



Keijo Kangas

## **ILMANKUIVAIMEN LIITÄNTÄ KIIINTEISTÖAUTOMAATIO- JÄRJESTELMÄÄN**

# **ILMANKUIVAIMEN LIITÄNTÄ KIINTEISTÖAUTOMAATIO- JÄRJESTELMÄÄN**

Keijo Kangas  
Opinnäytetyö  
Syksy 2013  
Automaatiotekniikan koulutusohjelma  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu  
Automaatiotekniikka

---

Tekijä: Keijo Kangas

Opinnäytetyön nimi: Ilmankuivaimen liitântä kiinteistöautomaatiojärjestelmään

Työn ohjaaja: Heikki Kurki

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2013

Sivumäärä: 29 + 4

---

Opinnäytetyön aiheena oli GEA CAIRfricostar -ilmankuivaimen liitântä Fidelix-kiinteistöautomaatiojärjestelmään Modbus-väylällä. Työ tehtiin osana omakotitalon kiinteistöautomaatiourakkaa.

Ilmankuivaimen liitântä kiinteistöautomaatiojärjestelmään toteutettiin luomalla Modbus-ohjelma OpenPCS-sovelluksella.

Tuloksena luotiin graafinen käyttöliittymä ilmankuivaimen toiminnan seuraamiseen ja aikaohjelman ohjaamiseen. Käyttäjä voi asettaa graafisesta käyttöliittymästä ilmankuivaimen minimi-ilmamäärän sekä lämpötilan ja kosteuden asetusarvot.

---

Asiasanat:

GEA CAIRfricostar, ilmanvaihtokone, Fidelix, kiinteistöautomaatio, Modbus

# ALKULAUSE

Haluan kiittää Sähköpalvelu J. Yrjänheikki Oy:n Petri Waaraa työn aiheesta ja avusta työn suorittamisessa.

Oulussa 4.12.2013

Keijo Kangas

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ALKULAUSE	4
SISÄLLYS	5
LYHENTEET	7
1 TYÖN LÄHTÖKOHDAT JA TAVOITTEET	9
2 TIEDONSIIRTO KIIINTEISTÖAUTOMAATIOJÄRJESTELMISSÄ	11
2.1 Tiedonsiirtoprotokollat	11
2.2 Modbus-sarjaliikenneprotokolla	12
3 GEA CAIRFRICOSTAR -LAITTEISTO	13
4 FX-SPIDER-40-AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ	16
5 ILMANKUIVAIMEN TOIMINTATILAT	17
5.1 Uintitila	17
5.1.1 Kosteuden säätö	17
5.1.2 Lämpötilan säätö	18
5.2 Lepotila	18
5.2.1 Kosteuden säätö	18
5.2.2 Lämpötilan säätö	18
5.3 Kesäkäyttötila	18
5.4 Vapaa jäähdytys	19
6 SOVELLUSUUNNITTELU	20
6.1 Pisteiden luominen	20
6.2 Graafisen käyttöliittymän luominen	20
6.3 Sovellusohjelmointi	23
6.4 Modbus-laitteen lisääminen automaatiokeskukseen	24
6.5 Ohjelman ja pisteiden testaukset	26
7 YHTEENVETO	28
LÄHTEET	29
LIITTEET	
Liite 1 Lähtötietomuistio	
Liite 2 Rekisterilista	

Liite 3 Säätökaavio

Liite 4 Pelkistetty järjestelmäkaavio

## LYHENTEET

AO	Analog Output, analoginen ulostulo
ASCII	American Standard Code for Information Interchange, väyläpohjainen tiedonsiirtoprotokolla
b/s	Bittiä sekunnissa, tiedonsiirtonopeuden yksikkö
BACnet	Building Automation and Control Networks, kommunikointiprotokolla rakennusautomaatiojärjestelmiin
CRC	Cyclic Redundancy Check, tarkistussumma
DDC	Direct Digital Control, suora digitaalinen säätö
DI	Digital Input, digitaalinen sisääntulo
DO	Digital Output, digitaalinen ulostulo
EDA	Enervent Digital Automation, ohjausjärjestelmä
EIB	European Installation Bus, avoin hajautettu järjestelmä sähkölaitteille
FTP	File Transfer Protocol, tiedonsiirtomenetelmä
GSM	Global System for Mobile Communications, matkapuhelinjärjestelmä
I/O	Input/Output, järjestelmän tulot ja lähdöt
LON	Local Operating Network, verkkoalusta säätimille
LRC	Longitudinal Redundancy Check, tarkistussumma
OpenPCS	Infoteam-ohjelmointityökalu, käyttää standardia IEC 61131-3
PC	Personal Computer, tietokone

PLC Programmable Logic Controller, ohjelmoitava logiikka

RS-232/485 Sarjaväyläliityntä

RTU Remote Terminal Unit, väyläpohjainen tiedonsiirtoprotokolla

# 1 TYÖN LÄHTÖKOHDAT JA TAVOITTEET

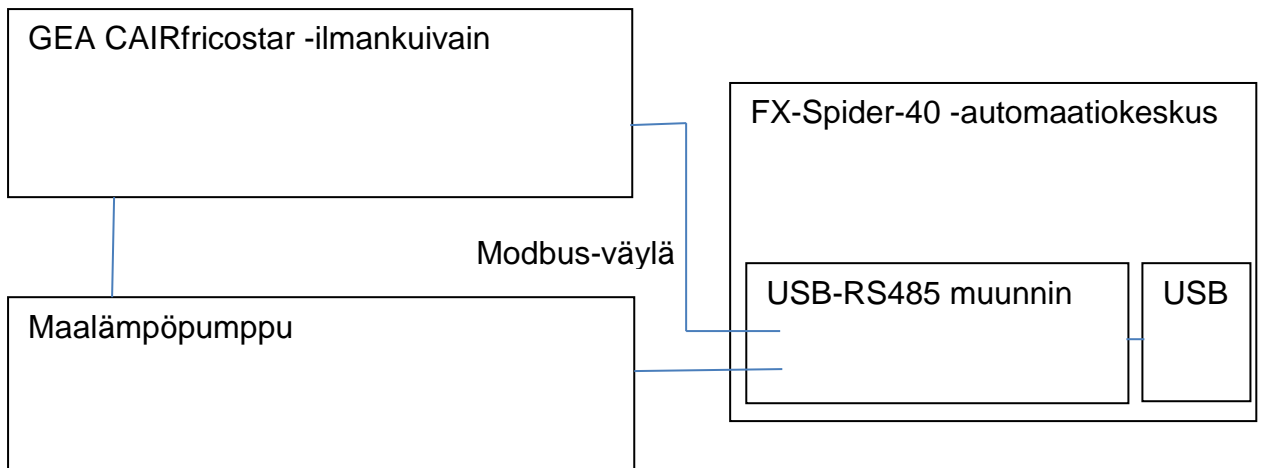
Opinnäytetyö tehtiin Sähköpalvelu J. Yrjänheikki Oy:lle. Opinnäytetyö oli osa omakotitalon kiinteistöautomaatiourakkaa. Automatisointiin kuului ilmanvaihtokoneiden liittäminen Fidelix-järjestelmään, kulunvalvonta, valvontalakeskuksen kytkentä ja ohjelmointi sekä Fidelix-järjestelmän käyttöönotto.

Kiinteistössä oli kaksi eri valmistajan tekemää pakettityyppistä ilmanvaihtokonetta. Kummassakin oli mukana valmistajien oma automatiikka, joiden käyttöliittymäratkaisuna toimii rivinäytöllinen käyttöpaneeli. Molemmat koneet liitettiin Fidelix-järjestelmään Modbus-väylällä. Kiinteistöautomaation keskittämiseksi yhteisen järjestelmään saavutetaan käyttäjäystävällinen ratkaisu asukkaalle.

