeskukseen on myös yleistä, jolloin viestit ovat jännite- tai virtaviestejä. Jännite- ja virtaviestit ovat enimmäkseen standardisoitu, minkä vuoksi eri valmistajien kenttälaitteet ovat usein vaihdettavissa. (2, s. 11.)

Rakennuksien ja niiden olosuhteiden hallintaan saadaan uusi ulottuvuus, kun avoimia järjestelmiä hyödynnetään oikein. Tietotekniikka kehittyy nopeasti. Mikäli järjestelmä protokollinen on avoin, voidaan kiinteistön toimintoja kehittää tekniikan kehityksen mukana. Tällöin voidaan uusista innovaatioista ottaa käyttöön juuri kyseiselle kohteelle kiinnostavimmat uudistukset. Valvomoratkaisukin voidaan muuttaa kehittyneimmän käyttöliittymän toimittajalle. Sijoittamalla nyt tulevaisuuteen saadaan lisäinvestoinnit rakennuksen elinkaaren aikana takaisin korjojen kera. (2, s. 11.)

## **2.1 Fidelix-rakennusautomaatiojärjestelmä**

FX-3000-C on Fidelixin FX-Editorilla vapaasti ohjelmoitava keskusyksikkö. Laitteessa on valmiiksi Modbus-, Mbus- ja Bacnet-sarjaväyläliitännät. Keskusyksikössä on myös mahdollisuus web-palvelimelle, lokitietojen tallennukselle, käyttäjähallinnalle sekä energiaraportoinnille. FX-3000-C-keskusyksiköitä on mahdollista yhdistää keskenään, joten niillä on mahdollista luoda suuriakin kokonaisuuksia. (3.)

FX-RS485-C on FX-3000-C-keskusyksikköön liitettävä väylälaajennusmoduuli. Sillä saadaan lisättyä FX-3000-C-keskusyksikköön kaksi Modbus-väyläporttia. Se liitetään suoraan keskusyksikön kylkeen DIN-kiskoon. (4.)

Visio on erillinen kosketusnäytöllinen käyttöpaneeli Fidelixin keskusyksiköille. Visio on mahdollista liittää keskusyksikköön joko langattomasti wi-fi-yhteydellä tai

Ethernet-kaapelilla. Visio-näyttö sopii suoraan aiempien keskusyksiköiden integroitujen näyttöjen tilalle. Visio on myös mahdollista kiinnittää seinään erillisellä FX-vesa-mount-asennussarjalla. (5.)

FX-Editor on Fidelixin projektinhallintatyökalu, jonka kautta kaikki projektin hoidossa tarvittava työskentely tapahtuu. FX-Editorin lisäksi tarvitaan lähinnä OpenPCS-ohjelmistoa IEC-ohjelmien tekoon. FX-Editoriin on luotu sisäiset FTP- ja Telnet-yhteydet, joilla saadaan kontrolloitua keskusyksikköä tiedonsiirron aikana. FX-Editorilla luodaan projektin grafiikka ja pisteet. Näiden lisäksi myös kaapeli-merkintäkyltit, kaapelinvetoluettelo ja moduuliluettelo voidaan luoda projektista FX-connection-toolilla. (6.)

Fidelix ala-aseman ohjelmoinnissa käytetään OpenPCS 6.7 -ohjelmistoa, joka on Infoteam-yrityksen tuote. OpenPCS 6.7 käyttää ohjelmointikieltä, jonka standardi on IEC 61131-3. (6.)

## **2.2 Ouflex A**

Ouflex A on Oumanin DIN-kiskokiinnitteinen vapaasti ohjelmitava automaatiojärjestelmä, jonka ohjelmointi tapahtuu Ouflex BA Tool -työkalulla. Laitteessa on 34 kappaletta kytkentäpisteitä sekä 24 voltin vaihtojännitelähtöjä ja 15 voltin tasajännitelähtöjä. Ouflex A -laitteeseen voidaan kytkeä kolme eri Modbus RTU -väylää, joita käyttämällä myös kytkentäpisteiden määrä on laajennettavissa. Kolmas Modbus RTU -väylä saadaan käyttöön Ethernet-liittimeen liitettävällä laajenusmoduulilla. Ouflex A -laitteen asennusta helpottavat irrotettavat riviliittimet. (7.)

## **2.3 Modbus**

Modbus on nykyisin Schneider Automationin omistaman (8, s. 50) Modiconin vuonna 1979 julkaisema avoin sarjakommunikointiprotokolla. Modicon loi Modbusin alun perin käytettäväksi ohjelmitavien logiikoidensa tiedonsiirtoon. Se on vanhin ja yleisimmin käytetty väyläprotokolla ja sitä käyttävät monet erilaiset sähköiset laitteet. (9.) Kuka tahansa valmistaja voi käyttää valmistamissaan laitteissa Modbusia ilman, että protokollan kehittäjälle täytyisi maksaa erillistä korvausta (2, s. 140).

Modbus-protokolla on laajasti käytetty teollisuuden ohella myös rakennuskoh-teissa, pitkän matkan tiedonsiirrossa ja energian optimointijärjestelmissä. Mod-bus-väylää voidaan lisäksi käyttää myös etävalvontaratkaisuissa ja se on edulli-nen tapa eri valmistajien laitteiden yhteen liittämiseen. (2, s. 140.)

Modbus-liikennöinti tapahtuu isäntä- ja orjalaitteen välillä. Tietoa kyselyviä tai kir-joittavia isäntiä Modbus-väylässä on aina vain yksi ja kyselyihin vastaa korkein-taan 247 eri orjalaitetta, joilla jokaisella on oma yksilöllinen osoitteensa välillä 1–247. (9.)

Modbus voidaan jakaa kolmeen eri lokeroon: Modbus ASCII (American Standard Code for Information Interchange), Modbus over TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) ja Modbus RTU (Remote Terminal Unit). Perinteis-sessä sarjaväylässä näistä käytetään yleensä RTU:ta ja ASCII:ta, kun taas TCP/IP:tä käytetään Ethernet-liitännöissä. Väyläyhteyden tiedonsiirtotehokkuus on riippuvainen fyysisen liitännän onnistumisesta ja siirrettävien sanomien ehey-destä väylässä (2, s. 140.)

Modbus RTU -viesti muodostuu neljästä kohdasta, joita edeltää ja seuraa vähin-tään 3,5 tavun mittainen tauko taulukon 1 mukaisesti. Osoite- ja toimintokohdat ovat yhden tavun mittaiset, kun taas datakohta on pituudeltaan korkeintaan 252 tavua. RTU-viestissä CRC-tarkistussumman (Cyclic Redundancy Check) pituus on kaksi tavua. (2, s. 141.)

*TAULUKKO 1. Modbus RTU -viestin perusrakenne (2, s.140)*

Aloitus	Osoite	Toiminto	Data	Tarkistussumma, CRC	Lopetus
vähintään 3,5 tavua pitkä tauko	1 tavu	1 tavu	0–252 tavua	2 tavua	vähintään 3,5 tavua pitkä tauko

## 2.4 Modbus-väylän toiminta

Perusversion Modbus-protokollassa on aina vain yksi isäntä, joka lähettää haluamalleen orjalaitteelle käskyn lähettää takaisin toivotun määrän dataa halutusta rekisteriavaruuden kohdasta. Tietoliikenne pohjautuu toimintoihin eli funktioihin, kuten rekisterien luku- ja kirjoittamisfunktiot. Isäntälaitte lähettää orjalaitteelle toivotun funktiokoodin parametreineen. Parametreina voi olla esimerkiksi kirjoittamisen alkuosoite, kirjoitettavien sanojen määrä ja varsinainen kirjoitettava tieto. RTU:ssa lähetetään luvut sellaisenaan heksalukuina ja viesti sisältää kokonaisuudessaan orjalaitteen osoitteen, funktiokoodin, funktion datan ja CRC-tarkistussumman. (2, s.141.)

