



Petri Nissilä

## **JÄÄHALLIN RAKENNUSAUTOMAATIO**

# JÄÄHALLIN RAKENNUSAUTOMAATIO

Petri Nissilä  
Opinnäytetyö  
Kevät 2013  
Automaatiotekniikan koulutusohjelma  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu  
Automaatiotekniikan koulutusohjelma

---

Tekijä: Petri Nissilä  
Opinnäytetyön nimi: Jäähallin rakennusautomaatio  
Työn ohjaaja: Timo Heikkinen  
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2013  
Sivumäärä: 29 + 3 liitettä

---

Tämän opinnäytetyön aiheena oli suunnitella ja toteuttaa jäähallin rakennusautomaatio Fidelixin automaatiolaitteilla. Tavoitteena oli saada automaatiojärjestelmällä ohjattavat laitteet toimimaan toimintaselostusten mukaisesti. Työ koostui automaatiosovelluksen luomisesta sekä automaatiolaitteiden asennuksesta ja käyttöönotosta.

Toimintaselostuksessa olevien pisteiden perusteella luotiin pistetietokanta, jonka avulla tehtiin kaapelinvetolista. Sen jälkeen tehtiin laitteiden toimintaa kuvaavat grafiikkakuvat. Seuraavana työvaiheena oli IEC- ja käyttöliittymäohjelmien luonti ala-asemiin, jonka jälkeen suoritettiin laitteiden asennus, testaus ja käyttöönotto.

Automaatiolaitteet saatiin toimintakuntoon määräaikaan mennessä. Toimintakoheet sujuivat hyvin ja laitteet toimivat toimintaselostuksen mukaisesti. Työlle asetetut tavoitteet täyttyivät kokonaisuudessaan.

---

Asiasanat:  
automaatio, rakennusautomaatio, ilmanvaihto, lämmitys, jäähallit, Elvak Oy,  
Fidelix Oy

## **ALKULAUSE**

Tämän insinööriyön tilaajana on toiminut Elvak Oy. Työn ohjaajana Elvakin puolesta toimi Timo Lehto ja valvovana opettajana Timo Heikkinen Oulun seudun ammattikorkeakoulun tekniikan yksiköstä.

Haluan kiittää kaikkia työn toteutuksessa mukana olleita, erityisesti työn valvoja Timo Lehtoa ja työn ohjaajaa Timo Heikkistä.

Oulussa 6.5.2013

Petri Nissilä

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ALKULAUSE	4
SISÄLLYS	5
LYHENTEET JA SANASTO	6
1 JOHDANTO	7
2 JÄÄHALLIN RAKENNUSAUTOMAATIO	8
2.1 Automatisoinnin hyödyt	8
2.2 Ilmanvaihto	8
2.3 Lämmitys	8
2.4 Kosteudenpoisto ja jäähdytys	9
2.5 Lauhde-energia	10
3 LAITTEET	11
3.1 Ala-asetat	11
3.1.1 FX-2025A	11
3.1.2 FX-Spider	11
3.2 Moduulit	12
3.3 Automaatioon liitettävät laitteet	12
4 SOVELLUKSEN TOTEUTUS	13
4.1 Alakeskusten grafiikoiden piirtäminen	13
4.2 KytKentäkuvat ja pistetietokanta	15
4.3 IEC-ohjelmointi	16
4.4 Käyttöliittymäohjelmointi	18
4.4.1 Ilmastoinnin tuloilman säätö	19
4.4.2 Käyttöveden säätö	21
5 ASENNUS JA KÄYTTÖÖNOTTO	23
5.1 Kenttälaitteiden asentaminen ja kytKentä	23
5.2 Testaus ja käyttöönotto	24
6 POHDINTA	26
LÄHTEET	27
LIITTEET	29

## LYHENTEET JA SANASTO

AI	analog input, analogiatulo
AO	analog output, analogialähtö
DI	digital input, digitaalinen tulo
DO	digital output, digitaalinen lähtö
FTP	File Transfer Protocol, TCP-protokollaa käyttävä tiedonsiirtoprotokolla
I/O	Input/Output, tulo/lähtö
IV	ilmanvaihto
LVI	lämpö, vesi ja ilma
LTO	lämmöntalteenotto
TCP/IP	Ethernet-verkossa yleisesti käytetty protokollapino
TK	tuloilmakone
VAK	valvomoalakeskus

# 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tilaajana toimi Elvak Oy. Elvak Oy on automaatioalan yritys, joka keskittyy toiminnassaan rakennusautomaation toteuttamiseen ja ylläpitoon. Yritys toteuttaa kohteita koko Suomen alueella. (1.)

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on toteuttaa jäähallin rakennusautomaatio ohjelmoinnista käyttöönottoon Fidelixin automaatiolaitteilla. Fidelix on kotimainen rakennusautomaatio- ja turvajärjestelmiä kehittävä yritys (2).

Kohteena tässä työssä on vanha jäähalli, jonka saneerauksen yhteydessä uusiautomaatiolaitteet ja lisätään rakennusautomaatiolla ohjattavia laitteita. Rakennusautomaatio koostuu ilmastointikoneista, ilmankuivaimista, lämmönvaihtimesta, kiertoilmakojeesta, valojen ohjauksesta sekä lauhdelämmön hyödyntämisestä. Jäähallissa on kolme valvonta-alakeskusta, jotka ovat yhteydessä toisiinsa TCP/IP-verkon kautta.

## **2 JÄÄHALLIN RAKENNUSAUTOMAATIO**

Rakennusautomaatiolla pyritään saamaan ilmanvaihto- ja lämmityslaitteiden käytöstä paras mahdollinen hyöty sekä minimoimaan laitteiden kuluminen, energiankulutus ja melu (3). Tässä työssä kohteena olevan jäähallin rakennusautomaation tärkeimpiä tehtäviä ovat ilman lämpötilan ja kosteuden sekä käytöveden lämpötilan pitäminen halutuissa arvoissa. Rakennusautomaation avulla otetaan myös talteen jäähdytyskoneiden lauhde-energiaa lämminvesivaraajiin.

### **2.1 Automatisoinnin hyödyt**

Automatisoinnista voi olla monenlaista hyötyä. Sen avulla voidaan ohjata sisäilmastoa ja säästää energiaa pitämällä lämpötila tavoitearvossa. Sillä voidaan myös tehostaa huolto- ja kunnossapitotoimintaa esimerkiksi käyttämällä kaukovalvontaa. Näin osa päivystystehtävistä voidaan selvittää etänä ja puuttua tarvittaessa kriittisiin tapahtumiin. (4.) Poikkeavista tilanteista sekä vioista voidaan lähettää tiedot suoraan vastuuhenkilölle tai huoltoliikkeelle (5, s. 2). Tässä kohteessa automatisoinnilla pyritään tekemään hallin ilmankosteuden ja lämpötilan säätämisestä vaivatonta. Automaation avulla hyödynnetään myös lauhde-energiaa, jota syntyy jäähdytyskoneen käytöstä.