Talon sauna- ja uima-allastilojen ilmanvaihto hoidettiin GEA CAIRfricostar-ilmankuivaimella. Tätä tuotetta ei ollut aikaisemmin liitetty Fidelix-järjestelmään, minkä vuoksi valmista ohjelmaa laitteen Modbus-rekisterien lukemiseen ei ollut.

Työn tavoitteet olivat Modbus-väylän kytkeminen GEA CAIRfricostar-järjestelmään (kuva 1), väylän käyttöönotto, kommunikoinnin testaaminen, käyttöliittymän grafiikan luominen, sovellusohjelmointi, sovellusohjelman testaus ja käyttöönotto (liite 1).

Työn haasteellisin osuus on toimilohko-ohjelman luominen GEA CAIRfricostar-järjestelmän ja Fidelix-rakennusautomaatiojärjestelmän väliseen Modbus-liikenteeseen. Modbus-väyläliikenteeseen tarvittavat toimilohko-ohjelmat on yleensä valmiiksi sisällytetty Fidelix-järjestelmän toimilohkokirjastoon. Tämän vuoksi en ollut tutustunut niiden toimintaan tarkemmin.



*KUVA 1. Järjestelmän periaatekaavio*

## 2 TIEDONSIIRTO KIINTEISTÖAUTOMAATIOJÄRJESTELMISSÄ

Tässä luvussa esitellään kiinteistöautomaatiossa yleisesti käytössä olevia väylä- ja protokollaratkaisuja. Opinnäytetyön kohteena ollut ilmankuivaimen liitäntä Fidelix-kiinteistöautomaatiojärjestelmään toteutettiin Modbus-väylätekniikan avulla.

### 2.1 Tiedonsiirtoprotokollat

Kiinteistöautomaation tehtävänä on sitoa kaikki talotekniikan osa-alueet yhden järjestelmän alle. Talotekniikan suurimpia osa-alueita ovat sähkö-, lämmitys-, ilmanvaihto- ja turvajärjestelmät. Lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmien prosessien säädöt hoidetaan usein suoraan kiinteistöautomaatiojärjestelmästä. Tässä tapauksessa prosessin suureita mittaavat anturit ja lähettimet sekä prosessin säätöön käytettävät toimilaitteet liitetään kiinteistöautomaatiojärjestelmän I/O-moduuleihin.

Yhä useammin tilanne on kuitenkin se, että laitevalmistajat sisällyttävät laitteisiinsa oman automatiikkansa. Toisinaan tästä aiheutuu ongelmia, kun esimerkiksi lämmönjakoyksikön oman säätimen toimintaperiaatteesta ei ole tarkkaa tietoa. Säätimen toiminta saattaa vaikuttaa ei-toivotulla tavalla kiinteistöautomaatiojärjestelmästä säädettävään toiseen prosessiin, joka on tavalla tai toisella kytköksissä aiemmin mainittuun prosessiin.

Taloteknisiä prosesseja säätävien säätimien lisääntyminen tarkoittaa myös sitä, että käytettävät tiedonsiirtomenetelmät lisääntyvät. Laitetoimittajat lisäävät usein säätimiinsä mahdollisuuden ulkoisen kiinteistöautomaatiojärjestelmän liittämisen useilla eri tiedonsiirtomenetelmillä. Kiinteistöautomaatiossa yleisesti käytössä olevia väylä- ja protokollaratkaisuja ovat esimerkiksi LON-, Modbus-, EIB-, BACnet- ja Profibus-väylätekniikat. (2, s. 14–19.)

## 2.2 Modbus-sarjaliikenneprotokolla

Modbus on Modiconin vuonna 1979 julkaisema sarjaliikenneprotokolla, joka perustuu isäntälaitte/orjalaite-arkkitehtuuriin. Modicon on nykyään osa Schneider Electricin Telemecaniquea. Modbus oli alunperin tarkoitettu käytettäväksi Modiconin ohjelmoitavien logiikoiden kanssa, mutta tuli laajempaan käyttöön ollessaan avoin, lisenssimaksuton ja helposti käyttöön otettava teollinen verkko. (1, s. 1–4.)

Alkuperäinen Modbus-liitäntä käytti RS-232 sarjaporttia, mutta useimmat uudemmat ratkaisut käyttävät RS-485 sarjaporttia, koska se mahdollistaa pidemmät välimatkat ja suuremman tiedonsiirtonopeuden. Käytettäviä protokollia ovat ASCII/RTU tai Modbus Plus, joka on käytössä lähinnä Modiconissa. (1, s. 1–4.)

ASCII-sarjaprotokollan etuna on se, että se sallii yhden sekunnin viiveen merkkien lähetyksien välissä ilman virheviestiä. Tämän vuoksi sen käyttäminen on hyödyllisintä silloin kun tiedonsiirtonopeus on matala. ASCII-sarjaprotokollan viestit ovat aina 10 bitin pituisia ja ne koostuvat aloitusbitistä, seitsemästä databitistä, pariteettibitistä ja lopetusbitistä. Jos pariteettibittiä ei käytetä, silloin lisätään yksi ylimääräinen lopetusbitti, jotta viestin pituus olisi 10 bittiä. ASCII-sarjaprotokolla käyttää viestin tarkistamiseen LRC-tarkistussummaa. (1, s. 1–4.)

RTU-sarjaprotokollan etuna on se, että se voi lähettää samassa ajassa enemmän tietoa kuin ASCII-sarjaprotokolla. RTU-sarjaprotokollan viestit ovat 11 bitin pituisia ja ne koostuvat aloitusbitistä, kahdeksasta databitistä, pariteettibitistä ja lopetusbitistä. Jos pariteettibittiä ei käytetä, silloin lisätään yksi ylimääräinen lopetusbitti. Luotettavuuden varmistamiseksi Modbus RTU sarjaprotokollan viestit sisältävät 16-bittisen CRC-tarkistussumman. (1, s. 1–4.)

### 3 GEA CAIRFRICOSTAR -LAITTEISTO

Ilmastoinnin avulla saadaan uima-allastiloihin veden lämpötilaan verrattuna sopiva ilman lämpötila. Tällä saavutetaan se, että uija ei koe epämiellyttävää kylmyyden tunnetta poistuessaan altaasta. Ilmankuivaamisella varmistetaan, että ilmankosteus on sopivalla tasolla. Ilmankuivatus myös suojelee rakennuksen rakenteita homeen muodostumiselta.

GEA CAIRfricostar -tuoteperhe on suunniteltu käytettäväksi suurissa allastiloissa, kuten esimerkiksi uimahalleissa ja kylpylöissä. Tuoteperheen laitteiden ilmamäärä voi varustelun mukaan vaihdella välillä 450–45000 kuutiometriä tunnissa. Sarjassa on lämmöntalteenotolle vaihtoehtoina GEA Ecostat -lämpöpumppu, GEA Ecotwin -tuplevylämmönsiirrin tai GEA Ecoflow -nestekiertoinen lämmöntalteenotto. Kaikkiin lämmöntalteenottovaihtoehtoihin on saatavana lisävarusteena lämpöpumppu sekä DDC-säätöjärjestelmä, joka on mahdollista liittää kiinteistön automaatiojärjestelmään esimerkiksi LON-, Modbus-, BACnet-, EIB- ja Profibus-väylätekniikoilla. Tässä työssä liitin DDC-säätöjärjestelmän Fidelixin automaatiojärjestelmään Modbus-väylällä. DDC-säätöjärjestelmä (Digital Direct Control) on automatisoitu digitaalinen laite jonkin olotilan tai prosessin säätämiseen. (2, s 14–19.)