Isäntälaitte voi suorittaa vain yhtä kyselyä kerrallaan. Orjalaitteen saatua komenon isäntälaitteelta, orjalaitte toteuttaa käskyn ja toiminnon onnistuessa palauttaa isännälle vastauskehyksen. RTU:ssa vastauskehys sisältää orjalaitteen osoitteen, funktiokoodin, mahdollisesti palautettavan datan ja CRC-tarkistussumman. Isäntälaitte voi lähettää komentoja joko yhdelle orjalaitteelle kerrallaan tai kaikille orjalaitteille yhtäaikaisesti. Yhden orjalaitteen kanssa kommunikoidessa isäntälaitte lähettää sille kyselyn ja kyseinen orjalaitte vastaa kyselyyn takaisin. Kun isäntälaitte lähettää monilähetystilassa kaikille orjalaitteille yhteisen sanoman, orjalaitteet eivät vastaa kyselyyn vaan niiden on hyväksyttävä saamansa kirjoituskomento. Monilähetystilassa toimittaessa sanoma lähetetään osoitteella 0. (2, s.141.)

Modbus RTU-protokollan topologia voi olla joko kaksipisteyhteys (Point-To-Point, RS-232/RS-422) tai monipisteyhteys (RS-485). RS-232-väylässä on mahdollista käyttää vain yhtä isäntälaitetta ja yhtä orjalaitetta, jotka kommunikoivat keskenään. RS-232-kaapeli voi olla korkeintaan 15 metriä pitkä. RS-485-järjestelmässä käytetään suojattua parikaapelia päätevastuksineen ja kaapelin pituus voi olla enintään 1,2 kilometriä. Runkokaapeli maadoitetaan suojavaipastaan vain yhdestä pisteestä, yleensä isäntälaitteen päästä. Päätevastuksina käytetään yleensä 120 ohmin tai 150 ohmin vastuksia. Isäntälaitteita voi RS-485-väylässä olla vain yksi ja orjalaitteita korkeintaan 31. (2, s.142.)

Modbus-laitteille mahdollisia tiedonsiirtonopeuksia ovat 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 56000 ja 115000 bit/s, joista yleisimmät ovat 9600 ja 19200 bit/s. Kaikki väylässä kulkevat sanomat sisältävät 16 bittiä pitkän CRC-tarkistussumman. Prosessitietojen lukeminen ja kirjoittaminen on mahdollista yksitellen tai ryhmissä sanomarakenteen puolesta. Tietojen pakkaamiseen on käytetty RTU-muotoa. Kolme ylimääräistä bittiä (start, stop ja pariteetti) lähetetään jokaista väylällä lähetettyä tavua kohti. (2, s.143.)

## 2.5 Modbus-rekisterit

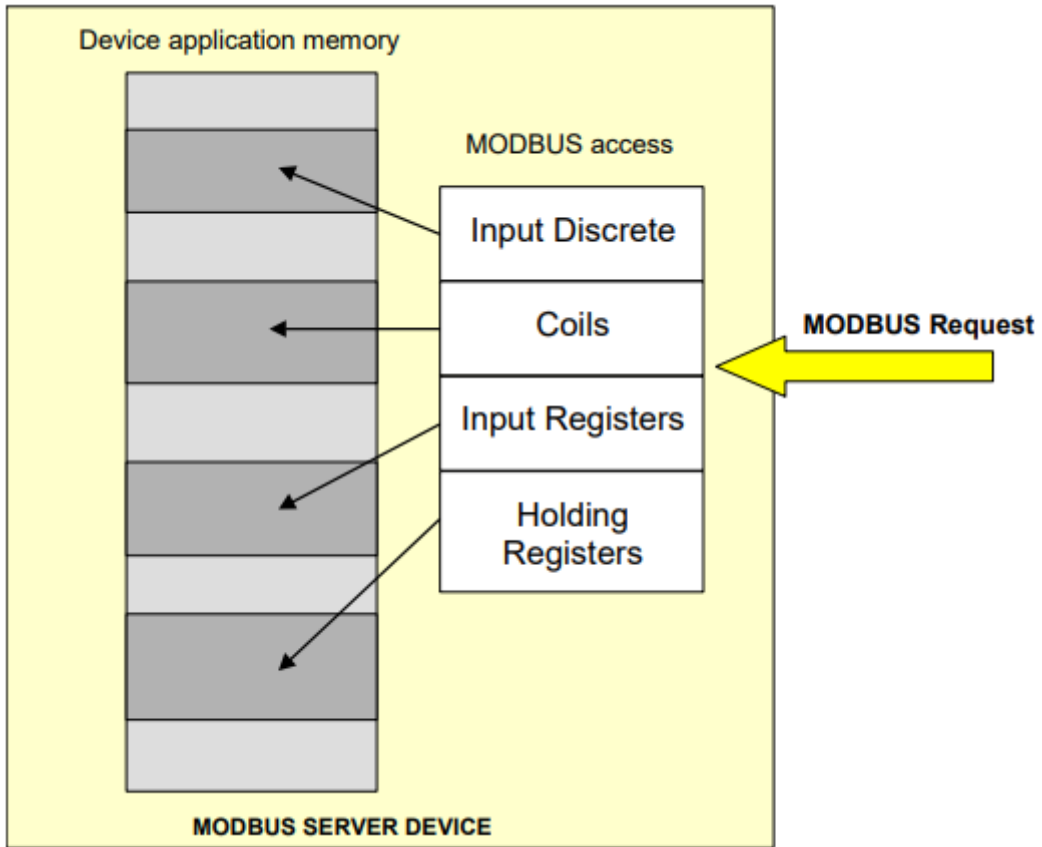
Modbus-tietomalli pohjautuu erilaisiin taulukoihin, joista taulukossa 2 näkyvät päätaulukot ovat discrete input, coils, input registers ja holding registers.

*TAULUKKO 2. Modbus-tietomallin neljä päätaulukkoa (8, s. 6)*

Primary tables	Object type	Type of	Comments
Discretes Input	Single bit	Read-Only	This type of data can be provided by an I/O system.
Coils	Single bit	Read-Write	This type of data can be alterable by an application program.
Input Registers	16-bit word	Read-Only	This type of data can be provided by an I/O system
Holding Registers	16-bit word	Read-Write	This type of data can be alterable by an application program.

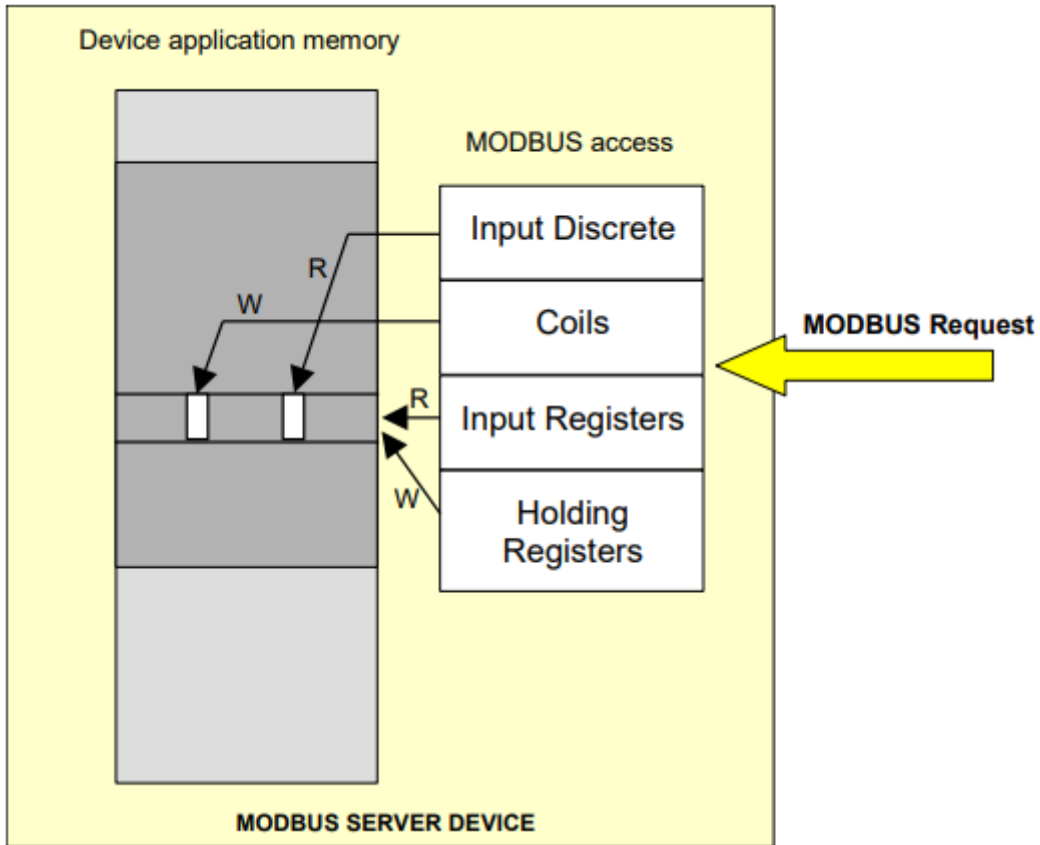
Discrete input eli digitaaliset sisääntulot ovat yksibittisiä, vain luettavia rekistereitä. Coils eli digitaaliset ulostulot ovat yksibittisiä rekistereitä, joita voidaan lukea tai kirjoittaa. Input registers eli analogiset sisääntulot ovat 16 bittiä pitkiä, vain luettavia rekistereitä. Holding registers eli analogiset ulostulot ovat 16 bittiä pitkiä rekistereitä, joita voidaan lukea tai kirjoittaa. (8, s. 6.)