### **2.2 Ilmanvaihto**

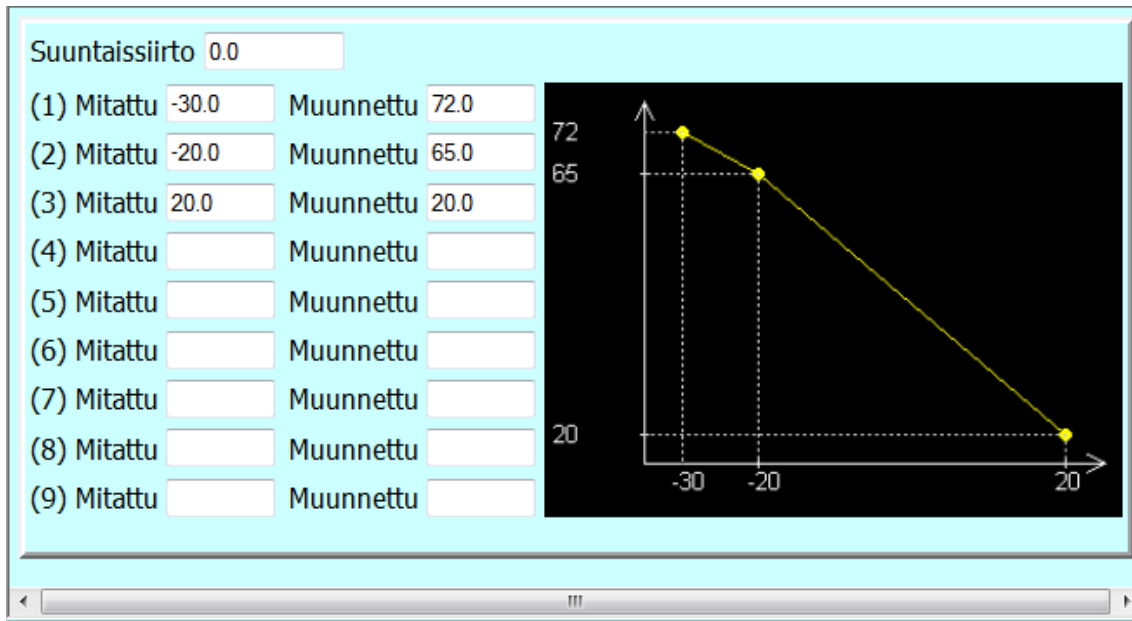
Jäähallin lämpimien tilojen ilmanvaihtolaitteisto on yleensä samanlainen kuin muissa yleisissä rakennuksissa. Puolilämpimien tilojen, kuten jääalueen halliosan, ilmanvaihtojärjestelmä on erilainen. Siinä ilmamäärät ovat suuremmat ja se toimii matalissa lämpötiloissa. Siinä on myös ilmankuivain. (6, s. 7.)

### **2.3 Lämmitys**

Tässä työssä jäähallin lämmönlähteenä käytetään kaukolämpöä. Kaukolämpövaihtimessa on kolme lämmönsiirrintä: käyttövesi-, ilmastointi- ja lämmityssiirrin. Liitteessä 1 on kerrottu lämmönvaihtimen toiminnasta. Jäähallin lämmitys tapahtuu ilmastoinnin ja pattereiden yhteistoiminnalla. Ilmastointi- ja lämmityspiirin menoveden lämpötila määräytyy muunnostaulukon mukaan (kuva 1). Muun-



nostaulukossa on ulkoilman lämpötila ja menoveden asetus. Lämmityspiirissä olevissa pattereissa on omat termostaatit, jotka säätelevät patterin lämpötilaa. Ilmastointikoneissa on omat lämmityspatterit, joiden lämpötilaa säädetään säästöventtiilillä tuloilman lämmitystarpeen mukaan. Ilmastointikone pyrkii pitämään asetetun sisäilman lämpötilan joko lämmittämällä tai viilentämällä tuloilmaa.



KUVA 1. Lämmityspiirin menoveden muunnostaulukko

Käyttöveden lämpötilan säätäminen vaatii toimilaitteelta ja automaatiolta nopeampaa reagointia kuin lämmityspiirin säätäminen, koska lämpimän veden kulutuksen määrä vaihtelee paljon verrattuna ulkoilman lämpötilan vaihteluun. Lämminvesivaraajalla saadaan lämmin vesi riittämään kulutuspiikkien aikana. (7.)

## 2.4 Kosteudenpoisto ja jäähdytys

Jäähallin sisäilman kosteutta poistetaan hallin ilmastointikoneella, jossa on kondenssikuivauspatteri. Sisäilman kosteuden ollessa tarpeeksi alhainen kuivain ei poista kosteutta, mutta jäähdyttää tarvittaessa halliin tulevaa ilmaa (6, s. 21).

Kosteutta poistetaan jäähallista myös erillisillä ilmankuivaimilla. Hallin puolella on yksi ilmankuivain, joka kuivattaa tarvittaessa hallin ilmaa. Jäähallin varustekopeissa on kolme ilmankuivainta, jotka käynnistyvät ilmankosteuden noustes-

sa asetetun raja-arvon yläpuolelle ja sammuvat, kun ilmankosteus on asetetun raja-arvon alapuolella.

## **2.5 Lauhde-energia**

Jäähdytyskoneen käytön seurauksena syntyy lauhde-energiaa, jota käytetään ilmastointikoneen tuloilman ja jäänhoitokoneen käyttämän veden lämmittämiseen. Jäähallissa lauhde-energiaa varastoidaan kahteen lämminvesivaraajaan. Matalalämpöinen energia varastoidaan ensimmäiseen lämminvesivaraajaan ja korkealämpöinen lauhdelämpö toiseen lämminvesivaraajaan. Lämminvesivaraajien lämpöenergiaa käytetään esilämmittämään jäänhoitoon käytettävää vettä. Kaukolämpövaihtimella saadaan tarvittaessa lisää lämpöä jäänhoitoon käytettävään veteen.

Ensimmäisessä lämminvesivaraajassa olevaa lämmintä vettä kierrätetään sulatusmontussa olevan lämmityspatterin kautta. Sulatusmonttuun menevää vettä voidaan lisäksi lämmittää kaukolämmön avulla, jos lauhdelämpöä ei saada tarpeeksi.

## **3 LAITTEET**

Jäähallin rakennusautomaatiojärjestelmässä on kolme ala-asemaa. Valvonta-alakeskus 03 (VAK03) sijaitsee lämmönjakohuoneessa, VAK04 ilmastointikonehuoneessa ja VAK05 lisäosassa, jossa on sulatusmonttu ja jäänhoitokoneen täyttö. Valvonta-alakeskukset ovat yhteydessä toisiinsa TCP/IP-verkon kautta.

### **3.1 Ala-asetat**

Jäähallissa ala-asemina on Fidelixin FX-2025A ja kaksi FX-Spideria. Ne on liitetty toisiinsa Ethernet-verkon välityksellä. Ala-asemiin liitetään moduuleita Modbus-väylällä. Moduuleihin kytketään mittareita, antureita, toimilaitteita ja säätimiä.

#### **3.1.1 FX-2025A**

FX-2025A on teollisuus-PC:hen ja Windows CE-käyttöjärjestelmään perustuva ala-asema, jota voidaan vapaasti ohjelmoida OpenPCS-ohjelman avulla. Ala-aseman grafiikkakuvat luodaan HTML-editorilla. Käyttö, perusohjelmointi ja määritykset tehdään nettiselaimella, joko paikallisella kosketusnäytöllä tai verkko-yhteydellä. Pistelistat eli pistetietokanta luodaan FxPointGenin avulla. I/O-moduulit liitetään ala-asemaan Modbus-väylällä. Ala-aseman näytön yläpuolella oleva merkkivalo näyttää hälytystilanteen. Viilkkuva punainen valo tarkoittaa, että ala-asemassa on kuitaamaton hälytys. Kiinteä punainen valo tarkoittaa kuitattua, yhä voimassa olevaa hälytystä ja vihreä valo tarkoittaa, että ala-asemassa ei ole hälytyksiä. (8.)

#### **3.1.2 FX-Spider**

FX-Spider on vapaasti ohjelmoitavissa oleva alakeskus. Spider on teollisuus-PC, jossa on Windows CE -käyttöjärjestelmä. Alakeskus sisältää sulautetun web-palvelimen. Alakeskuksen grafiikkakuvat luodaan HTML-editorilla. Sovellusohjelmointi tehdään OpenPCS-ohjelmalla. Pistelistat luodaan FxPointGen-sovelluksella. Alakeskuksessa on 40 I/O-pistettä. Niistä 16 on analogiatuloja,

kahdeksan analogialähtöjä, kahdeksan digitaalituloja ja kahdeksan digitaalilähtöjä. Alakeskukseen voidaan lisätä ulkoisia I/O-moduuleita Modbus-väylän avulla. Alakeskuksessa on 5,7 tuuman kosketusnäyttö. (9.)