Tuoteperheessä on useita malleja eri käyttötarkoituksiin. Mallit eroavat varustelutasoiltaan lähinnä lämpöpumpun ja lämmöntalteenottomenetelmien osalta:

- GEA CAIRfricostar CAU -kiertoilmakone on suunniteltu pääasiassa yksityisiin allastiloihin ja sitä toimitetaan neljää eri kokoa. Yksikön tehtävänä on ilman kuivattaminen ja lämmittäminen uima-allastiloissa. Ilmankuivain on varustettu lämpöpumpulla ja DDC-ohjauskeskuksella. (2, s. 3–6.)
- GEA CAIRfricostar CMU -ilmanvaihtokone on suunniteltu yksityisiin ja pieniin julkisiin allastiloihin. Mallia toimitetaan kuutta eri kokoa. Yksikön tehtävänä on ilman kuivattaminen ja lämmittäminen uima-allastiloissa. Ilmankuivain on varustettu lämpöpumpulla ja DDC-ohjauskeskuksella. (2, s. 7–13.)

- GEA CAIRfricostar CAM -ilmanvaihtokone on suunniteltu erilaisiin yksityisiin ja julkisiin allastiloihin. Yksikön tehtävänä on ilman kuivattaminen ja lämmittäminen uima-allastiloissa. Ilmankuivain on varustettu lämpöpumpulla, DDC-ohjauskeskuksella ja GEA Ecostat tai GEA Ecoflow -lämmöntalteenotolla. Tämä malli voidaan liittää kiinteistöautomaatiojärjestelmään (2, s. 14–21.)
- GEA CAIRfricostar CMP -ilmanvaihtokone on suunniteltu erilaisiin korkean suorituskyvyn vaativiin yksityisiin ja julkisiin allastiloihin. Yksikön tehtävänä on ilman kuivattaminen ja lämmittäminen uima-allastiloissa. Ilmankuivain on varustettu lämpöpumpulla, DDC-ohjauskeskuksella ja GEA Ecoplat 2 -tuplalevylämmöntalteenotolla. Tämä malli voidaan liittää kiinteistöautomaatiojärjestelmään. (2, s. 22–28.)
- GEA CAIRfricostar CWR -ilmanvaihtokone on suunniteltu erilaisiin yksityisiin ja julkisiin allastiloihin. Yksikön tehtävänä on ilman kuivattaminen ja lämmittäminen uima-allastiloissa. Ilmankuivain on varustettu lämpöpumpulla, DDC-ohjauskeskuksella ja GEA Ecostat tai GEA Ecoflow -lämmöntalteenotolla. Tämä malli voidaan liittää kiinteistöautomaatiojärjestelmään. (2, s. 29–35.)
- GEA CAIRfricostar CWP -ilmanvaihtokone on suunniteltu erilaisiin korkean suorituskyvyn vaativiin yksityisiin ja julkisiin allastiloihin. Yksikön tehtävänä on ilman kuivattaminen ja lämmittäminen uima-allastiloissa. Ilmankuivain on varustettu DDC-ohjauskeskuksella ja GEA Ecoplat 2 -tuplalevylämmöntalteenotolla. Tämä malli voidaan liittää kiinteistöautomaatiojärjestelmään. (2, s. 36–42.)
- GEA CAIRfricostar CAC -ilmanvaihtokone on suunniteltu yksityisiin ja pieniin julkisiin allastiloihin. Yksikön tehtävänä on ilman kuivattaminen ja lämmittäminen uima-allastiloissa. Ilmankuivain on varustettu DDC-ohjauskeskuksella ja GEA Ecoplat -levylämmöntalteenotolla. GEA CAIRfricostar CWC -ilmanvaihtokone on muuten samanlainen yksikkö, mutta siinä on levylämmöntalteenoton lisäksi lämpöpumppu. (2. s. 43–53.)

Tässä kohteessa on käytetty GEA CAIRfricostar CAM -ilmanvaihtokonetta. Tuloilmakone käy aikaohjelmien ohjaamana tehtävänänsä hoitaa allasosaston ilmanvaihto, lämmitys, alipaineistus ja kosteudenpoisto. Tuloilma- ja poistokonetta käytetään kuten 2-nopeuskonetta. Koneella on neljä eri toimintatilaa: uintitila, lepotila, kesäkäyttötila ja vapaa jäähdytys. (2, s. 2–3.)

## 4 FX-SPIDER-40-AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ

Kohteessa käytettiin Fidelix FX-Spider-40 -automaatiojärjestelmää (kuva 2). Laite on teollisuus-PC ja sen käyttöjärjestelmänä on Windows CE. Käyttäjä voi ohjata laitteen toimintoja joko 5,7” kosketusnäytöllä tai etänä verkkoselaimella. Laitteessa on liityntäelektronikka 40 I/O-pisteelle. I/O-liitynnät jakautuvat seuraavasti:

- 16 resistiivinen tai jännitemittaus
- 8 DI, impulssimittaukset, valvotut hälytyssilmukat
- 8 DO, relelähdöt 6 A / 230 V
- 8 AO, jännitelähdöt 0–10 V.

FX-Spider-40 -automaatiojärjestelmään on mahdollista lisätä I/O-liityntöjä ulkopuolisilla I/O-moduuleilla Modbus RTU (RS-485) -liitännän kautta. (3.)



*KUVA 2. FX-Spider-40 -automaatiojärjestelmä (3.)*

## 5 ILMANKUIVAIMEN TOIMINTATILAT

Ilmankuivaimen ohjaussovellus suunnitellaan säätökaavion (liite 3) ja toimintaselostuksen pohjalta. Tässä työssä tuloilmakoneen ohjausta ei tarvinnut toteuttaa ohjelmallisesti. Koneen oma automatiikka hoiti ilmanvaihdon, lämmityksen, alipaineistuksen ja kosteudenpoiston itsenäisesti. Kiinteistöautomaatiojärjestelmästä ohjataan koneen aikaohjelmaa, raittiin ilman minimimäärää sekä kosteuden ja lämpötilan asetusarvoja. Kiinteistöautomaatiojärjestelmän historiaseurantaan otettiin ilmanvaihtokoneen lämpötila- ja kosteusmittaukset.

### 5.1 Uintitila

Ilmanvaihtokoneen säätökaavio on esitetty liitteessä 3. Aikaohjelma ohjaa järjestelmän uintitilaan. Tuloilmakoneen käynnistyessä uintitilaan ovat voimassa sitä vastaavat ulkoilman maksimi- ja minimimäärät. Perustilanteessa säätöpeltejä ohjataan suhteellisesti siten, että tuloilmapelti FG01 ja poistoilma FG02 saavat saman säätöviestin (0–10 V) ja kiertoilmapelti FG03.1 saa käänteisen säätöviestin. Ohituspellit FG03.2 ja FG03.3 ovat kiinni. Tuloilmapuhallin TF01 käy tällöin asetetulla minimipyörimisnopeudella, jota kasvatetaan kuivaustarpeen sitä edellyttäessä. Ulkolämpötilan ollessa alle aseteltavan raja-arvon ulkoilmaosuutta pienennetään lineaarisesti. (4, s. 3.)

#### 5.1.1 Kosteuden säätö

Allastilan absoluuttista kosteutta pidetään alle 14,3 grammassa yhtä kilogrammaa kuivaa ilmaa kohti. Absoluuttista kosteutta säädetään käyttäjän aseteltavissa olevalla suhteellisen kosteuden asetusarvolla kosteusanturin ME19 mittauksen perusteella. Ensimmäisenä portaana kosteuden poisto-ohjelma ohjaa tuloilmapuhaltimen TF01 1/1-nopeudelle ja käynnistää jäähdytyskompressorin. Kompressorin saadessa käyntiluvan sammuu kampikammion lämmitys. Mikäli kosteus nousee edelleen, toisena portaana lisätään ulkoilman määrää avaamalla peltejä FG01 ja FG02 sekä sulkemalla kiertoilmapeltiä FG03.1 vastaavasti. (4, s. 3.)