Modbus-laitteessa neljä päätaulukkoa voidaan sijoittaa omiin lohkoihinsa tai yhteen lohkoon. Mikäli eri lohkojen tiedot eivät ole yhteensopivia keskenään, täytyy taulukot sijoittaa omiin lohkoihinsa kuvan 2 mukaisesti. (8, s. 6.)



*KUVA 2. Modbus-tieto omina lohkoinaan (8, s. 6)*

Kuvassa 3 on vain yksi lohko, jolloin sama tieto laitteessa on luettavissa eri Modbus-funktioilla, joko 16-bittisellä haulla tai bittinumerolla (8, s. 7).



KUVA 3. Modbus-tieto yhdessä lohossa (8, s. 7)

## 2.6 Modbus-funktiokoodit

Tiedon haku laitteesta tapahtuu funktiokoodilla. Modbus-standardi määrittelee kolme eri funktiokoodikategoriaa, jotka ovat yleiset funktiokoodit, käyttäjän määrittelemät funktiokoodit ja varatut funktiokoodit. Yleiset funktiokoodit (taulukko 3) ovat hyvin määriteltyjä, Modbus.orgin hyväksymiä ja julkisesti dokumentoituja. (8, s. 10–11.) Muut kaksi kategoriaa ovat harvemmin käytettyjä.

TAULUKKO 3. Julkiset funktiokoodit (8, s. 11)

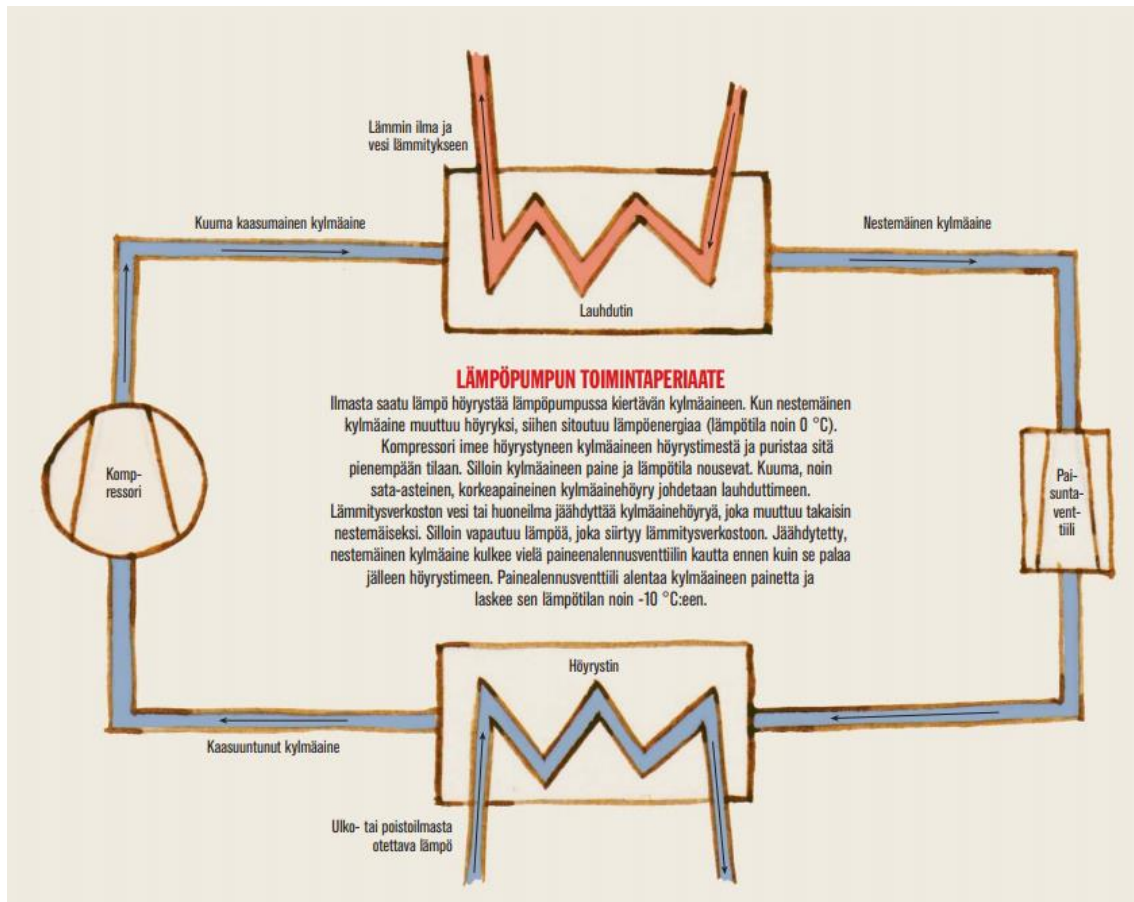
				Function Codes		(hex)	Section
				code	Sub code		
Data Access	Bit access	Physical Discrete Inputs	Read Discrete Inputs	02		02	6.2
			Read Coils	01		01	6.1
		Internal Bits Or Physical coils	Write Single Coil	05		05	6.5
			Write Multiple Coils	15		0F	6.11
	16 bits access	Physical Input Registers	Read Input Register	04		04	6.4
			Read Holding Registers	03		03	6.3
		Internal Registers Or Physical Output Registers	Write Single Register	06		06	6.6
			Write Multiple Registers	16		10	6.12
			Read/Write Multiple Registers	23		17	6.17
			Mask Write Register	22		16	6.16
			Read FIFO queue	24		18	6.18
		File record access		Read File record	20		14
			Write File record	21		15	6.15
	Diagnostics		Read Exception status	07		07	6.7
			Diagnostic	08	00-18,20	08	6.8
		Get Com event counter	11		0B	6.9	
		Get Com Event Log	12		0C	6.10	
		Report Server ID	17		11	6.13	
		Read device Identification	43	14	2B	6.21	
Other		Encapsulated Interface Transport	43	13,14	2B	6.19	
		CANopen General Reference	43	13	2B	6.20	

### 3 LÄMPÖPUMPPUJÄRJESTELMÄ

Kohteen lämpöpumppujärjestelmä hyödyntää kylmäkoneiden tuottaman lämpöenergian kiinteistön käyttöveden ja lämmitysverkoston lämmittämiseen. Lämpöpumppujärjestelmä tekee myös tarvittaessa kylmää jäähdytysvettä kiinteistön jäähdytysverkostoon. Ylimääräinen lämpöenergia lauhdutetaan ulkoilmaan nestejäähdyttimillä.

Lämpöpumppu siirtää lämpöenergiaa kohteesta toiseen. Yleisellä tasolla termiä lämpöpumppu käytetään sisätilojen lämmitykseen käytettävistä laitteista puhuttaessa. Toisaalta lämpöpumppua käyttävät myös erilaiset jäähdyttävät laitteet, kuten jääkaapit, pakastimet ja ilmastointilaitteet. Lämpöpumppuja ovat kaikki laitteet, joiden putkistossa kiertää lämpöä siirtävä välittäjäaine. (10.)