### **3.2 Moduulit**

VAK04 ala-asemassa käytetään Combi36-, AI8- ja DI16-moduuleita. Combi-moduuli on yhdistelmämoduuli, jossa on 12 DI-, kahdeksan DO-, kahdeksan AI- ja kahdeksan AO-pistettä (10). Moduulin tunnuksen perässä oleva numero tarkoittaa pisteiden lukumäärää.

### **3.3 Automaatioon liitettävät laitteet**

Rakennusautomaatiolla ohjataan neljää tuloilmakonetta (TK01, TK02, TK03, TK04), neljää ilmankuivainta (KU01, KU02, KU03, KU04), kaukolämpövaihdinta, kuutta erillispoistoa (PK21, PK22, PK23, PK24, PK25, PK26) sekä sisä- ja ulkovaloja. Automaatiolla ohjataan myös jäähdytyskoneen käytöstä tulevaa lauhdelämpöä lämminvesivaraajiin. Lauhdelämpöä käytetään ilmastointikoneen tuloilman esilämmittämiseen, sulatusmontun lämmittämiseen sekä jäänhoitokoneen täyttöveden lämmittämiseen.

## 4 SOVELLUKSEN TOTEUTUS

Sovelluksen toteutus aloitettiin tekemällä jokaiselle ala-asemalle oma kytkentäkuva ja pistetietokanta. Pistetietokanta tehtiin FxPointGen-ohjelmalla. Kun pistetietokanta oli tehty, FxPointGenista saatiin valmis kytkentäkuva ja pistelista.

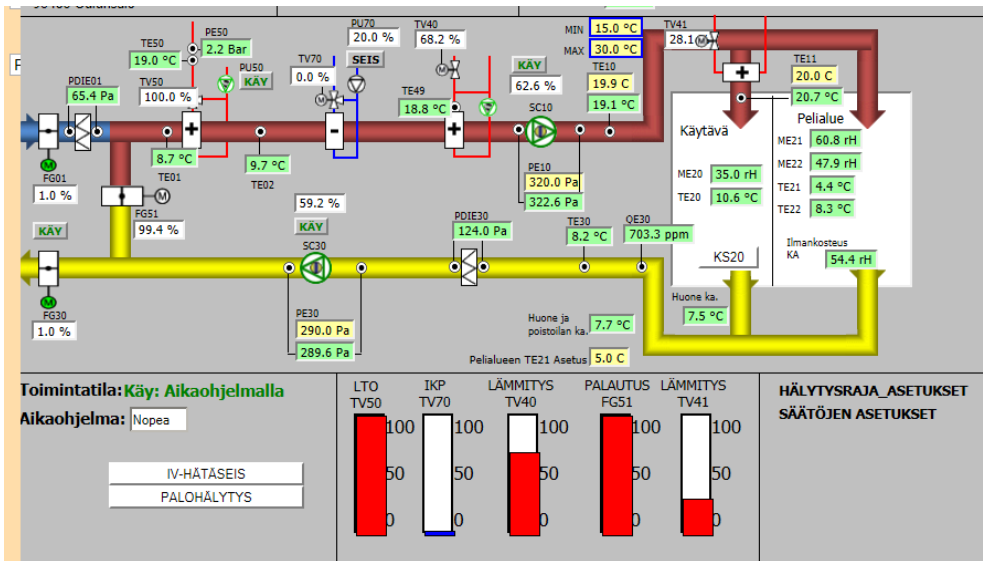
Pistelistan pohjalta tehtiin kaapelinvetolista ja alakeskuksen layout-kuva. Layout-kuva lähetettiin VAK:n toimittajalle ja kaapelivetolista sähköurakoitsijalle. Tämän jälkeen piirrettiin alakeskuksen grafiikkakuvat fidelixin FdxHtmlEdit-ohjelmassa ja tehtiin alakeskuksien ohjelmat OpenPCS-ohjelmalla.

### 4.1 Alakeskusten grafiikoiden piirtäminen

Ala-asemien näytölle tulevien kuvien piirtäminen tehtiin FdxHtmlEdit-ohjelmalla. Ohjelmassa on laaja valikoima symboleita, joita käytettiin apuna kuvien piirtämisessä. LVI-suunnittelijan laatima säätökaavio oli myös apuna kuvien piirtämisessä.

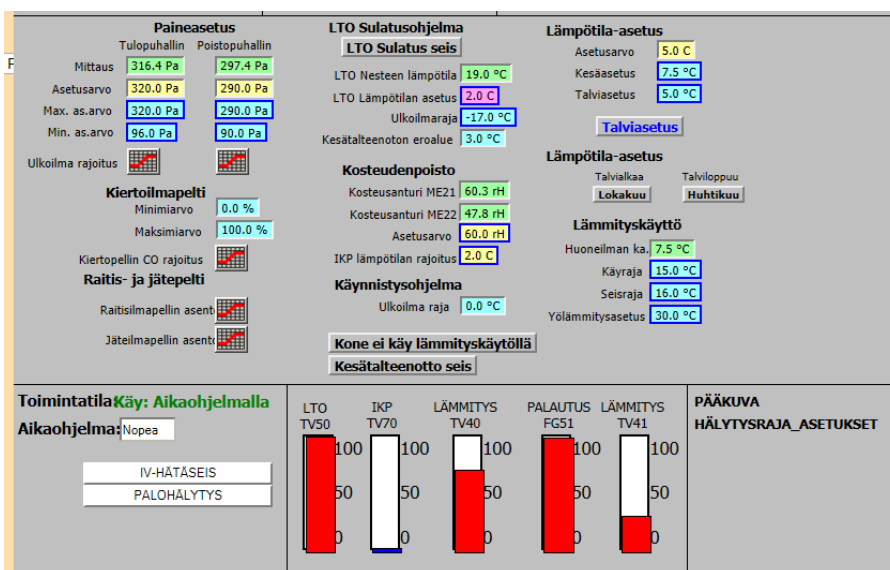
Kuvassa 2 on esimerkki ilmastointikoneen grafiikkakuvasta. Grafiikkakuvissa esitetään mittauspisteet, tilatiedot, ohjaukset ja säätöpisteet. Kuvissa vihreät laatikot sisältävät mittaustiedon. Keltaiset laatikot sisältävät asetusarvon. Pumppujen symboli muuttuu pumpun tilan mukaan. Kun pumppu ei käy, symboli on valkoinen. Kun pumppu käy, symboli on vihreä ja symbolin sisällä oleva merkki pyörii. Pumpun symbolin vieressä olevasta harmaasta laatikosta näkee pumpun ohjauksen tiedon, seis tai käy. Pumpun nopeuden asetusarvo näkyy symbolin vieressä olevasta valkoisesta laatikosta.

IV-peltien ohjauksen näkee peltien symbolin muutoksesta ja symbolin vieressä olevasta harmaasta laatikosta. Pellin ollessa auki laatikossa lukee auki ja symbolissa oleva musta viiva on putken suuntaisesti. Pellin ollessa kiinni laatikossa lukee kiinni ja symbolissa oleva musta viiva on poikittain putkessa. Säätöpeltien asento näkyy pellin vieressä olevasta valkoisesta laatikosta.



KUVA 2. TK01, ilmastointikoneen grafiikkakuva

Tämän projektin grafiikoiden piirtäminen aloitettiin luomalla kullekin al-  
 asemalle omat aloitussivut. Aloitussivulla on ala-asemaan kytkettävien laitteiden  
 linkit. Laitteen sivulla näkee laitteen toimintaa ja voi säätää lämpötilojen ase-  
 tusarvoja. Laitteen sivulla on myös linkki hälytyssivulle ja SÄÄTÖJEN ASE-  
 TUKSET -sivuille. Hälytyssivulta pääsee muokkaamaan mittausten hälytysrajo-  
 ja. SÄÄTÖJEN ASETUKSET -sivulta pääsee muokkaamaan laitteen muita ase-  
 tuksia, kuten raitisilman määrän rajoitusta pakkasella ja kiertopellin hiilidioksidi-  
 rajoitusta. (Kuva 3.)