### **5.1.2 Lämpötilan säätö**

Säätöohjelma pitää allastilan lämpötilan TE19 asetusarvossaan ohjaamalla tuloilman lämpötilaa TE10 aseteltujen minimi- ja maksimilämpötilojen välillä kaskadisäätämällä moottoriventtiiliä FV04. Mikäli lämpötilan asetusarvon ja oloarvon välillä on yli 1,5 °C:n poikkeama, ajetaan puhaltimet täydelle nopeudelle. (4, s. 4.)

## **5.2 Lepotila**

Tuloilmakojeen käynnistyessä lepotilaan ovat säätöpellit FG01, FG02, FG03.1 ja FG03.3 kiinni sekä ohituspeltilä FG03.2 auki. Tuloilmakoje käy puolella nopeudella. (4, s. 4.)

### **5.2.1 Kosteuden säätö**

Allastilan kosteutta pidetään käyttäjän aseteltavissa olevassa arvossa kosteusan turin ME19 mittauksen perusteella. Ensimmäisenä portaana kosteuden poisto-ohjelma ohjaa tuloilmapuhaltimen TF01 täydelle nopeudelle ja poistoilmapuhaltimen puolelle nopeudelle sekä käynnistää jäähdytyskompressorin. Kompressorin saadessa käyntiluvan sammuu kampikammion lämmitys. Mikäli kosteus nousee edelleen, toisena portaana lisätään ulkoilman määrää avaamalla peltejä FG01 ja FG02 sekä sulkemalla kiertoilmapeltiä FG03.1 vastaavasti sekä sulkemalla ohituspellin FG03.2. (4, s. 4.)

### **5.2.2 Lämpötilan säätö**

Säätöohjelma pitää allastilan lämpötilan TE19 asetusarvossaan ohjaamalla tuloilman lämpötilaa TE10 asetettujen minimi- ja maksimilämpötilojen välillä kaskadisäätämällä moottoriventtiiliä FV04. Mikäli lämpötilan asetusarvon ja oloarvon välillä on yli 1,5 °C:n poikkeama, ajetaan puhaltimet täydelle nopeudelle. (4, s. 4.)

## **5.3 Kesäkäyttötila**

Kesäkäyttötila on aktiivinen ainoastaan uintitilan ollessa voimassa. Lämpötilan ylittäessä lämpötila-anturin TE19 mittauksen perusteella lämpötilan asetusar-

von ja ulkoilman ollessa yli 10 °C lukittuu lämpöjohtopumppu P04. Tällöin ovat palautus- ja ohitusilmapellit FG03.1 ja FG03.2 täysin kiinni ja ulko- ja jäteilmapellit FG01 ja FG02 sekä FG03.3 ovat täysin auki. Puhaltimet pyörivät täydellä nopeudella. Lämpötilan ylittäessä lämpötila-anturin TE19 mittauksen perusteella lämpötilan asetusarvon kahdella celsiusasteella (säädettävissä esim 1–4 °C) kompressorin käynti lukitaan. (4, s. 4.)

#### **5.4 Vapaa jäähdytys**

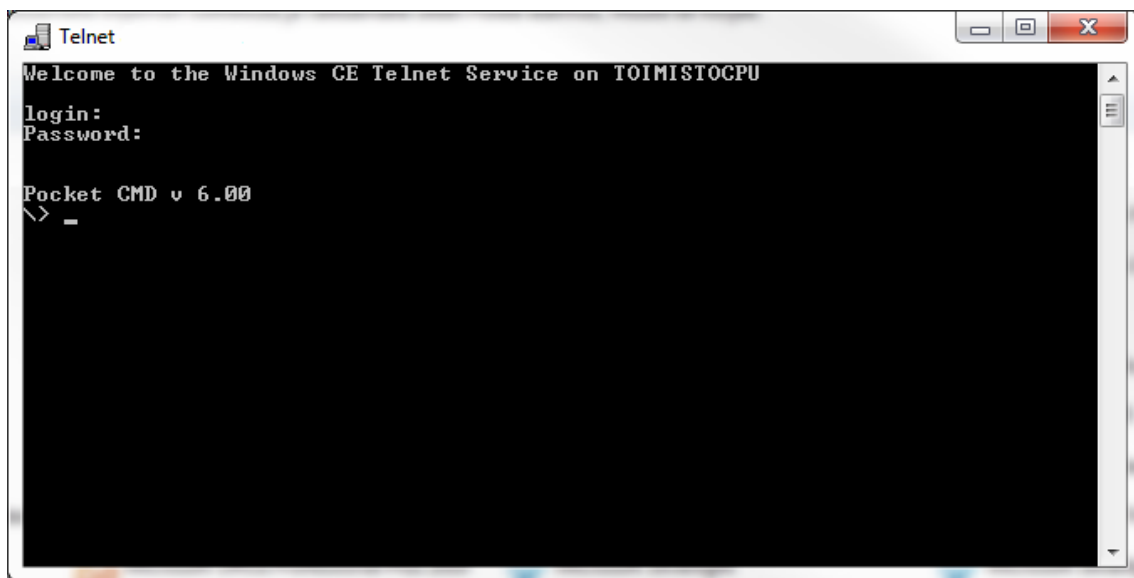
Vapaa jäähdytys on aktiivinen ainoastaan lepotilan ollessa voimassa. Kun lämpötila-anturin TE19 mittaukseen perustuva lämpötila ylittää asetusarvon ja ulkoilman lämpötila on yli 10 °C, lukittuu lämpöjohtopumppu P04. Tällöin ovat palautus- ja ohitusilmapellit FG03.1, FG03.2 ja FG03.3 täysin kiinni ja ulko- ja jäteilmapellit FG01 ja FG22 ovat täysin auki. Puhaltimet pyörivät täydellä nopeudella.

Lämpötilan ylittäessä lämpötila-anturin TE19 mittauksen perusteella lämpötilan asetusarvon kahdella celsiusasteella (säädettävissä esim 1–4 °C) kompressorin käynti lukitaan. (4, s. 4.)

## 6 SOVELLUSSUUNNITTELU

### 6.1 Pisteiden luominen

Automaatiojärjestelmään luotavat kuivaimen mitattavat, ohjattavat sekä säädettävät kohteet eli pisteet määriteltiin GEA CAIRfricostar Modbus -rekisterilistan (liite 2) ja säätökaavion (liite 3) pohjalta. Pisteet voidaan luoda suoraan alasemaan. Tämä tapa on nopea, jos lisättäviä pisteitä ei ole useita. Pisteiden määrän ollessa suurempi tai jos tiedetään, että samanlainen laitteisto tullaan liittämään kiinteistöautomaatiojärjestelmään myöhemmin uudestaan, on aiheellista generoida pisteet käyttäen Excel-taulukkolaskentaohjelmaa. Pisteet on selkeyden vuoksi hyvä nimetä vastaamaan säätökaaviossa annettuja laiteposi-  
tioita. Ohjelma tallentaa generoidut pisteet .txt-muotoon. Pisteet ladattiin Fidelix-järjestelmään verkkoyhteyden kautta, telnet-toimintoa käyttäen (kuva 3).