Kylmäaineen kierto lämpöpumppujärjestelmässä on havainnollistettu kuvassa 4. Lämpöpumpussa kiertävä kylmäaine höyrystyy höyrystimen puolella. Nestemäisen kylmäaineen muuttuessa höyryksi siihen sitoutuu lämpöenergiaa. Kompressori puristaa höyrystimestä imemänsä höyrystyneen kylmäaineen pienempään tilaan, jolloin kylmäaineen paine ja lämpötila nousevat. Kuuma ja korkeapaineinen kylmäainehöyry johdetaan lauhduttimeen, jossa lämmitysverkoston väliaine jäähdyttää kylmäainehöyryn. Kylmäainehöyry muuttuu nestemäiseksi ja vapautunut lämpöenergia siirtyy lämmitysverkostoon. Nestemäinen kylmäaine kulkeutuu paineenalennusventtiilin läpi takaisin höyrystimelle. Paineenalennusventtiilillä kylmäaineen paine alenee ja sen lämpötila putoaa. (11.)



KUVA 4. Lämpöpumpun toimintaperiaate (11)

Lämmityskäytössä lämpöpumppuja käytetään kylmälaitoksen lauhdelämmön talteenottoon niin, että se soveltuu lämmitysverkostoon (12, s. 29). Jäähdytystarpeen ilmetessä lämpöpumppuja hyödynnetään vedenjäähdytyskoneina, joiden tuottama lauhdelämpö siirretään ulkoilmaan (12, s. 90) tai lämmitysverkostoon.

## 4 TYÖN SUORITUS

Työ aloitettiin jatkamalla käynnissä olevaa saneerausprojektia. Työ aloitettiin laitetoimittajan Modbus-rekisteriluettelon tutustumisella ja vanhoja Modbus-väyläliitäntöjä tutkimalla. Aluksi kokeiltiin varsinaisten pisteiden väyläliitääntää onnistuneesti muutamalla pisteellä. Työn ohjaajan kehotuksesta Fidelixin teknisestä tuotuesta kysyttiin mahdollisesti olemassa olevaa väyläohjelmaa pisteiden suuren määrän vuoksi. Fidelixiltä löytyi valmis ohjelma, jonka avulla loput pisteet saatiin tehokkaasti näkymään Fidelixissä.

Ongelmaksi muodostuivat hälytyspisteet, jotka antoivat arvokseen 36, 37 tai 39 (normaali, hälytys ja kuitattu hälytys). Fidelixin hälytyspisteet käyttävät arvoja 0 (normaalitila) tai 1 (hälytys), joiden perusteella kyseiset hälytyspisteet siirretään hälytysluokkiin ja sitä myöten mahdollisesti jatkohälytykseen. Selvityksen jälkeen otettiin yhteyttä Ouflex A -laitetoimittajaan, joka oli törmännyt aiemmissa projekteissaan vastaavaan ongelmaan. Laitetoimittajan kanssa sovittiin, että hän valitsee tarpeelliset hälytykset ja muodostaa niistä binäärimuotoiset hälytykset, jolloin niiden arvoksi saadaan joko 0 tai 1. Muutoksen jälkeen hälytykset toimivat normaalisti.

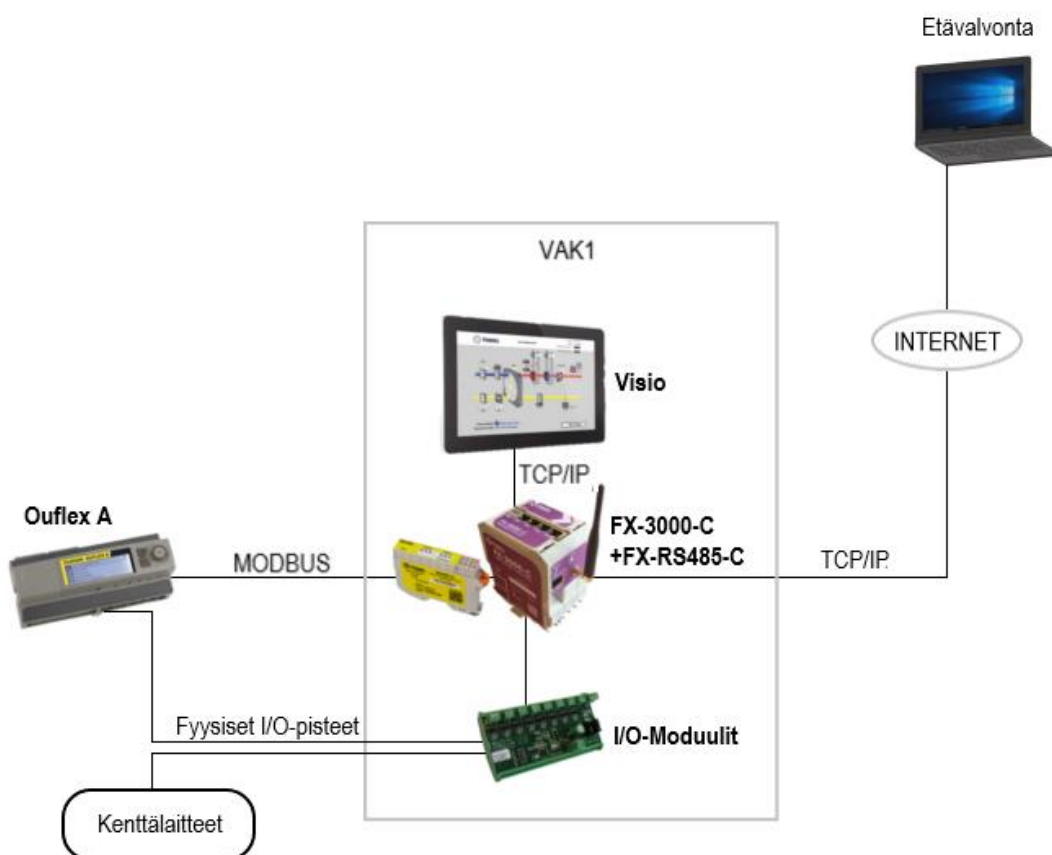
Toisena ongelmana oli asetusarvojen kirjoittaminen Fidelixistä Ouflexiin. Fidelixissä kirjoittaminen onnistui ilman virhesanomaa Ouflexin toimittajan ohjeiden mukaisesti, mutta asetettu arvo ei näkynyt Ouflexissa. Vikaa selvitettiin Fidelixin ja Oumanin tuotetuen kanssa. Asetusarvopiste muodostui kahdesta rekisteristä, joista ensimmäinen oli etumerkkiin vaikuttava ja jälkimmäinen sisälsi varsinaisen lukuarvon. Ongelma ratkesi siirtämällä lämmityskäyrän asetusarvopisteiden aloitusrekisteriä yhdellä pienemmäksi. Lisäksi tehtiin erillinen ohjelma, joka asetti edeltävän rekisterin arvoksi joko 0 tai -1, riippuen syötettävästä arvosta. Syötettävän arvon ollessa negatiivinen täytyy edeltävään rekisteriin asettaa -1, kun taas positiivisella arvolla edeltävään rekisteriin syötetään arvo 0. Mikäli arvo ei vaihtelee negatiivisen ja positiivisen välillä, edellisen rekisterin muutosta ei tarvitse tehdä, sillä edeltävä rekisteri säilyttää aiemman arvonsa.

Ennen kaikkien pisteiden väyläliitosta luotiin alustava grafiikkakuva FX-Editorilla säätökaavion pohjalta. Sen jälkeen grafiikkakuvaan liitettiin väylältä luettavat tilatieto-, hälytys-, säätö- ja ohjauspisteet. Lopuksi testattiin väyläpisteet lämpöpumppujärjestelmän toimittajan kanssa.

#### **4.1 KytKentä**

Väyläliitännän kytkentävaihe on nopea, sillä tarvittavia johtimia on merkittävästi vähemmän kuin fyysisessä liitännässä. Modbus RTU -väylä tarvitsee toimiakseen vain kaksi johdinta, joiden napaisuus täytyy olla oikein päin. Lisäksi kytketään väylälaitteiden potentiaalin tasaus.