KUVA 3. TK01, säätöjen asetukset

## 4.2 KytKentäkuvat ja pistetietokanta

Grafiikoiden piirtämisen jälkeen luotiin ala-asemien pistetietokanta ja alakeskuksen kytkentäkuva FxPointGen-sovelluksella. Pistetietokanta on ala-asemakohtainen. Pistetietokantaa luotaessa pitää tietää, mitä moduulityyppejä käytetään. Fx-Spideriä käytettäessä on moduulivälilehdeltä laitettava Spyder-StartAddress ykköseksi. Näin ohjelma luo oikeanlaiset kytkentäkuvat Fx-Spider-alakeskukselle.

Pistetaulukko-välilehdelle laitettiin halutut pistetunnukset. Koko pistetunnus määräytyy ala-aseman numeron, laitetunnuksen ja pistetunnuksen mukaan. Taulukosta valittiin pistetunnusta vastaava pistetyyppi ja kirjoitettiin pistettä kuvaava teksti. Pistetyyppi kertoo pisteen tyypin ja sen, onko piste fyysinen vai fiktiivinen. Yhteen pistetunnukseen voidaan valita useita pistetyyppejä. Kun kaikki pistetunnukset oli merkitty, painettiin välilehden yläreunassa olevaa Add PointTable points to Pointlist -linkkiä. Ohjelma luo syötettyjen tunnusten mukaan listan pistelista-välilehdelle. Ohjelma järjestää listan pisteiden tyyppien mukaan. Kuvassa 4 on otos pistetietokannasta. Pistetietokannan avulla luodaan kaapelinvetolista, josta on esimerkkisivu liitteenä (liite 2).

Check PointTable lines		Device name build order										Ala-asema														
Print Preview all		Zoom all										Tekijä														
												Päiväys														
Point name variable part													1?=Fictive, 2?=Physical, ?1=one speed, ?2=two speed, ?3=counter				Point text fields									
8	9	10	11	12	13	AL	AL	AL	AL	AL	DO	DO	IND	IND	AI	AI	AI	AO	AO	CTRL	TT					
H	RH	ARH	YRH	FH	O	FO	I	FI	M	ARM	YRM	A	FA	C	TT											
04	TK01	TE70						10ARH	10YRH						20M										TK01	Ilmankuivauspiirin lämpö
04	TK01	PE70						10ARH	10YRH						20M										TK01	Ilmankuivauspiirin pain
04	TK01	TE03						10ARH	10YRH						20M										TK01	Lämpötila ilmankuivaus
04	TK01	TE49						10ARH	10YRH						20M										TK01	Lämmityspatterin lämp
04	TK01	TZA01				20H																			TK01	Jaatymisvaaratermoste
04	TK01	TV40																20A							TK01	Lämmityspatterin ventt
04	TK01	SC40								10FH		21I													TK01	Lämmityspatterin purk
04	TK01	SC30				20H				10FH	21O	21I						20A							TK01	Poistopuhaltimen taaju
04	TK01	PDIE30						10ARH	10YRH						20M										TK01	Poistoilmansuodatin l
04	TK01	SC10				20H				10FH	21O	21I						20A							TK01	tulo puhaltimen taajuus
04	TK01	TE30						10ARH	10YRH						20M					10S					TK01	Poistoilman lämpötila
04	TK01	PE30						10ARH	10YRH						20M					10S					TK01	Poistoilmanpaine
04	TK01	QE30						10ARH	10YRH						20M										TK01	Poistoilman hiilidioksidi
04	TK01	TE10						10ARH	10YRH						20M					10S					TK01	Tuloilman lämpötila
04	TK01	PE10						10ARH	10YRH						20M										TK01	tuloilmanpaine
04	TK01	TE20						10ARH	10YRH						20M										TK01	ilman lämpötila

KUVA 4. Pistetietokanta

Pistelista-välilehdellä määritettiin fyysisten I/O-liityntäpisteiden paikat, hälytyspisteiden hälytysryhmä, mittauspisteiden muunnostaulukot ja näytettävien desimaalien määrä (kuva 5). Näitä tietoja voidaan muokata myös käyttöliittymästä. Kun tiedot oli syötetty, painettiin Add Modules -linkkiä. Linkkiä painettaessa oh-

ohjelma luo alakeskuksen kytkentäkuvat ja tarkistaa, onko osoitteissa päällekkäisyyksiä sekä onko osoitteet määritetty oikealle alueelle. Liite 3 on VAK05:n kytkentäkuva. Kun kytkentäkuvat oli luotu, painettiin pistelista-välilehdellä olevaa SaveAndExit-linkkiä. Ohjelma loi tekstimuotoisen tiedoston, jota ala-asema osaa lukea. Tekstitiedosto siirrettiin ala-aseman järjestelmämuistiin. Kun halutaan lukea toisesta ala-asemasta pisteiden arvoja, voidaan järjestelmän muistiin siirtää useampia tekstitiedostoja. Silloin pisteiden I/O-liityntäpisteeksi täytyy laittaa nolla. Pisteitä voidaan luoda myös käyttöliittymästä.

Name	Text	Port	Module	Point	Analog=1	Scaling	Min Pulse	Offset	Lookup Table	Unit
04_TK02_TE30_M	TK02 Poistoilman lämpötila	3	1	8	1	1	10	0	NTC10	°C
04_TK02_TE10_M	TK02 Tuloilman lämpötila	3	1	7	1	1	10	0	NTC10	°C
04_TK02_PE10_M	TK02 Tulopuhaltimen paine-ero	3	1	6	1	1	10	0	0_2000	Pa
04_TK02_PE30_M	TK02 Poistopuhaltimen paine-ero	3	1	5	1	1	10	0	0_2000	Pa
04_TK02_TE49_M	TK02 Lämmityspatterin paluovesi	3	1	4	1	1	10	0	NTC10	°C
04_TK02_POIE30_M	TK02 Poistoilansuodatin	3	1	3	1	1	10	0	0_2000	Pa
04_TK02_TE01_M	TK02 Tuloilmanlämpötila LTO:n jälkeen	3	1	2	1	1	10	0	NTC10	°C
04_TK02_PES0_M	TK02 LTO:n paine-ero	3	1	1	1	1	10	0	0_2000	Pa
04_EP_VE00_M	Ulkovaloisuus Valoisuusanturi	3	2	7	1	1	10	0	LUX	lux
04_KU04_ME21_M	KU04 Kosteusanturi	3	2	6	1	1	10	0	0_100	rH
04_TK03_TE20_M	TK03 Huoneilman lämpötila toimisto	3	2	5	1	1	10	0	NTC10	°C
04_TK03_QE30_M	TK03 Poistoilman hiilidioksidi	3	2	4	1	1	10	0	0_2000	CO2
04_TK03_TE30_M	TK03 Poistoilman lämpötila	3	2	3	1	1	10	0	NTC10	°C
04_TK03_TE10_M	TK03 Tuloilman lämpötila	3	2	2	1	1	10	0	NTC10	°C
04_TK03_PE10_M	TK03 Tulopuhaltimen paine-ero	3	2	1	1	1	10	0	0_2000	Pa
04_TK01_TE03_M	TK01 Lämpötila ilmankuivuspatterin jälkeen	3	22	8	1	1	10	0	NTC10	°C
04_TK01_PE70_M	TK01 Ilmankuivuspiirin paine	3	22	7	1	1	10	0	0_2000	Pa
04_TK01_TE70_M	TK01 Ilmankuivuspiirin lämpötila	3	22	6	1	1	10	0	NTC10	°C
04_TK01_TE02_M	TK01 Tuloilmanlämpötila LTO:n jälkeen	3	22	5	1	1	10	0	NTC10	°C

KUVA 5. Pistelistan merkinnät

### 4.3 IEC-ohjelmointi

IEC-ohjelmoinnilla tehdään erillisiä lukituksia ja vaativia säätöjä ja ohjauksia. Lukituksilla tarkoitetaan esimerkiksi ilmastointikoneen käynnistyksen estäviä toimintoja. Fidelixin laitteiden ohjelmointi tehdään Infoteam OpenPCS-ohjelmalla, joka noudattaa IEC 61131-3 -teollisuusstandardia. Suoritettavaan ohjelmaan luetaan tarvittavat tiedot I/O-pisteistä. IEC-ohjelmoinnissa käytetään pääasiassa if-lauseita.