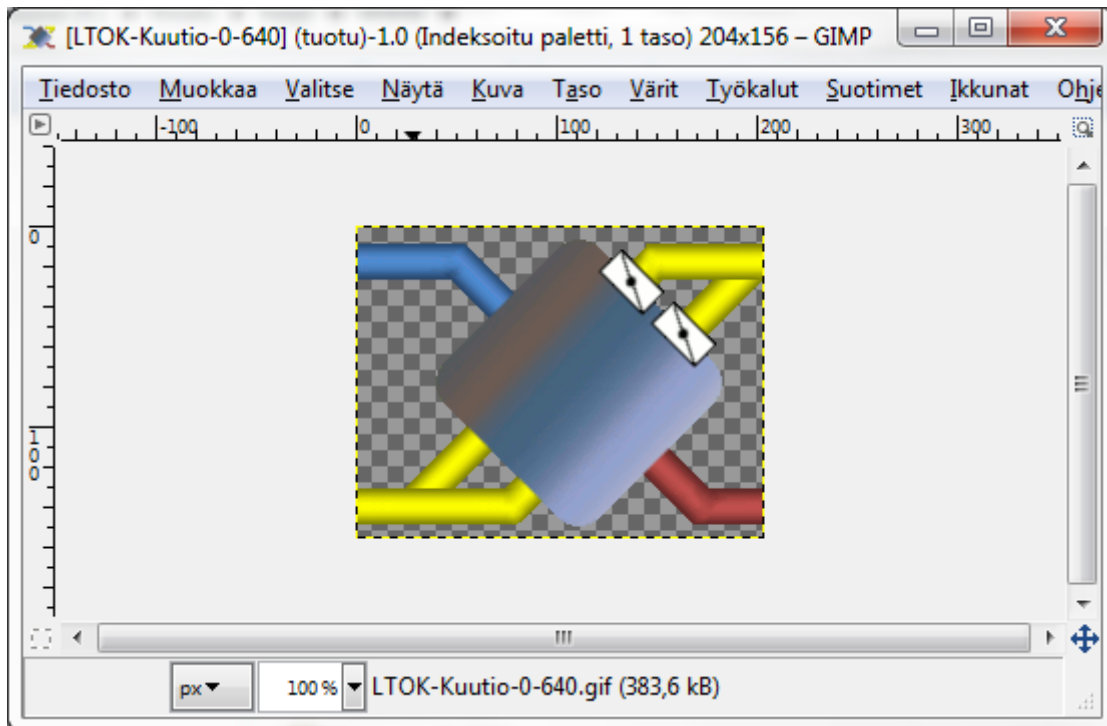


KUVA 3. Telnet-yhteys alakeskukseen

### 6.2 Graafisen käyttöliittymän luominen

Käyttöliittymän grafiikka luotiin FdxHtmlEdit-sovelluksella. Grafiikka luotiin käyttäen sovelluksen grafiikkakomponentteja eli objekteja ja symbolikirjastoon luotuja symboleita. Käyttöliittymän grafiikasta pyritään luomaan säätökaavion (liite 3) pohjalta prosessia mahdollisimman hyvin kuvaava. Symbolikirjasto ei ole kiinteä, vaan grafiikan luoja voi sitä laajentaa tarpeen vaatiessa. Tämän projek-

tin ilmanvaihtokoneen lämmöntalteenottolaitteelle ei ollut kuvaavaa symbolia, joten loin sen itse kuvankäsittelyohjelmalla (kuva 4). Valmiin symbolin tallensin projektin WWW-hakemiston Symbols-alihakemistoon.



*KUVA 4. Symbolin luominen GIMP 2 -kuvankäsittelyohjelmalla*

Kuvakkeisiin eli objekteihin, joiden avulla annetaan käyttäjälle reaaliaikaista informaatiota tai joiden avulla käyttäjä voi vaikuttaa prosessiin, tulee linkittää käyttöliittymässä oleva pistepositio (kuva 5).

Point id

Button  
 Number field  
 Bar display  
 Text  
 Image  
 Symbol

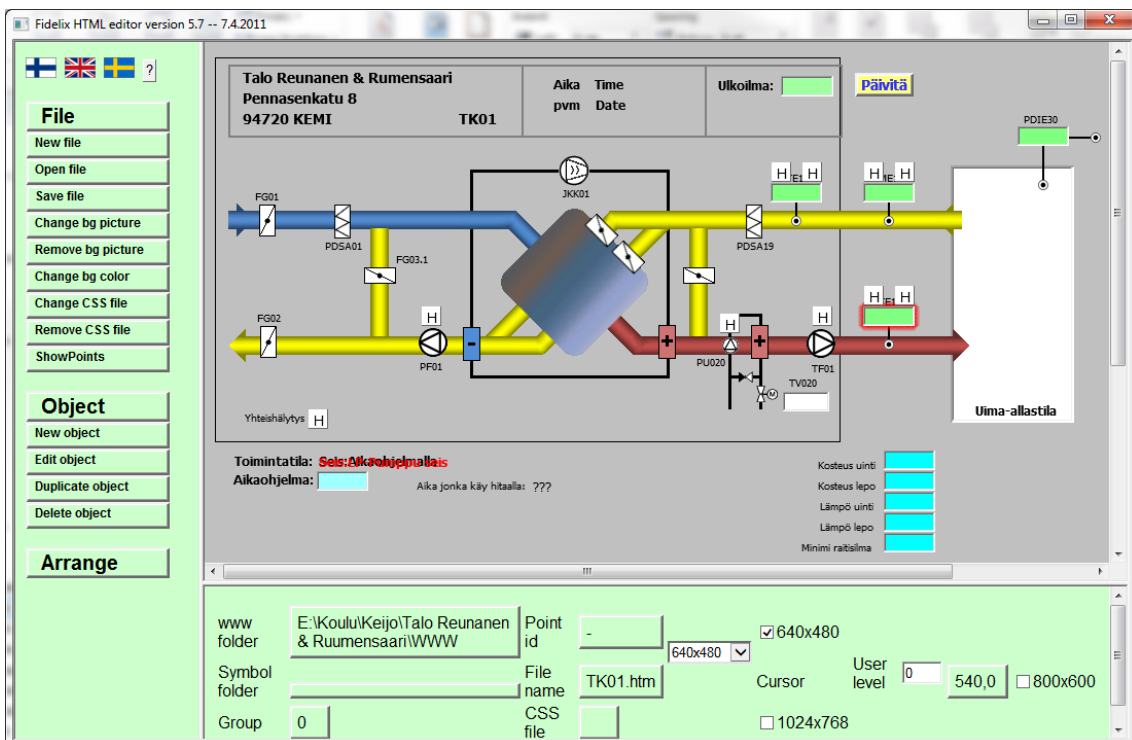
Controller set value ?

Background color 
 Front color 
 CSS Class 
 User level

X  Y 
 Width  Height 
 Show info

KUVA 5. Pisteposition linkittäminen objektiin

Grafiikan (kuva 6) valmistuttua siirrettiin kaikki grafiikkatiedostot ja symbolit alakeskukseen verkkoyhteyden kautta. FTP-yhteyden voi esimerkiksi Windowsissa mapata resurssienhallinnan kautta tai käyttää FTP-asiakasohjelmaa.



KUVA 6. Ilmanvaihtokoneen grafiikka FdxHtmlEditor-sovelluksessa

### 6.3 Sovellusohjelmointi

Sovellusohjelmointiin lähdettiin periaatteessa puhtaalta pöydältä, koska Fidelix-järjestelmälle ei ollut valmista Modbus-ohjelmaa, jonka olisi voinut muokata kohteeseen sopivaksi. Käytin mallina Enervent-ilmanvaihtokoneen EDA-automatiikkaa varten luotua ohjelmaa.

Laitteen rekistereiden lukemiseen ja kirjoittamiseen väylällä käytetään logiikkaohjelmoinnissa yleisesti toimilohko-ohjelmaa. Toimiva toimilohko-ohjelma voidaan tämän jälkeen sisällyttää käytettävään toimilohkokirjastoon. Toimilohkoihin ei määritellä laitteen Modbus-osoitetta tai pisteiden positioita. Näin voidaan käyttää samaa toimilohkoa, kun kommunikoidaan samanaikaisesti usean eri laitteen kanssa. Jokaiselle laitteelle luodaan siis oma Modbus-ohjelma, jossa kutsutaan toimilohko-ohjelmaa. Tähän ohjelmaan määritellään laitteen Modbus-osoite ja muuttujille automaatiojärjestelmään luodut pistepositiot.