Väyläpisteiden lisäksi lämpöpumppujärjestelmään luotiin fyysisiä pisteitä: ulkolämpötilamittaus, jäähdytystarvetieto ja kuivatustilatieto. Rakennusautomaatioissa oleva ulkolämpötilamittaus kytkettiin fyysisesti lämpöpumppujärjestelmään 0–10 V:n viestillä skaalattuna  $\pm 50$  °C. Jäähdytystarvetieto rakennusautomaatiojärjestelmästä käsittää kaikkien ilmanvaihtokoneiden ja huonekohtaisten säätöjen jäähdytystarpeen. Jäähdytystarvetieto on aktiivinen, mikäli jokin edellä mainituista jäähdytyksistä on päällä. Jäähdytystarvetieto siirrettiin myös fyysisenä pisteenä lämpöpumppujärjestelmään. Kuivatustilatieto rakennusautomaatiojärjestelmästä siirrettiin myös fyysisenä pisteenä. Se on aktiivinen, kun jokin ilmanvaihtokone on kuivatuskäytöllä. Kuivatuskäyttö on aktiivinen, kun ulkolämpötila on yli asetetun arvon ja huoneilman kosteus ylittää asetetun raja-arvon. Tällöin kyseisen ilmanvaihtokoneen jäähdytysventtiili aukeaa pyrkien poistamaan tuloilmasta kosteutta. Rakennusautomaatiojärjestelmä toteutettiin kuvan 5 mukaisesti.

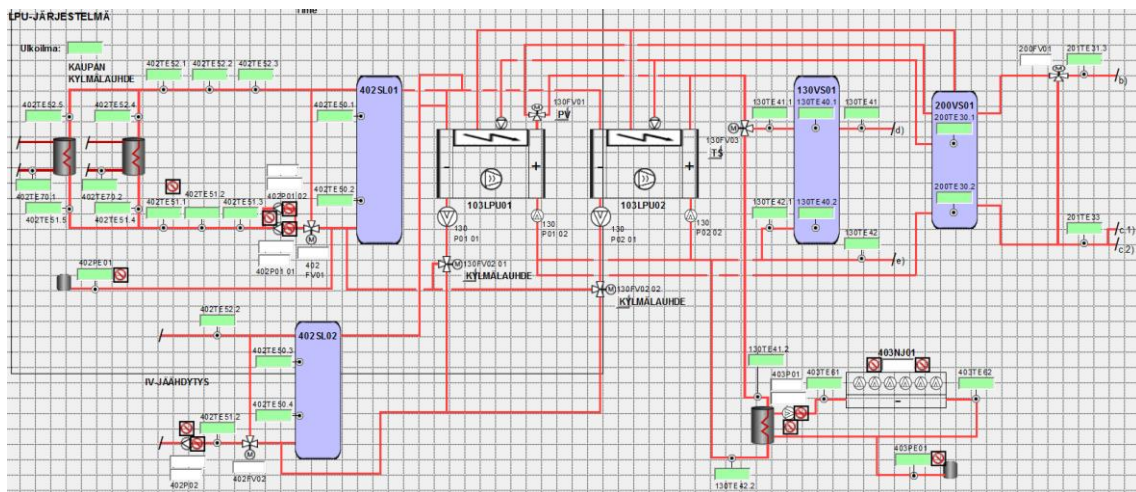


KUVA 5. Rakennusautomaatiojärjestelmä (8; 9; 10; 12; 13)

## 4.2 Grafiikka

Alakeskuksen käyttöliittymän grafiikka piirrettiin FX-Editorin Graphics -piirtotyökalulla kuvan 6 mukaisesti. Järjestelmän laajuden vuoksi grafiikka jaettiin kolmeen sivuun: lämpöpumppujärjestelmäsivu, kaukolämpöpakettisivu ja lämpöpumppujärjestelmän tietosivu. Lämpöpumppujärjestelmäsivulle piirrettiin kylmäkoneikoiden lauhdutusvaihtimet, puskurisäiliöt, lämpöpumput, nestejäähdytin ja lähdöt IV-jäähdytykseen sekä kaukolämpöpakettiin. Kaukolämpöpakettisivulle piirrettiin väylää pitkin luettava lämmitysverkoston säätökäyrä ja tavallinen kaukolämpöpaketti, johon on lisätty lähdöt lämpöpumppujärjestelmään. Lämpöpumppujärjestelmän tietosivulla ovat lämpöpumppujärjestelmän hälytykset sekä tietoa lämpöpumpuista ja niiden toiminnasta. Piirrettäviin kuviin lisättiin tarvittavat symbolit FX-Editorissa olevasta symbolikirjastosta. Kyseiset grafiikkakuvat esitetään luvussa 4.6 kuvina 8–10.

Kaukolämpöpaketigrafiikan piirtäminen aloitettiin olemassa olevan kaukolämpöpaketin kuvan pohjalta, joka muokattiin käytössä olleen säätökaavion mukaiseksi. Lämpöpumppujärjestelmä sovitettiin yhdelle sivulle sijoittamalla ensin suuremmat symbolit grafiikalle ennen putkitusten piirtämistä. Näitä olivat esimerkiksi säiliöt ja lämpöpumput. Piirtämisessä täytyi ottaa myös huomioon pisteiden järjestyminen ja niiden tilantarve. Itse lämpöpumpuista ei ollut kuvaa käytössä, joten sellainen piirrettiin erillisellä piirtotyökalulla. Väylältä luetavien mittausten, ohjausten ja säätöjen symboleihin lisättiin kyseisten pisteiden pistetunnukset. Putkituksen värejä muutettiin verkostokohtaisemmaksi selkeämmän grafiikan saamiseksi. Lopuksi grafiikkakuvat ladattiin alakeskukseen ja tarkistettiin kuvien sopiminen Visio-näytölle.



KUVA 6. Grafiikkaeditori

### 4.3 Pisteiden luonti

Grafiikalle piirrettyjen pisteiden pistetunnukset siirtyvät piirretyn kuvan tallennuksen jälkeen FX-Editorin Points -välilehdelle, josta ne siirretään projektiin käyttäen haluttua suodatinta. Pisteiden projektiin tuontia voi tehostaa todella paljon, mikäli useissa projekteissa ja pisteissä käytetään samoja pistetunnuksia. Suodatin määrittää valmiiksi pisteeseen esimerkiksi kuvaavan tekstin, historian tallennuksen, viiveet, hälytysluokat ja tilatekstit. Mikäli pisteitä ei tuoda valmiin suodattimen

läpi, täytyy jokaisen pisteen tiedot kirjata erikseen kuvan 7 mukaisesti. Projektissa voi olla pisteitä tuhansia kappaleita.

Indication point properties

OK Apply Cancel

**Point**

Pointname View Manual Progr.

PV\_IVV\_TV\_TOIMINTOSUUNTA\_FI 0 0 0

Text

PV/IVV TV toimintosuunta

Picture

KCM\_LPU\_VAK\_2.htm  Auto  History point

**Point link**

Port.Module Point

00.000

Global point

**FX-Editor properties**

Include point to label list  Physical point  Multi24

**Digital input settings**

Start delay (sec) 0 Normally closed contact  Tristate

Stop delay (sec) 0

**State Text**

S\_JAAHD\_LAMM

1 point is selected for editing

KUVA 7. Indikointipisteen ominaisuudet

Pisteiden nimet, yksiköt ja tilatekstit muutettiin laitetoimittajan luoman pistelistausten mukaisiksi. Kun pisteet oli luotu ja ladattu alakeskukseen, ne näyttivät luodulla grafiikalla nolaa, sillä ne eivät saaneet mitään arvoja ennen väyläliitännän vaatimaa IEC-ohjelmaa.

#### 4.4 Alakeskuksen asetukset

IEC-ohjelman teon jälkeen alakeskukseen muutettiin käytettävän portin numero 4 asetuksia. Väylätyypiksi valittiin Modbus ja väylänopeudeksi laitetoimittajan antama 9600 baudia kuvan 8 mukaisesti.