Tässä opinnäytetyössä ilmastointikoneiden ohjauksessa käytettiin hyväksi vanhoja ohjelmia muokkaamalla niitä tarkoitukseen sopiviksi. Säätöpisteiden ohjelmointi tapahtuu yleensä käyttöliittymän kautta. Käyttöliittymäohjelmoinnista kerrotaan tarkemmin luvussa 4.4. Jäähallin ilmastointikoneiden puhaltimet ovat painesäädössä. Puhaltimien tuottamaa paine-eroa mitataan paineanturilla. Ilmastointikoneen paineasetusarvo tulee IEC-ohjelmasta. Ohjelmassa luetaan käyttäjän määrittämä puhaltimen paineasetusarvo ja tehdään ulkoilmakompen-



sointi paineasetusarvoon. Ulkoilmakompensoinnilla pienennetään puhaltimien nopeutta kovilla pakkasilla.

Jäähallin toimistojen TK03:n poistoilmakanavaan asennettiin anturi, joka mittaa hiilidioksidipitoisuutta. Pitoisuuden kasvaessa ohjelma säätää ilmastointikonetta suuremmalle teholle. Vaikka hiilidioksidipitoisuus olisi korkea, ulkoilmakompensointi voi rajoittaa puhaltimen pääsyn täydelle nopeudelle.

TK01:n ilmankuivainpatterin venttiilin säätämisessä käytettiin myös IEC-ohjelmointia apuna. Ilmankuivainpatteria käytetään ilmankuivatukseen ja -jäähdytykseen. Käyttöliittymän kautta tehtiin kaksi säätöpistettä, joista toinen säätää ilmankosteutta ja toinen lämpötilaa. Ohjelmaan luetaan ilmankosteuden ja lämpötilan säätöpisteiden asetusarvot. Molemmissa säädöissä venttiili on ensimmäisessä säätöportaassa. Säättöjen antamia asetusarvoja verrataan ja venttiiliä säädetään suuremman arvon mukaisesti. Venttiilin asetusarvoon tehtiin myös rajoitus, joka estää tuloilman lämpötilan pääsemisen liian alas. Ilmankuivauspiirissä olevan pumpun nopeutta kasvatetaan, kun venttiilin asetusarvo kasvaa.

Lauhde-energiaa varastoivien lämminvesivaraajien lämpötilan säätö tehtiin IEC-ohjelmoinnilla. Lämpötilaa säädetään lauhdelämpöpiirin pumpun käynnistämällä ja pysäyttämällä. Lämminvesivaraajissa on kaksi lämpötila-anturia. Toinen anturi on sijoitettu varaajan yläosaan ja toinen alaosaan. Pumppu käynnistyy, kun alempana olevan anturin lämpötila laskee tarpeeksi alas, ja pysähtyy, kun ylemmäksi sijoitetun anturin lämpötila on tarpeeksi suuri. Kummassakin lämminvesivaraajassa on oma pumppu.

Kaukolämpövaihtimen lämmityspiirien pumppuja ohjataan ulkolämpötilan mukaan. Ohjelma laskee ulkoilman lämpötilan päiväkeskiarvon, ja kun se nousee asetetun rajan yläpuolelle, pumput pysähtyvät. Pumppuja käytetään kuitenkin joka päivä vähintään tunnin ajan. Lämmityspiirin lämpötilasäätöihin tehtiin liukuva hälytys, joka hälyttää, kun lämmityspiirin lämpötila poikkeaa yli kymmenen astetta asetusarvosta.

Jäähallin ilmankuivainta ja varustekoppien ilmankuivaimia ohjataan ilmankosteuden ja aikaohjelman mukaan. Kuivaimet lähtevät päälle, jos ilmankosteus nousee asetetun rajan yläpuolelle ja aikaohjelma sallii laitteen käynnistymisen. Kuivaimet sammuvat, kun ilmankosteus on laskenut asetetun raja-arvon alapuolelle.

#### **4.4 Käyttöliittymäohjelmointi**

Osa ohjelmoinnista tehtiin Fidelixin käyttöliittymästä, kuten säätöpisteet, hälytykset ja aikaohjelmat. Ennen käyttöliittymäohjelmoinnin aloittamista siirrettiin grafiikkakuvat, pistetietokanta ja ohjelmat ala-asemaan. Ala-asemana käytettiin simulointivaiheessa käytettävää ala-asemaa. Grafiikkakuvat ja pistetietokanta siirrettiin FTP-yhteydellä. Ohjelmat siirrettiin OpenPCS-ohjelmalla.

Käyttöliittymästä ohjelmoitiin kaikkien mittausten hälytysrajat ja hälytysviiveet. Aikaohjelmien ja muunnostaulukoiden asetukset tehtiin myös käyttöliittymästä. Mittauksissa käytettävät muunnostaulukot on valmiiksi ohjelmoitu käyttöliittymään (11).

Säätöpisteen ohjelmoinnissa on valittavana kolme säätötapaa: asetusarvosäätö, kompensointisäätö ja kaskadisäätö. Jokaista säätötapaa voidaan käyttää P- tai PI-säätimenä. Asetusarvosäätöä käytetään, kun säädettävän kohteen asetusarvoa ei muuteta. Kompensointisäätöä käytetään, kun säädettävän kohteen asetusarvo muuttuu jonkin ulkoisen muuttujan mukaan. Kompensointisäätöä käytetään esimerkiksi lämmityspiirin säädössä, kun ulkolämpötila vaikuttaa lämmityspiirin menoveden lämpötilaan (kuva 6). Kaskadisäätöä käytetään, kun säädettävän kohteen asetusarvoa muutetaan toisella asetusarvolla. Kaskadisäätöä käytetään esimerkiksi ilmastoinnin tuloilmanlämpötilan säätämisessä. Tuloilman lämpötilan asetus riippuu poistoilman lämpötilasta.

Tunnus	03_IV01_TE40_S	Teksti	IV-menoveden lämpötila	Taso: Katselu	0
				Taso: Käsiohjaus	0
				Taso: Ohjelmointi	0

Päämittaus	03_IV01_TE40_M	Ulkolämpötilamittaus	03_UT01_TE00_M
<input type="radio"/> Vakioasetusarvo			
<input type="radio"/> Kaskadisäätö	Muunnostaulukko	03_IV01_TE40_L	
<input checked="" type="radio"/> Kompensointisäätö	Kompensointimittaus	03_UT01_TE00_M	
Indikointipiste		Hitaan nopeuden kerroin	1
Integrointi-aika (sek)	100	Integroinnin herkkyys	0.2
Yksikkö	°C	Desimaaleja	1
Suoritusväli (sek)	5	Tilateksti	
Kuva	<input type="button" value="Avaa"/> LJH.htm	Auto	<input checked="" type="checkbox"/>
Tasapainopiste (porras ja arvo)	-- 0%	Jäähdytyksen kuollut alue	0