Toimilohko-ohjelmaa käytetään haluttujen rekistereiden lukemiseen ja kirjoittamiseen (kuva 7). Esimerkiksi lämmityspumpun tilatieto sijaitsee GEA CAIRfri-costarin Modbus-rekisterissä 1.

```
(* luetaan coilit *)
GeaModbus (Send:=0, Module:=modbus_address, StartRegister:=0, RegisterType:=1, Port:=serial_port);
if GeaModbus.datavalid = 1 then
GeaModbus.Reg0 := CoilF(id_String := id_coil_00, RegValue := GeaModbus.Reg0, BitMask := 16#0100);
EnerventModbus(send:=2);
end_if;
```

#### *KUVA 7. Toimilohko-ohjelma*

Toimilohko-ohjelmassa tutkitaan väyläliikenteen virheprosentti. Sen ollessa toimilohko-ohjelmassa määriteltyä arvoa suurempi, ohjelma ei kirjoita kiinteistöautomaatiojärjestelmään luotuun pisteeseen tietoa. Liikenteen ollessa kunnossa lukee toimilohko-ohjelma Modbus-rekisterin ja kirjoittaa sen arvon pisteeseen. Kuvassa 8 on esitetty laitetta varten luotu ohjelma, jossa kutsutaan toimilohko-ohjelmaa. Molempien ohjelmien valmistuttua ladattiin ne etäyhteyden kautta kiinteistöautomaatiojärjestelmään OpenPCS-ohjelmaa käyttäen.

```

GeaFB (
modbus_address := 2,          (* Modbusosoite *)
serial_port := 4,            (* Käytettävä sarjaportti *)
id_coil_00 := 'TK1_GEA_PUMPPU_I',
)

```

KUVA 8. Toimilohko-ohjelman kutsuminen Modbus-ohjelmasta

## 6.4 Modbus-laitteen lisääminen automaatiokeskukseen

GEA CAIRfricostar -keskus liitettiin Fidelix-rakennusautomaatiojärjestelmään Modbus-väylän kautta (liite 4). FX-Spider-40 -automaatiokeskuksen ja GEA CAIRfricostar -keskuksen välille on asennettu Jamak 4x(2+1)x0.5 -kaapeli, josta otettiin yksi pari käyttöön väylää varten. Kaapelipari kytkettiin GEA CAIRfricostar -keskuksessa moduulin 16A3 liittimiin 18 ja 19 (kuva 9). Liittimeen 18 kytketään napa A ja liittimeen 19 napa B.



KUVA 9. Moduuli 16A3 GEA CAIRfricostar -keskuksessa

Seuraavaksi selvitin lisättävän laitteen Modbus-osoitteen. Useimmilla laitteilla oletusosoitteena on 1 ja tämä oli tilanne myös nyt lisättävässä laitteessa. Osoitteeksi vaihdettiin 2, koska tämä ei tulisi olemaan ainoa laite väylässä. Laitteen lisäämistä varten täytyy myös tietää, että mitä tiedonsiirtonopeutta laitteessa käytetään. Maahantuojalta kysymällä selvisi, että GEA CAIRfricostar -keskuksessa käytettävä tiedonsiirtonopeus on 9600 bittiä sekunnissa. Fidelix-

järjestelmässä tiedonsiirtonopeuden vaihtoehtoina ovat 9600, 19 200, 38 400 ja 57 600 b/s. (3.)

Modbus-laitteen lisäämistä varten avataan Fidelix-järjestelmästä portti, johon määritellään mitä tiedonsiirtoprotokollaa ja -nopeutta liitettävässä laitteessa käytetään. Fidelix-järjestelmässä on portteja 1 ja 3 perinteisesti käytetty GSM-modeemin ja I/O-moduleiden liittämiseen. GEA CAIRfricostar -keskusta varten otettiin käyttöön seuraava vapaa portti 4 (kuva 10).

### Porttien asetukset

Portti 1	Modeemi	9600	RAS server käynnissä	<input type="checkbox"/>
Portti 3	Modbus	N82	19200	Lähetysviive (ms) 0
Portti 4	Modbus	N82	9600	

KUVA 10. Porttien asetukset Fidelix-järjestelmässä

Portin avaamisen jälkeen laitteen rekisterit lisätään Fidelix-järjestelmän Modbus-laitteisiin. Valittavissa on kuusi erilaista rekisterityyppiä (kuva 11).

Rekisterien tyyppi	1=COILS (READ=1,WRITE=15) 2=DISCRETE INPUTS (READ=2) 3=HOLDING REGS (READ=3,WRITE=16) 4=INPUT REGS (READ=4) 5=SINGLE COIL (READ=1,WRITE=5) 6=SINGLE HOLDING REG (READ=3,WRITE=6)	TCP/IP moduli	<input type="checkbox"/>
Aloituserkisteri			
Rekisterien määrä			
Debug	<input type="checkbox"/>		

KUVA 11. Modbus-rekisterityypit Fidelix-järjestelmässä

- 1 = Read Coil Status (Binääristen ulostulojen tilatiedon lukeminen)
- 2 = Read Input Status (Binääristen sisääntulojen tilatiedon lukeminen)
- 3 = Read Holding Registers (Pitorekistereiden lukeminen)
- 4 = Read Input Registers (Sisääntulorekistereiden lukeminen)
- 5 = Force Single Coil (Yksittäisen binäärisen ulostulon päällekirjoitus)

- 6 = Preset Single Register (Yksittäisen pitorekisterin esiasettaminen)

Luettavissa ja kirjoitettavissa olevat rekisterit sain selville laitteen toimittajan lähettämästä Modbus-rekisterilistasta (liite 2). Käytettäviä rekisterityyppejä ovat tyypit 1, 3 ja 6.

Tyyppi 1 lukee binääristen ulostulojen tilatiedon, mutta ei tue viestin lähetystä. Rekisterien tilatiedot on pakattu paluuviestissä niin, että yksi datakentän bitti ilmoittaa yhden rekisterin tilan. Rekisterin sisältämät tilatiedot on ilmoitettu siten, että "1" vastaa tilaa "päällä" ja "0" vastaa tilaa "pois". Ensimmäisen tavun vähiten merkitsevä bitti sisältää kyselyssä osoitetun rekisterin tilatiedon. Muut rekisterit sijoittuvat vähiten merkitsevästä bitistä eniten merkitsevää bittiä kohti. Jos palautettujen rekisterien määrä ei ole kerronnainen kahdeksalla, jäljelle jäävät bitit viimeisessä tavussa täytetään nolilla. (5, s. 24–25.)

Tyyppi 3 lukee pitorekisterien binäärisisällön, mutta ei tue viestin lähetystä. Kyselyviesti määrittelee aloitusrekisterin ja luettavien rekisterien määrän. Rekisterien osoitteet alkavat nolasta: rekisterien 1–16 osoitteet ovat 0–15. Rekisterien data on pakattu paluuviestissä kahteen tavuun rekisteriä kohden. (5, s. 28–29.)

Tyyppi 6 esiasettaa arvon yksittäiseen pitorekisteriin. Lähettäessä toiminto esiasettaa saman arvon kaikkiin liitettyihin alalaitteisiin. Toiminto kirjoittaa säätimeen asetetun tilan päälle uuden arvon. Esiasetettu tila pysyy voimassa rekisterissä siihen asti, kunnes säädin seuraavan kerran lukee rekisterin sisällön. (5, s. 34–35.)

Väylän toimivuuden voi käydä laitteiden lisäämisen jälkeen tarkistamassa GEA CAIRfricostar -keskuksesta moduulista 16A3. Jos moduulissa vilkkuvat vihreä ja oranssi valo, voidaan olettaa, että väylä on kytketty oikein, kaapeliin ei kohdistu häiriöitä ja Modbus-laitteet on määritelty rakennusautomaatiojärjestelmään oikein. Väylän toiminnasta tarkemman kuvan saa Fidelix-järjestelmän Modbus-laitteiden diagnostiikasta.