Hälytykset

Asetukset ▾

Portit ▾

- Suomi
- English
- Swedish
- Dutch
- French
- Russian
- German
- Italian

Korjaa

### Porttien asetukset

Portti 0	MBUS		
Portti 1	Modeemi	9600 ▾	
Portti 3	Modbus ▾	N82 ▾	57600 ▾ Lähety sviive (ms) 0
Portti 4	Modbus ▾	N82 ▾	9600 ▾ Lähety sviive (ms) 0
Portti 5	Modbus ▾	N82 ▾	19200 ▾ Lähety sviive (ms) 0
Portti 6	Vapaa ▾		
Portti 7	Vapaa ▾		
Portti 8	Vapaa ▾		
Portti 9	Vapaa ▾		
Portti 10	Vapaa ▾		

M-BUS lähety sviive (ms)

**Modulien, modbuslaitteiden ja fyysisten pisteiden siirto portista toiseen**

Valitse portti josta siirretään  ▾

Ensimmäinen moduli  Viimeinen moduli

Valitse portti johon siirretään  ▾

HUOM! IEC ohjelmissa mahdollisesti olevat viittaukset modbuslaitteisiin on päivitettävä käsin.

*KUVA 8. Alakeskuksen porttien asetukset*

Alakeskukseen lisättiin kuvan 9 mukaisesti käytössä olevat laitetoimittajan antamat rekisterinumerot Modbuslaitteet-välilehdelle. Yksi laite voi sisältää enimmillään 64 peräkkäistä rekisteriä. Modbuslaitteeseen määritettiin käytettävän portin numero, Modbuslaitteen osoite, rekisterien tyyppi, aloitusrekisteri ja rekisterien määrä. Porttinumero määräytyy käytettävän väyläportin mukaan, tässä tapauksessa se oli numero 4. Modbuslaitteen osoitteeksi asetettiin laitetoimittajan antama osoite numero 1. Rekisterin tyyppiä valittiin ”3=holding regs” ja aloitusrekisteriksi Modbuslaitteen kattaman rekisterisarjan ensimmäisen rekisterin numero. Rekisterien määrä asetettiin Fidelixin antaman IEC-ohjelman listauksen mukaan, joka määräytyi ensimmäistä rekisteriä seuraavien enimmillään 64:n rekisterin perusteella.

**Hälytykset**

Ohjelmointi ▾

Modbuslaitteet ▾

Lisää

Korjaa

Poista

La 22.02.2020 14:46:59 Modbus laitteet Päivitä ↑ ↓ ↑ ↓ Tulosta

04.001	3=HOLDING	201	54	Port=4	Kommunikaatio Ok	Errors 1.29%
04.001	3=HOLDING	297	47	Port=4	Kommunikaatio Ok	Errors 0.13%
04.001	3=HOLDING	356	64	Port=4	Kommunikaatio Ok	Errors 0.40%
04.001	3=HOLDING	422	64	Port=4	Kommunikaatio Ok	Errors 0.25%
04.001	3=HOLDING	496	64	Port=4	Kommunikaatio Ok	Errors 0.13%
04.001	3=HOLDING	570	8	Port=4	Kommunikaatio Ok	Errors 0.04%
04.001	3=HOLDING	639	6	Port=4	Kommunikaatio Ok	Errors 1.45%
04.001	3=HOLDING	671	1	Port=4	Kommunikaatio Ok	Errors 2.07%

Porttinumero 4 ▾ Modbuslaitteen osoite 1

Rekisterien tyyppi	3=HOLDING REGS (READ=3,WRITE=16) ▾	TCP/IP moduli	<input type="checkbox"/>
Aloituserkisteri	201		
Rekisterien määrä	54		
Debug	<input type="checkbox"/>	Vain lähetys	<input type="checkbox"/>

Sanomia yhteensä	2300503
Virheitä nyt	0
Virheitä enimmillään	4
Virheitä yhteensä	30070
Viimeisin virhekoodi	Exception 16
Vastaanoton odotusaika (ms)	2000
Tyhjennä kaikkien modulien virhelaskurit	

KUVA 9. Modbus-laitteet

#### 4.5 IEC-ohjelma

Fidelixin alakeskuksen Modbus-liitännän ohjelma tehdään OpenPCS-ohjelmistolla. Työssä tehtiin aluksi muutaman pisteen ohjelma vanhojen Modbus-väyläliitännöiden IEC-ohjelmien perusteella. Kyseiset pisteet toimivat, mutta projektissa käytettävän pistemäärän, työnohjaajan kehotuksen ja projektin resurssien vuoksi vastaavanlaisen lämpöpumppujärjestelmän valmiita ohjelmia kysyttiin Fidelixin teknisestä tuotetuesta. Sieltä saatiin valmiit IEC-ohjelmat.

Fidelixissä väyläliitännän IEC-ohjelma koostuu yleensä kahdesta ohjelmisivusta: toimintolohkosta ja toimintolohkon kutsusta. Toimintolohkossa määritellään varsinainen tiedonsiirto orjalaitteen halutuista rekistereistä ohjelmallisiin muuttujiin.

Ohjelmallisista muuttujista tieto haetaan toimintolohkon kutsulla projektin pisteisiin.

Saatujen IEC-ohjelmien toimintolohkon kutsuun syötettiin väyläliitännän porttinumero 4 ja orjalaitteen osoite 1. Lisäksi kutsuun syötettiin kaikki väyläliitännän ja tietoliikennehälytyksen pistetunnukset. Kutsulohkon täydentämisen jälkeen IEC-ohjelma ladattiin ala-asemalle. Osa pisteistä näkyi grafiikalla kymmenkertaisena, joten niiden kerrointa muutettiin IEC-ohjelman toimintolohkoon.

Pistetestauksia tehdessä ilmeni muutamia poikkeavuuksia IEC-ohjelman toimintolohkossa. Poikkeavuuksia korjattiin esimerkiksi muuttamalla joidenkin pisteiden rekisteriä yhtä pienemmäksi oikean rekisterin lukemiseksi.

Asetusarvo käyttää kahta rekisteriä. Kun asetusarvoja kirjoitetaan Modbus-väylää pitkin Ouflexiin, täytyy asetusarvon alempaan rekisteriin kirjoittaa syötettävän arvon etumerkki. Etumerkin erottaminen käyttäjän syöttämästä arvosta ja sen kirjoittaminen väylää pitkin itse lukuarvon kanssa yhtä aikaa vaati erillisen ohjelman. Erillisessä ohjelmassa luetaan käyttäjän antama arvo ja sen ollessa negatiivinen, syötetään alempaan rekisteriin -1. Syötetyn arvon ollessa positiivinen, syötetään alempaan rekisteriin 0. Kuvassa 10 näkyy IEC-ohjelmasta esimerkki OpenPCS-ohjelmistossa. Siinä näkyy fyysisenä pisteenä siirrettävän jäähdytystarvetiedon IEC-ohjelma.

```
VAR_EXTERNAL
END_VAR

VAR_GLOBAL
END_VAR

VAR
TK03_jaahd : real;
Tulos, tarve, VAK3_jaahd : int;
END_VAR

(*Jäähdytystarvetieto*)

TK03_jaahd := GetAnalogPointF( Name := '01_TK03_TV60_A' );
VAK3_jaahd := GetDigitalPointF( Name := '03_VAK3_JAAHD_TARVE_FI' );

if TK03_jaahd > 0.00 or VAK3_jaahd > 0 then
    tarve := 1;
else tarve := 0;
end_if;

Tulos := SetDigitalPointF( Value:=tarve, LockState:=1, Name:='01_JAAHD_TARVE_O' );
```