<b>Portaat</b>	Portaita käytössä	1	
Numero	1	Nimi	IV venttiili TV45
Suhdealue	80	AO Lähtöpiste	03_IV01_TV45_A
Ulkolämpörajoitus Raja / Suhdealue	-99	1	
Lähdön minimi	0	Lähdön maksimi	100

KUVA 6. Ilmastoinnin lämmityspiirin menoveden säädön ohjelmointi

#### 4.4.1 Ilmastoinnin tuloilman säätö

Tuloilman lämpötilan säätö aloitettiin valitsemalla säätöportaiden määrä säätömeen. Jäähallin TK01:ssä säätöportaita on neljä. Ensimmäiseen säätöportaan laitettiin jäähdytysventtiili, toiseen portaaseen sisäilman kiertopelti, kolmanteen portaaseen lämmöntalteenotto (LTO) -venttiili ja neljänteen portaaseen lämmityspatterin venttiili. Lämmitystarpeen kasvaessa jäähdytysventtiili suljetaan, jos jäähallin ilmankosteus sen sallii. Jäähdytyspatteri toimii myös ilmankuivaimena. Lämmöntarpeen kasvaessa säädetään kiertopeltiä ottamaan osa tuloilmasta poistoilmakanavasta. Jos tuloilma ei lämpene tarpeeksi, avataan LTO-venttiiliä. Viimeinen keino tuloilman lämmittämiseen on avata lämmityspatterin venttiiliä.

Kiertopellin asetusta rajoitetaan sisäilman hiilidioksidiasetuksella. Hiilidioksidin määrän kasvaessa otetaan raitista ulkoilmaa enemmän. TK01:n LTO-patterissa kiertää jäähdytyskoneelta tuleva lauhdelämpö. Kuvassa 7 näkyy tuloilman säätöpisteen ohjelmointi kaskadisäädöllä.

Tunnus	04_TK01_TE10_S	Teksti	TK01 Tuloilman lämpötila	Taso: Katselu	0
				Taso: Käsiohjaus	0
				Taso: Ohjelmointi	0

<b>Pääsäätö</b>					
Päämittaus	04_TK01_TE10_M	Ulkolämpötilamittaus			
<input type="radio"/> Vakioasetusarvo <input checked="" type="radio"/> Kaskadisäätö    Säätöpiste 04_TK01_TE30_S    Porras 1 ▾ <input type="radio"/> Kompensointisäätö					
Indikointipiste	04_TK01_SC10_I	Hitaan nopeuden kerroin	1		
Integrointi-aika (sek)	60	Integroinnin herkkyys	0.2		
Yksikkö	C	Desimaaleja	1		
Suoritusväli (sek)	5	Tilateksti			
Kuva	<input type="button" value="Ava"/> TK01.htm	Auto	<input checked="" type="checkbox"/>		
Tasapainopiste (porras ja arvo)	4 ▾ 50% ▾	Jäähdytyksen kuollut alue	0		

<b>Portaat</b>					
Portaita käytössä 4 ▾					
Numero	1	Nimi	IKP venttiili		
Suhdealue	30	AO Lähtöpiste	04_TK01_TV70_FFA		
Ulkolämpörajoitus Raja / Suhdealue		-30	1		
Lähdön minimi	100	Lähdön maksimi	0		

*KUVA 7. Tuloilman lämpötilan säätöpisteen ohjelmointi*

Jäähallin muissa ilmastointikoneissa lämmitysportaita on kaksi, LTO ja lämmityspatterin venttiili. TK02:n LTO on ristivirtakenno, jossa poistoilma lämmittää tuloilmaa. LTO:ta säädetään LTO-pellillä, jolla ohjataan osa tuloilmasta menemään ristivirtakennon läpi. Näin ristivirtakennon lämmitystehoa voidaan säätää.

TK03:n LTO on pyörivä LTO. Pyörivässä LTO:ssa tuloilma ja poistoilma menevät pyörivän lämmönsiirtimen lävitse. Tuloilman lämpötilaa säädetään LTO:n pyörimisnopeutta muuttamalla. Säätöportaaseen määritettiin paluueden lämpötilan asetusarvo seisokkitilassa ja käyntitilan rajoitusarvo (kuva 8). Seisokkitilan asetusarvolla varmistetaan, ettei lämmityspatterin lämpötila pääse liian alas, kun ilmastointikone ei ole käynnissä. Käyntitilan rajoitusarvolla rajoitetaan paluueden lämpötilan laskua ilmastointikoneen ollessa käynnissä.

Rajoitusarvo	0	Suhdealue	1
Numero	4	Nimi	LP-venttiili TV40
Suhdealue	80	AO Lähtöpiste	04_TK01_TV40_A
Ulkolämpörajoitus Raja / Suhdealue	-30		1
Lähdön minimi	0	Lähdön maksimi	100
Seisokkiarvo	0	Tyyppi	---
Rajoittava mittaus			
Rajoitusarvo	0	Suhdealue	1

<b>Paluuvesisäätö</b>	Porrasnumero	4
<b>Seisokkitila</b>	Asetusarvo	25
	Suhdealue	20
<b>Käyntitila</b>	Rajoitusarvo	15
	Rajoituksen suhdealue	10
Paluuvesimittaus		04_TK01_TE49_M

KUVA 8. Lämmityspatterin paluuvien asetusarvot

#### 4.4.2 Käyttöveden säätö

Käyttövesisäädössä laitettiin menovesimittaus säädön mittauspisteeksi. Käyttöveden vakioasetusarvoksi laitettiin 58 celsiusastetta. Ulkoiset muuttujat eivät muuta asetusarvoa. Samanlaista asetusarvosäätöä käytetään ilmankuivauspiirin-, jäänhoitokoneen täyttöveden ja lauhdelämmön LTO-piireissä. Jäänhoitokoneen täyttöveden säätö pidetään vain silloin päällä, kun täyttövesipisteessä on vedenkulutusta. Kuvassa 9 näkyy käyttöveden lämpötilan säätöpisteen ohjelmointi.

Tunnus	03_LV01_TE40_S	Teksti	Käyttöveden lämpötila	Taso: Käsihjaus	0
				Taso: Ohjelmointi	0
Päämittaus	03_LV01_TE40_M	Ulkolämpötilamittaus			
<input checked="" type="radio"/> Vakioasetusarvo Oletusarvo 58 <input checked="" type="checkbox"/> Kopioi käsiasetus oletukseksi <input type="radio"/> Kaskadisäättö <input type="radio"/> Kompensointisäättö					
Indikointipiste		Hitaan nopeuden kerroin		1	
Integrointi aika (sek)	90	Integroinnin herkkyys		0.2	
Yksikkö	°C	Desimaaleja		1	
Suoritusväli (sek)	1	Tilateksti			
Kuva	<input type="button" value="Avaa"/> LjH.htm	Auto		<input checked="" type="checkbox"/>	
Tasapainopiste (porras ja arvo)	-- 0%	Jäähdytyksen kuollut alue		0	
<b>Portaat</b> Portaita käytössä 1					
Numero	1	Nimi		LV venttiili	
Suhdealue	40	AO Lähtöpiste		03_LV01_TV45_A	
Ulkolämpörajoitus Raja / Suhdealue				-30 1	
Lähdön minimi	0	Lähdön maksimi		100	

KUVA 9. Käyttövesisäädön ohjelmointi

## 5 ASENNUS JA KÄYTTÖÖNOTTO

Tässä luvussa käsitellään kenttälaitteiden asentamista ja kytkentää sekä testausta ja käyttöönottoa. Kenttälaitteiden sijoittamisessa täytyy ottaa huomioon mittaustulokseen vaikuttavat tekijät. Testauksessa pyritään löytämään kaikki pienetkin virheet. Yleisimmin virheitä tulee asennusvaiheessa.