## 6.5 Ohjelman ja pisteiden testaukset

Ohjelman valmistuttua se ladattiin Fidelix-automaatiojärjestelmään. Ohjelma kirjoitti mittauspisteisiin arvoja, jotka eivät vaikuttaneet mittausten kohdalla jär-

keviltä. Ongelma johtui siitä, että Modbus-rekisterilistassa rekistereiden numerointi alkaa numerosta 1 (liite 2), kun Fidelix-automaatiojärjestelmän Modbus-laitteiden numerointi alkaa numerosta 0 (kuva 12). Vaihdoin kaikkien Modbus-laitteiden aloitusrekisterit yhtä numeroa pienemmäksi ja arvot alkoivat vaikuttaa järkeviltä. Pisteiden testaaminen toteutettiin niin, että luin ilmankuivaimen automatiikalta sen antaman pisteen arvon ja vertasin sitä kiinteistöautomaatiojärjestelmässä olevaan.

Seuraava ongelma ilmeni asetusarvojen kirjoittamisen kanssa. Arvot eivät pysyneet käyttäjän asettamina, vaan ohjelma tuotti pisteeseen epätoivottuja arvoja. Hetken ongelmaa pohdittuani huomasin, että ohjelma syötti asetusarvoksi mittauspisteen arvon ilman kerrointa. Toimilohkoa tutkimalla huomasin, että pitorekistereihin ja yksittäisiin pitorekistereihin olivat jääneet samat ohjelman sisäiset muuttujien nimet. Nimeämällä muuttujat uudelleen ongelma poistui. Asetuspisteiden testaaminen suoritettiin muuttamalla Fidelix-automaatiojärjestelmässä asetuspisteiden arvoja ja tarkastamalla ilmankuivaimen automaatiikasta, muuttuvatko tarkoitetut asetusarvot saman arvoisiksi.

Rekisterien tyyppi	1=COILS (READ=1.WRITE=15) ▼	TCP/IP moduli	<input type="checkbox"/>
Aloitusrekisteri	0		
Rekisterien määrä	8		
Debug	<input type="checkbox"/>		

Sanomia yhteensä	192669
Virheitä nyt	0
Virheitä enimmillään	4
Virheitä yhteensä	3238
Viimeisin virhekoodi	Timeout
Vastaanoton odotusaika (ms)	1000
Tyhjennä kaikkien moduulien virhelaskurit	

KUVA 12. Modbus-rekisterit Fidelix-järjestelmässä

## 7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli liittää GEA CAIRfricostar -ilmankuivain Fidelix-järjestelmään. Työn suorituksen ensimmäinen vaihe oli käyttöliittymän grafiikan luominen säätökaavion (liite 3) pohjalta. Ilmankuivaimen lämmöntalteenottolaitteen toiminta erosi tavallisen ilmanvaihtokoneen vastaavasta. Ilmankuivaimen lämmöntalteenottolaitteessa ohituspelti sijaitsee poistoilmakanavan puolella, kun tavallisesti ohituspelti sijaitsee raitisilmakanavan puolella. Ratkaisin ongelman luomalla laitteelle uuden kuvaavamman symbolin.

Toisessa vaiheessa luotiin rakennusautomaatiojärjestelmään pisteet piste-generaattorilla ja ladattiin ne Fidelix-järjestelmään. Kolmas vaihe oli väylän kytkeminen GEA CAIRfricostar -ilmankuivaimen keskuksen ja FX-Spider-40 -automaatiokeskuksen välille. Neljännessä vaiheessa luotiin Modbus-laitteet Fidelix-järjestelmään ja testattiin väylän kommunikointi. Seuraavaksi luotiin Modbus-ohjelmat. Viimeisenä testattiin pisteet ja ohjelman toiminta. Lopuksi viimeistelin vielä käyttöliittymän grafiikan lopulliseen muotoonsa.

Ohjelmien luominen ja testaaminen jätettiin näin myöhäiseen vaiheeseen, koska ohjelmia ei ollut mahdollisuutta testata toimisto-olosuhteissa. Demosalkku ilmankuivaimen automatiikasta olisi varmasti helpottanut sovelluksen luomista. Ilmankuivain saatiin liitettyä onnistuneesti Fidelix-järjestelmään ja valmis sovellys otettiin käyttöön kesällä 2013.

# LÄHTEET

1. History of the Modbus protocol - Siemens Industry, Inc. Saatavissa:  
<http://w3.usa.siemens.com/us/SiteCollectionDocuments/WSSResources/Internet/Products/ModbusInformation.pdf> Hakupäivä 18.12.2013
2. GEA CAIRfricostar Air conditioning of swimming pools with comfort units. 2009 Saatavissa:  
[http://www.teknocalor.fi/files/Tekniset\\_tiedot\\_Uimahallikoneet\\_EN.pdf](http://www.teknocalor.fi/files/Tekniset_tiedot_Uimahallikoneet_EN.pdf) Hakupäivä 28.11.2013
3. FX-SPIDER-40 Automaatiokeskus. 2009 Saatavissa:  
[http://www.fidelix.fi/documents/tuki/SPIDER\\_FI.pdf](http://www.fidelix.fi/documents/tuki/SPIDER_FI.pdf) Hakupäivä 28.11.2013
4. Toimintakaavio & Toimintaselostus FSR70 CAM FIN. Saatavissa:  
[http://www.teknocalor.fi/files/Toimintakaavio\\_&\\_Toimintaselostus\\_FSR70\\_CAM\\_FIN.doc](http://www.teknocalor.fi/files/Toimintakaavio_&_Toimintaselostus_FSR70_CAM_FIN.doc) Hakupäivä 28.11.2013
5. Modicon Modbus Protocol Reference Guide. 1996. Modicon Inc. Saatavissa:  
[http://modbus.org/docs/PI\\_MBUS\\_300.pdf](http://modbus.org/docs/PI_MBUS_300.pdf). Hakupäivä 26.11.2013