KUVA 10. Jäähdytystarvetiedon IEC-ohjelma

## 4.6 Testaus

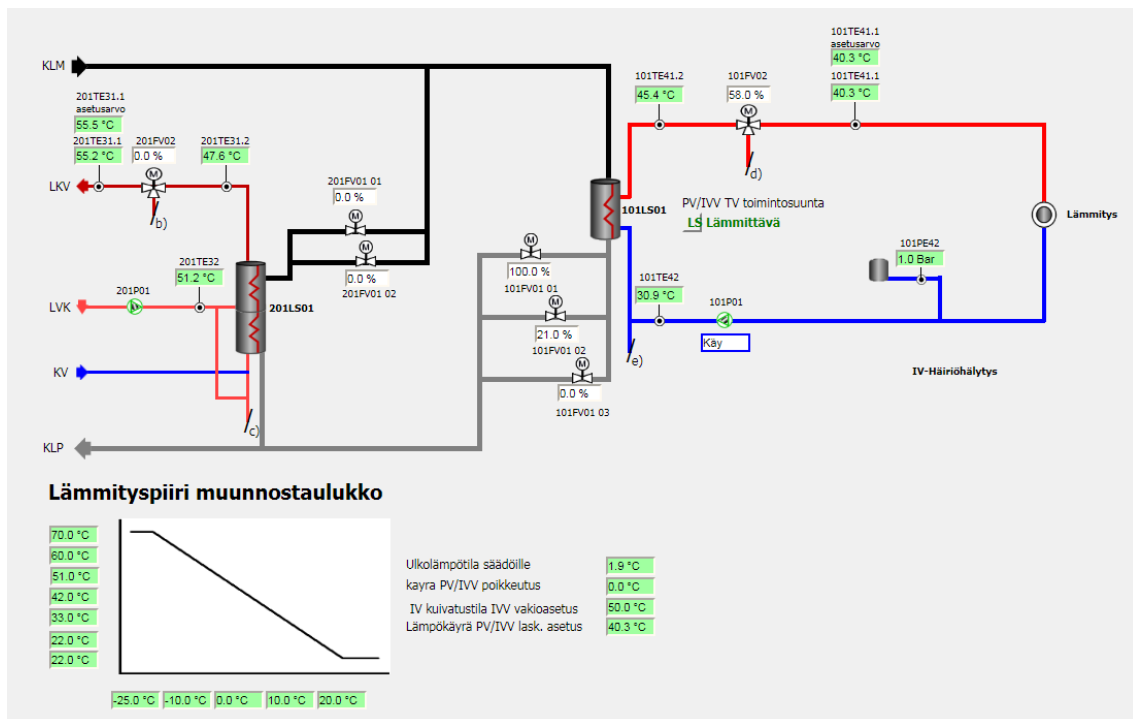
Yleisen käytännön mukaisesti lopuksi testattiin kaikki luodut automaatiopisteet grafiikalta. Fidelixistä pystytään muuttamaan lämpöpumppujärjestelmään vain käyttöveden lämpötilan asetusarvoa ja lämmitysverkoston säätökäyrää. Tämän lisäksi Fidelixiin ainoastaan luetaan arvoja lämpöpumppujärjestelmästä. Käyttöliittymä Fidelixillä on tarkoituksella rajoitettu lämpöpumppujärjestelmän toiminnan varmistamiseksi.

Testaus suoritettiin etäyhteyden päässä olevan laitetoimittajan kanssa. Mittauspisteet testattiin niin, että minä kerroin saadut arvot Fidelixin grafiikalta ja laitetoimittaja tarkisti vastaavuuden Ouflexista. Säätö-, ohjaus-, tilatieto- ja hälytyspisteet testattiin niin, että laitetoimittaja muutti kyseisiä arvoja ja minä tarkistin niiden muuttumisen myös Fidelixissä.

Laitetoimittajan kanssa tehdyssä testauksessa ilmeni joitain ongelmia, kuten väärin rekisterien arvoja ja asetusarvojen kirjoittamisen epäonnistuminen. Väärien rekisterien lukeminen johtui Modbus-väyläliitännän ominaisuudesta. Modbus-re-

kisteriavaruus voi olla joko 0- tai 1-alkuinen, jolloin järjestelmästä riippuen rekisteriä voi joutua muuttamaan joko yhdellä isommaksi tai pienemmäksi. Rekisteriä täytyi muuttaa väärin arvojen kohdalla Fidelixin IEC-ohjelmassa yhdellä pienemmäksi oikean rekisterin arvon saamiseksi. Asetusarvojen kirjoittaminen ratkesi Fidelixin ja Oumanin tuotetukien avulla. Asetusarvot muodostuvat kahdesta rekisteristä ja molemmat rekisterit täytyy kirjoittaa yhtä aikaa. Ylempään rekisteriin syötettiin varsinainen arvo ja alempaan rekisteriin syötettiin etumerkkietä, eli positiivisella arvolla 0 ja negatiivisella arvolla -1. Vikojen korjaamisen jälkeen kaikki lämpöpumppujärjestelmän luettavat ja kirjoitettavat pisteet testattiin onnistuneesti rakennusautomaatiojärjestelmästä.

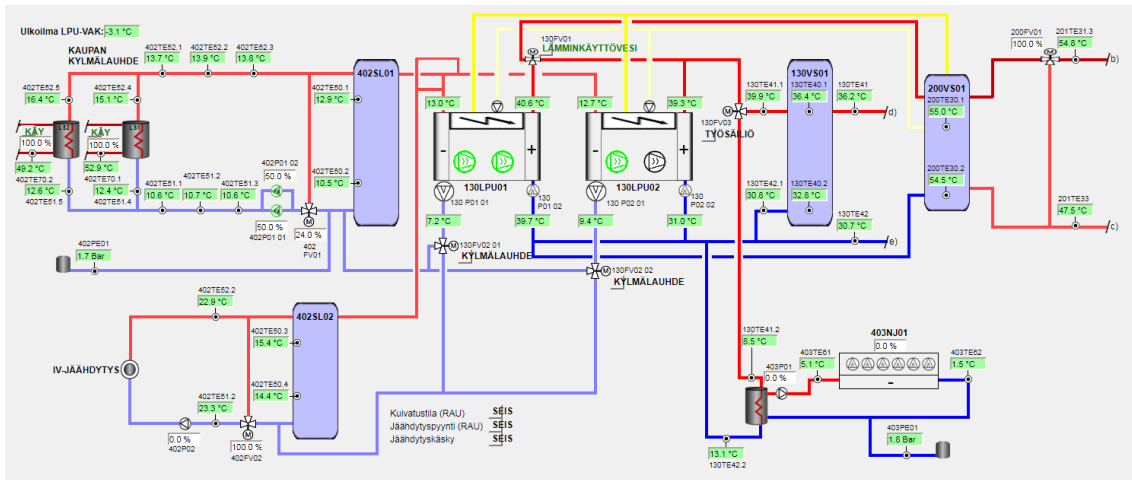
Pistetestauksen grafiikka jakautui kolmeen kuvaan säätökaavion laajuuden vuoksi. Kuvassa 11 näkyy kaukolämpöpaketti, johon on liitetty lämpöpumppujärjestelmän lämmöntalteenoton liitosputket.



KUVA 11. Kaukolämpöpaketti

Kuvassa 12 on lämpöpumppujärjestelmä kokonaisuudessaan. Vasemmassa laidassa näkyvät kylmäkoneiden lauhdutuslämmönsiirtimet ja jäähdytysverkosto. Kuvan keskiosassa ovat lämpöpumput ja varaajasäiliöt. Kuvan oikeassa laidassa

näkyvät kaukolämpöpakettiin lähtevät liitokset. Nestejäähdytin näkyy kuvan alaosassa.



KUVA 12. Lämpöpumppujärjestelmä

Lämpöpumppujärjestelmästä saatiin lisäksi hälytyspisteitä ja lämpöpumppujen sisäisiä tietoja. Hälytykset ja lämpöpumppujen tiedot on listattu kuvaan 13.