### 5.1 Kenttälaitteiden asentaminen ja kytkentä

Kun kaikki kaapelit oli vedetty paikoilleen, aloitettiin kenttälaitteiden asentaminen. Ennen asentamista kenttälaitteiden paikat merkittiin sähköasentajien työn helpottamiseksi. Lämpötila-anturit sijoitettiin lähelle putken keskiosaa ja tarpeeksi etäälle jäähdytys- ja lämmityspatterista. Jäähallin huoneanturit sijoitettiin kolmeen paikkaan. Ensimmäinen anturi laitettiin lähellä jäätasoa, toinen katso-  
mon yläosaan ja kolmas käytävälle. Ilmastointikoneiden tärkeimmät lämpötila-anturit asennettiin tuloilma- ja poistoilmakanaviin. Ilmastointikoneiden tuloilmaa säädetään niiden mukaan.

Ilmastointikoneiden paineantureiden asentaminen tehtiin siten, että paineletkut olisivat mahdollisimman lyhyitä, mutta ne olisivat silti tarpeeksi kaukana puhaltimesta tasaisemman mittaustuloksen saamiseksi. Paineanturin kannessa olevan näytön pitää jäädä näkyvälle paikalle.

Venttiilimoottoreiden asentamisessa täytyy ottaa huomioon venttiilin karan asento ja venttiilimoottorin asento. Venttiilimoottorin asentoa voidaan muuttaa kääntämällä moottori käsiasentoon ja vääntämällä kahvasta.

Kytkeä aloitettiin kytkemällä kenttälaitteisiin kaapelit. Kenttälaitteet oli johdettu vähintään kaksiparisella kaapelilla. Joihinkin kenttälaitteisiin oli laitettu useampiparinen kaapeli. VAK:n kytkennän helpottamiseksi on olemassa muutamia kytkentätapoja kenttälaitteille. Passiiviset lämpötila-anturit kytketään ensimmäiseen pariin. Aktiivisissa kenttälaitteissa ensimmäiseen pariin kytketään syöttöjännite, ensimmäisen parin valkoiseen johtimeen kytketään nolla ja oranssiin johtimeen jännite. Toisen parin valkoiseen johtimeen kytketään kenttälaitteelta tuleva tai kenttälaitteelle menevä viesti. Taajuusmuuntajat kytketään

siten, että ensimmäiseen pariin tulee tilatieto, toiseen pariin ohjaus ja kolmannen pariin säätöviesti.

Jäähallissa on kolme alakeskusta. Kaikilla VAK:illa on oma kytkentäkuva, jonka mukaan VAK:t kytkettiin. Kytkentäkuviin ei ole merkitty mihin kenttälaitteeseen jännite kytketään. VAK:n analogiamittauksissa täytyy dippikytkimellä valita joko virta-, jännite- tai vastusmittaus.

## **5.2 Testaus ja käyttöönotto**

Ala-asemiin toteutetut toiminnot on ohjelmointivaiheessa testattu simuloimalla. Simuloinnissa muutettiin käsin mittaus- ja asetusarvoja sekä luotiin järjestelmään todellisia tilanteita, joissa järjestelmän oli toimittava vaaditulla tavalla. Simuloinnin jälkeen otettiin simulointiala-asemasta talteen datakansiot FTP-yhteydellä. Ennen datakansioiden siirtoa täytyi järjestelmä pysäyttää telnet-yhteydellä. Käyttöönottovaiheessa datakansio ja grafiikkakuvat siirrettiin jäähallin ala-asemiin.

Datakansion ja grafiikkakuvien siirron jälkeen ala-aseman näytöltä näkyi, mitkä mittaukset toimivat. Lämpötilamittauksen oikea sijainti varmistettiin yhdistämällä anturin liittimet lyhyellä johtimen pätkällä. Venttiilien ja säätöpeltien oikeaan suuntaan toimiva ohjaus testattiin muuttamalla käsin venttiilin ja säätöpellin asetusta. Ilmastointikoneissa tärkeimpiä testauksia ovat lukitusten ja jäätymissuojan testaaminen. Jäätymissuojaa testattiin irrottamalla lämmityspatterin paluuvien anturista toinen johdin, jolloin jäätymissuoja katkaisi tulopuhaltimelta sähkönsyötön ja ajoi lämmityspatterin venttiilin täysin auki. Jäätymissuoja täytyi käydä kuittaamassa VAK:n sisällä olevasta napista. Ilmastointikoneet ja erillispoistot on ohjelmoitu sammumaan ilmastoinnin hätäseis-painikkeen tai palokeskuksen ilmoittaman palon ollessa aktiivisia.

Puhaltimien testaaminen aloitettiin ottamalla puhaltimien parametrit ylös moottorin arvokilvestä. Taajuusmuuttajalle syötettiin puhaltimen jännitteen, maksimivirtamäärän, tehon, tehokertoimen ja kierroslukumäärän parametrit. Näillä tiedoilla taajuusmuuttaja osaa säätää puhaltimelle syötettävän tehon ja taajuuden pyörimisnopeudensäädön mukaan.



Varustekoppien ilmankuivaimien testaamisessa huomattiin, että kuivaimien tilatieto ei muutu ala-asemalla, vaikka kuivaimet lähtevät päälle. Kytkennöistä ei löytynyt virhettä. Kun kuivaimen sisällä olevat tilatietokoskettimien navat yhdistettiin, tilatieto muuttui ala-asemalla. Soittamalla maahantuoajalle selvisi, että kuivaimen sisällä olevassa ohjelmassa on virhe, jonka takia laitteesta ulospäin lähtevä tilatieto ei muutu. Maahantuoja selvittää, voiko virhettä korjata.

Kenttälaitteiden positiomerkinnät tehtiin samanaikaisesti testauksen kanssa. Kenttälaitteen toimiessa oikein liimattiin tarra kenttälaitteen viereen. Merkinnät helpottavat kenttälaitteen tunnistamista. Jokainen tehty työvaihe merkittiin kytkentäkuvaan, joka lähetettiin puhtaaksi kirjoitettuna toimintakokeiden pitäjälle.

Testausten jälkeen virallisissa toimintakokeissa käytiin laitteiden toimintaa läpi tarkastuspöytäkirjan mukaisesti.

## 6 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli ohjelmoida ja toteuttaa jäähallin rakennusautomaatio Fidelixin automaatiojärjestelmällä. Työhön kuului ohjelmien, pistetietokannan ja grafiikkakuvien tekeminen ala-asemiin sekä ala-asemien ja kenttälaitteiden asentaminen ja kytkentä. Rakennusautomaatiojärjestelmien testaus ja käyttöönotto kuuluivat myös projektiin. Raportin teoriaosassa olen käsitellyt jäähallin rakennusautomaatiota, johon sisältyvät ilmanvaihto, lämmitys, kosteudenpoisto ja jäähdytys sekä lauhde-energia.

Minulla oli kokemusta samantyylisten projektien tekemisestä jo ennestään, koska olin ennen opinnäytetyön tekemistä tuotantopainotteisessa harjoittelussa Elvak Oy:ssä ja pääsin siellä tekemään vastaavia töitä. Työn aloittamisvaiheessa sain toimintakaaviot, joiden pohjalta lähdin toteuttamaan projektia. Projekti eteni ilman suurempia ongelmia. Rakennusautomaatio saatiin toimintakuntoon sovittuun toimintakoepäivään mennessä, mutta jäähallissa oli niin paljon rakennustyön aiheuttamaa pölyä, että toimintakokeet jouduttiin siirtämään. Toimintakokeissa sovimme muutostöistä, jotka poikkesivat toimintakaavioiden selostuksesta. Opinnäytetyöni aihe on niin laaja, että en lähtenyt kertomaan muutostöistä tähän raporttiin.

Oli mielenkiintoista päästä tekemään näin laaja projekti alusta loppuun. Onnistuin mielestäni hyvin, koska pysyin aikataulussa ja sain kaikki laitteet toimimaan toimintaselostuksen mukaisesti. Opin tätä työtä tehdessäni paljon kiinteistöautomaatiosta ja sen toteuttamisesta. Raportin kirjoittaminen tuntui hieman hankalalta, mutta onneksi sain sen kuitenkin ajoissa valmiiksi.