OULUN SEUDUN  
AMMATTIKORKEAKOULU

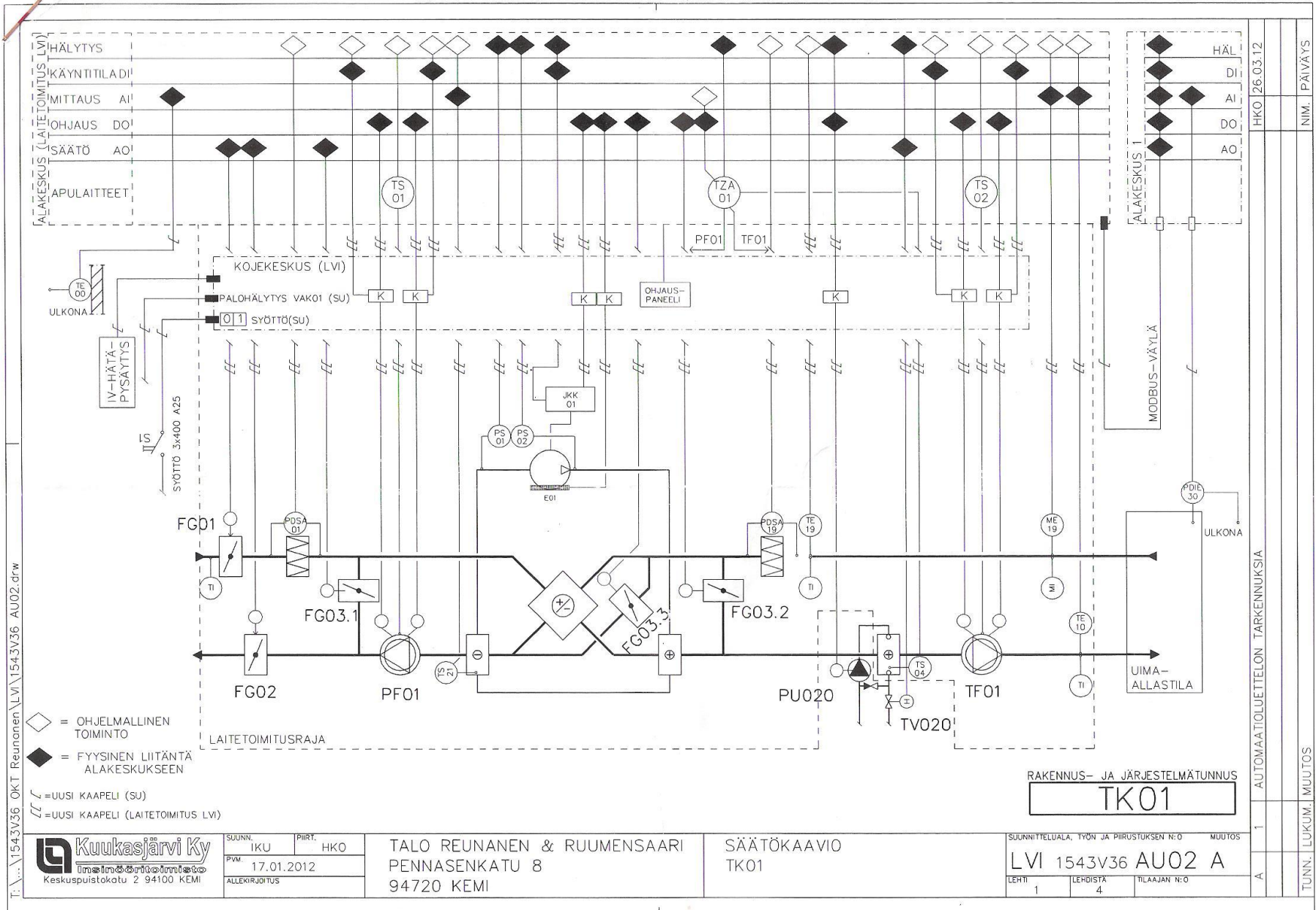


TEKNIKAN YKSIKKÖ  
KOTKANTIE 1, 90250 OULU  
www.oamk.fi

## LÄHTÖTIETOMUISTIO

Työn tiedot	Tekijä <sup>1</sup>	Keijo Kangas	Tilaaaja <sup>2</sup>	Sähköpalvelu J. Yrjänheikki Oy
	Tilaaajan yhdysthenkilö ja yhteystiedot <sup>3</sup>			
	Petri Wäärä			
	Työn nimi <sup>4</sup>			
	Ilmankuivaimen liitäntä Fidelix-järjestelmään			
	Työn kuvaus <sup>5</sup>			
	Gea Cairfricostan kytkeä, käyttönottokomunkon testaus, käyttöliittymän grafiikka, sovellusohjelmointi testaus, käyttönotto			
	Työn tavoitteet <sup>6</sup>			
Sovellus toteutettu ja luovutettu asiakkaalle maaliskuun loppuun mennessä				
Tavoiteaikataulu <sup>7</sup>				
Aineisto koossa maaliskuun lopussa. Raportti huhtikuun loppuun				
Päiväys ja allekirjoitukset <sup>8</sup>				
22 / 2 / 2013				
Tekijän allekirjoitus		Tilaaajan allekirjoitus		
K K		P. U.		
<p>1. Tekijän nimi, puhelinnumero ja sähköpostiosoite.  2. Työn teettävän yrityksen virallinen nimi.  3. Sen henkilön nimi ja yhteystiedot, joka yrityksessä valvoo työn suoritusta.  4. Työn nimi voi olla tässä vaiheessa työnimi, jota myöhemmin tarkennetaan.  5. Työ kuvataan lyhyesti. Sitä esitetään muun muassa työn tausta, lähtötilanne ja työssä ratkaistavat ongelmat.  6. Esitetään lyhyesti ja selvästi työn tavoitteet.  7. Esitetään projektin tavoiteaikataulu. Silloin, kun työllä on välitavoitteita, myös ne merkitään aikatauluun. Tavoiteaikataulun perusteella tekijä laatii oman aikataulunsa.  8. Lähtötietomuuisto päivätään ja sen allekirjoittavat tekijä ja tilaaajan yhdysthenkilö</p>				

Muuttuja	Yksikö	GEA	RAU	RAU	GEA	Huom.	Data base	Tyyppi	Toiminto	Kerroin	Rekisteri	Tehdasarvo
Lämmityspumppu käy		X					X	Digital 1 bit	1		1	
Lämmityspumpun hälytys (jos saatavilla)		X					X	Digital 1 bit	1		2	
Tuloilmapuhaltimen hälytys		X					X	Digital 1 bit	1		3	
Poistoilmapuhaltimen hälytys		X					X	Digital 1 bit	1		4	
Jäätymissuoja-anturin hälytys		X					X	Digital 1 bit	1		5	
Yhteishälytys		X					X	Digital 1 bit	1		6	
Ulkoilmasuodattimen hälytys		X					X	Digital 1 bit	1		7	
Poistoilmasuodattimen hälytys		X					X	Digital 1 bit	1		8	
Käyntitila 0=off, 1=päivä, 2=yö		X				0,1,2	X	Int 16 bit	3	1	1001	
Ulkoilman lämpötila	°C	X					X	Int 16 bit	3	10	1002	
Tuloilman lämpötila	°C	X					X	Int 16 bit	3	10	1003	
Poistoilman lämpötila	°C	X					X	Int 16 bit	3	10	1004	
Poistoilman kosteus	% r.k.	X					X	Int 16 bit	3	1	1005	
Sekoitusilmapiellistön asento	%	X					X	Int 16 bit	3	1	1006	
Jäikilämmityspatterin asento	%	X					X	Int 16 bit	3	1	1007	
LTO-pumppu (jos saatavilla)	%	X					X	Int 16 bit	3	1	1008	
Käyntitila 0=off, 1=päivä, 2=yö, 3=sisäinen kello				X		Asetusarvo	X	Int 16 bit	03+06	1	1009	
Kosteuden asetusarvo (päiväkäyttö)	% r.k.			X		Asetusarvo	X	Int 16 bit	03+06	1	1010	
Kosteuden asetusarvo (yökäyttö)	% r.k.			X		Asetusarvo	X	Int 16 bit	03+06	1	1011	
Lämpötilan asetusarvo (päiväkäyttö)	°C			X		Asetusarvo	X	Int 16 bit	03+06	1	1012	
Lämpötilan asetusarvo (yökäyttö)	°C			X		Asetusarvo	X	Int 16 bit	03+06	1	1013	
Minimi raitisilmavirta	%			X		Asetusarvo	X	Int 16 bit	03+06	1	1014	35 %



T: \... \1543V36 OKT Reunanen \LVI\1543V36\_AU02.drw

**Kuukasjärvi Ky**  
 Keskuspuistikatu 2 94100 KEMI

SUUNN. IKU PIIRT. HKO  
 PVM 17.01.2012  
 ALLEKIRJOTUS

TALO REUNANEN & RUUMENSAARI  
 PENNASENKATU 8  
 94720 KEMI

SÄÄTÖKAAVIO  
 TK01

SUUNNITTELUALA, TYÖN JA PIIRUSTUKSEN N:O MUUTOS  
 LVI 1543V36 AU02 A  
 LEHTI 1 LEHDISTÄ 4 TILAAJAN N:O

HKO 26.03.12		NIM.	PÄIVÄYS
AUTOMAATIOUUTTELOJEN TARKENNUKSIA			
A	1	TUNN.	LUKUM. MUUTOS



**GEA CAIRfricostar -keskus**

**Modbus-väylä**



**FX-Spider-40 -automaatiokeskus**