HÄLYTYSPISTEET	Lämpöpumput	
Modbus alarm -tietoliikennehälytys	LPU:t tuotettu energia yht	243.050
Jäähdytyspiiri pumppu hälytys	LPU:t kulutettu sähkö	64.970 M
Kylmälauhde menoaunturin mittauspoikkeama	LPU:t COP	3.7
Kylmälauhde painehälytys	<b>LPU01</b>	
Kylmälauhde pumput hälytys	LPU1 Lauhdutinpumpun tila	KÄY
LPU-VAK, I/O-korttivika -hälytys	LPU1 Liuosumpun tila	KÄY
LV KLS ulos anturivika	LPU1 Kompressori 1 tilatieto	KÄY
LV meno poikkeamahälytys	LPU1 Kompressori 2 tilatieto	KÄY
Nestejäähdytys painehälytys	130TE03.1 Kuumakaasu meno LPU1	66.9 °C
Nestejäähdytys puhallinhäiriö	130TE04.1 Kuumakaasu paluu LPU1	55.2 °C
Nestejäähdytys pumppuhälytys	130LPU01 Kuumakaasupumppu säätö	49.0 %
PV KLS ulos anturivika	LPU1 tuotettu lauhd.energia	143.240
PV meno poikkeamahälytys	LPU1 tuotettu kuumak. energia	13.100 M
	LPU1 kulutettu sähkö	43.290 M
	LPU1 tuotettu energia yht	156.340
	LPU1 Lauhd. Hetkellinen virtaus	9 m³/h
	LPU1 Lauhd. Hetkellinen teho	52.7 °C
	LPU1 Kuumak. Hetkellinen virtaus	0.94 m³/h
	LPU1 Kuumak. Hetkellinen teho	15.40 kW
	LPU1 COP	3.6
	<b>LPU02</b>	
	LPU2 Lauhdutinpumpun tila	KÄY
	LPU2 Liuosumpun tila	KÄY
	LPU2 Kompressori 1 tilatieto	KÄY
	LPU2 Kompressori 2 tilatieto	SEIS
	130TE03.2 Kuumakaasu meno LPU2	57.8 °C
	130TE04.2 Kuumakaasu paluu LPU2	55.4 °C
	130LPU02 Kuumakaasupumppu säätö	49.0 %
	LPU2 tuotettu lauhd.energia	77.910 M
	LPU2 tuotettu kuumak. energia	8.800 M
	LPU2 kulutettu sähkö	21.680 M
	LPU2 tuotettu energia yht	86.710 M
	LPU2 Lauhd. Hetkellinen virtaus	6.54 m³/h
	LPU2 Lauhd. Hetkellinen teho	57.6 kW
	LPU2 Kuumak. Hetkellinen virtaus	0.81 m³/h
	LPU2 Kuumak. Hetkellinen teho	2.5 kW
	LPU2 COP	4.0

KUVA 13. Lämpöpumppujärjestelmän tietosivu

## 5 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoitus oli luoda onnistunut väyläliitäntä lämpöpumppujärjestelmän ja rakennusautomaatiojärjestelmän välille. Väyläliitännän pisteistä tuli lisäksi luoda helppokäyttöinen ja selkeä käyttöliittymä etähallinnan ja paikallisen käytön käyttäjille. Tavoitteeseen päästiin ja käyttöliittymästä tuli selkeä.

Projektin avulla muuten kiinteistöautomaatiosta irralliseksi jäävä lämpöpumppujärjestelmä saatiin sulautettua muuhun kiinteistöautomaatioon. Tämä helpottaa lämpöpumppujärjestelmän toiminnan seurantaakin paikallisesti kuin kiinteistöautomaation etähallinnastakin. Etähallinnasta on projektin myötä mahdollista muuttaa lämmitysverkoston lämmityskäyrää ja esimerkiksi seurata lämpöpumppujärjestelmän energiatehokkuutta ja sen tuomia hyötyjä.

Ennen työn aloittamista olin työskennellyt Fidelixin parissa, mutta en ollut muodostanut väyläliitäntöjä. Vanhoihin väyläliitäntöihin tutustuminen ja tuotetuki auttoivat paljon työssä. Ongelmaksi muodostui lämpöpumppujärjestelmän hälytyspisteiden arvot eri hälytystilanteissa ja asetusarvopisteiden kirjoittaminen Ouflexiin. Hälytyspisteiden ongelma ratkesi laitetoimittajan tekemillä muutoksilla. Asetusarvojen kirjoittamista ratkoessa ilmeni, että Fidelixistä Ouflexiin kirjoittaminen on ollut aiemminkin työlästä kyseisten järjestelmien välillä. Asetusarvojen kirjoittaminen onnistui siirtämällä alakeskuksen Modbuslaitteen aloitusrekisteriä yhdellä pienemmäksi. Lisäksi tein erillisen ohjelman asetusarvon etumerkin syöttämiseksi. Asetusarvo-ongelman ratkaiseminen oli hyvin opettavaista ja sen myötä Modbus-ohjelmointi tuli huomattavasti tutummaksi.

Työskentelyn päätyttyä pohdin, miten olisin voinut kehittää työskentelyäni. IEC-ohjelma olisi ollut tehokkaampaa tehdä ennen grafiikan piirtämistä, sillä ohjelmasta olisi voinut suoraan kopioida pistetunnukset grafiikalle piirrettäviin pisteisiin. Grafiikan olisi myös voinut piirtää suoraan säätökaavioiden mukaiseksi, sen sijaan, että aluksi tehtiin pelkkä pistelistaus. Työskentelyä olisi voinut helpottaa myös laajempi tutustuminen Modbus-väylän toimintaan Fidelix-järjestelmässä ennen asetusarvojen kirjoittamiseen liittyvän ongelman selvitystä.

Työ lisäsi huomattavasti Fidelixin projektinhallintaosaamistani sekä väyläosaamistani ja siihen tutustuminen oli mielenkiintoista. Jatkossa väyläliitännöiden tekeminen on helpompaa ja osaamista voisi kehittää esimerkiksi Fidelixin järjestämällä väyläkurssilla.

## LÄHTEET

1. Tietoa Aresta. Are Oy. Saatavissa: <https://www.aresta.fi/tietoa-aresta/> Hakupäivä 15.3.2020.
2. Piikkilä, Veijo – Sahlstén, Toivo 2017. Kiinteistöjen tiedonsiirtoväylät. 2. uudistettu painos. Espoo: Sähköinfo Oy
3. FX-3000-C. Fidelix Oy. Saatavissa: [https://www.fidelix.fi/wp-content/uploads/FX-3000-C\\_FI.pdf](https://www.fidelix.fi/wp-content/uploads/FX-3000-C_FI.pdf) Hakupäivä 7.3.2020
4. FX-RS485-C. Fidelix Oy. Saatavissa: <http://media.fidelix.se/2018/10/FX-RS485-C-datasheet.pdf> Hakupäivä 7.3.2020
5. VISIO-15-C. Fidelix Oy. Saatavissa: [https://www.fidelix.fi/wp-content/uploads/VISIO-15-C\\_FI.pdf](https://www.fidelix.fi/wp-content/uploads/VISIO-15-C_FI.pdf) Hakupäivä 7.3.2020
6. Niemi, Jani 2019. FX-Editor. Koulutusmateriaali. Fidelix Oy
7. Ouman Ouflex A. Saatavissa: [https://ouman.fi/wp-content/uploads/2019/01/XM1387A\\_Ouflex-A\\_multilanguage\\_v.2.6\\_PRINT.pdf#page=](https://ouman.fi/wp-content/uploads/2019/01/XM1387A_Ouflex-A_multilanguage_v.2.6_PRINT.pdf#page=) Hakupäivä 9.3.2020
8. Modbus application protocol specification V1.1b3. 2012. Modbus organization. Saatavissa: [http://www.modbus.org/docs/Modbus\\_Application\\_Protocol\\_V1\\_1b3.pdf](http://www.modbus.org/docs/Modbus_Application_Protocol_V1_1b3.pdf) Hakupäivä 29.2.2020
9. FAQ-sivu. 2019. Simply Modbus. Saatavissa: <http://www.simplymodbus.ca/FAQ.htm> Hakupäivä 29.2.2020
10. Lämpöpumppu. 2020. Lämpöpumppu.org. Saatavissa: <http://www.lampopumppu.org/> Hakupäivä 28.3.2020
11. Lämpöä ilmassa. 2012. Saatavissa <https://www.motiva.fi/files/175/Ilmalampopumput.pdf> Hakupäivä 28.3.2020

12. Manner, Kaijaleena 2013. Hiilidioksidikylmälaitoksen ja maalämpöjärjestelmän optimointi liikennemyymäläkiinteistössä. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto. Saatavissa: <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/123456789/22040/Manner.pdf?sequence=4&isAllowed=y> Hakupäivä 28.3.2020

13. AI-8. Fidelix Oy. Saatavissa: [https://www.fidelix.fi/wp-content/uploads/AI8\\_FI.pdf](https://www.fidelix.fi/wp-content/uploads/AI8_FI.pdf) Hakupäivä 15.4.2020