Opinnäytetyön tekemisestä on minulle varmasti paljon hyötyä tulevaisuudessa, koska jatkan ElvakOy:ssä työskentelyä ja vastaavia töitä voi jatkossakin tulla tehtäväksi. Rakennusautomaatio on kehittynyt paljon viime vuosien aikana, ja uskon, että kehitys jatkuu tulevaisuudessakin, koska rakennusautomaatiolaitteita vaaditaan koko ajan enemmän.

## LÄHTEET

1. Lehto, Timo 2013. Toimitusjohtaja, Elvak Oy. Keskustelu 5.3.2013.
2. Yritys. Saatavissa: <http://www.fidelix.fi/yritysFI.php>. Hakupäivä 8.4.2013.
3. Rakennusautomaatiojas, BAFF. Saatavissa:  
<http://www.automaatioseura.fi/index/toiminta.php?id=1004&sivu=d8bf6c97>.  
Hakupäivä 11.4 2013.
4. Rakennusautomaatiolla saavutettavissa olevat hyödyt. 2005. Saatavissa:  
[http://www.automaatioseura.fi/index/tiedostot/BAFF\\_%20hyodyt.pdf](http://www.automaatioseura.fi/index/tiedostot/BAFF_%20hyodyt.pdf).  
Hakupäivä 8.4.2013.
5. Automaatiolla saavutettavat hyödyt. 2013. Saatavissa:  
[http://www.fidelix.fi/documents/Fidelix\\_yleisesite\\_v4.7\\_2013.03.11\\_FIN\\_WE B.pdf](http://www.fidelix.fi/documents/Fidelix_yleisesite_v4.7_2013.03.11_FIN_WE B.pdf). Hakupäivä 11.4.2013.
6. Jäähallin energiatehokkuuden nykytilatutkimusraportti. Saatavissa:  
<http://finhockey-fi-bin.directo.fi/@Bin/3e8a79d9223733d689eec9b9dff4fe34/1357389143/application/pdf/760453/Jaahallienenergiatehokkuudennykytilatutkimusraportti.pdf>.  
Hakupäivä 5.1.2013.
7. Lämminvesivaraaja. Saatavissa:  
[http://elearn.ncp.fi/materiaali/kainulainens/energiaverkko/koti\\_ja\\_energia/lammitystekniikat/varaaja.htm](http://elearn.ncp.fi/materiaali/kainulainens/energiaverkko/koti_ja_energia/lammitystekniikat/varaaja.htm). Hakupäivä: 17.1.2013.
8. Fidelix FX2025 2007. Fidelix Oy. Saatavissa:  
[http://www.fidelix.fi/documents/tuki/Fidelix\\_FX2025\\_Fin.pdf](http://www.fidelix.fi/documents/tuki/Fidelix_FX2025_Fin.pdf). Hakupäivä 5.1.2013.
9. Fidelix FxSpider40 2009. Fidelix Oy. Saatavissa:  
[http://www.fidelix.fi/documents/tuki/Fidelix\\_SPIDER40\\_FI.pdf](http://www.fidelix.fi/documents/tuki/Fidelix_SPIDER40_FI.pdf). Hakupäivä 5.1.2013.

10. Fidelix Combi-36 2012. Fidelix Oy. Saatavissa:

[http://www.fidelix.fi/documents/tuki/Fidelix\\_COMBI36\\_FI.pdf](http://www.fidelix.fi/documents/tuki/Fidelix_COMBI36_FI.pdf).

Hakupäivä 17.1.2013.

11. Fidelix FX2025 –manuaali. Fidelix. Saatavissa vain Fidelix Oy:n työntekijöille ja jälleenmyyjille. Saatavissa: <http://support.fidelix.fi>. Hakupäivä 17.1.2013.

12. Laukko, Jouko 2012. Säättökaavio lämmönjakokeskus. Taltekon.

## **LIITTEET**

Liite 1. Kaukolämpövaihtimen toimintaselostus

Liite 2. Esimerkkisivu kaapelinvetolistasta

Liite 3. VAK05:n kytkentäkuva

## TOIMINTASELOSTUS

### KÄYTTÖVESI

SÄÄTÖJÄRJESTELMÄ OHJAA SÄÄTÖVENTTIILIÄ LV01TV45 KÄYTTÖVEDEN TUNTOELIMEN (LV01TE40) MITTAUSARVON PERUSTEELLA PITÄEN KÄYTTÖVEDEN LÄMPÖTILAN SÄÄTÖJÄRJESTELMÄÄN ASETETUN ASETUSARVON MUKAISENA (+55°C).

### PATTERILÄMMITYS

SÄÄTÖJÄRJESTELMÄ OHJAA SÄÄTÖVENTTIILIÄ LÄ01TV45 MENOVEDEN TUNTOELIMEN (LÄ01TE40) JA ULKOILMAN TUNTOELIMEN (UT01TE00) MITTAUSARVOJEN PERUSTEELLA PITÄEN LÄMMITYSVERKOSTOON LÄHTEVÄN MENOVEDEN LÄMPÖTILAN SÄÄTÖJÄRJESTELMÄÄN ASETETUN SÄÄTÖKÄYRÄN MUKAISENA.

### ILMASTOINTI

SÄÄTÖJÄRJESTELMÄ OHJAA SÄÄTÖVENTTIILIÄ IV01TV45 MENOVEDEN TUNTOELIMEN (IV01TE40) JA ULKOILMAN TUNTOELIMEN (UT01TE00) MITTAUSARVOJEN PERUSTEELLA PITÄEN VERKOSTOON LÄHTEVÄN MENOVEDEN LÄMPÖTILAN SÄÄTÖJÄRJESTELMÄÄN ASETETUN SÄÄTÖKÄYRÄN MUKAISENA.

### LÄMMITYSPUMPPUJEN OHJAUS

ULKOLÄMPÖTILAN OLLESSA  $>+17^{\circ}\text{C}$  PYSÄHTYVÄT PUMPUT LÄ01PU45 JA IV01PU45. SÄÄTÖKESKUS KÄYNNISTÄÄ PUMPUT 30 s AJAKSI KERRAN VUOROKAUDESSA. MUULLOIN PUMPUT KÄYVÄT JATKUVASTI.

### LÄMPIMÄN KÄYTTÖVEDEN LATAUSPUMPUN OHJAUS

LATAUSPUMPPU LV01PU46 KÄYNNISTYY JA PYSÄHTYY TERMOSTAATIN LV01TS41 MITTAUSARVOJEN PERUSTEELLA.


**Kaapelinvetolista  
VAK04**

15.6.2012

 Petri Nissilä  
443 068 843
**VAK04**

Vedetty

TK01	Raitisilmapellit	TK01 FG	Nomak 2x0,75+0,75
TK01	Raitisilmapelti	TK01 FG30	Nomak 2x0,75+0,75
TK01	Jäteilmapelti	TK01 FG01	Nomak 2x0,75+0,75
TK01	Tuloilmalämpötila kiertopellin jälkeer	TK01 TE01	Nomak 2x0,75+0,75
TK01	Kiertopelti	TK01 FG51	Nomak 2x0,75+0,75
TK01	Tuloilmasuodatin	TK01 PDIE01	Nomak 2x0,75+0,75
TK01	LTO piirin venttiili	TK01 TV50	Nomak 2x0,75+0,75
TK01	LTO piirin pumppu	TK01 SC50	Nomak 4x0,75+0,75
TK01	LTO piirin lämpötila	TK01 TE50	Nomak 2x0,75+0,75
TK01	LTO piiri paine	TK01 PE50	Nomak 2x0,75+0,75
TK01	Tuloilmanlämpötila LTO:n jälkeen	TK01 TE02	Nomak 2x0,75+0,75
TK01	Ilmankuivaspatterin pumppu	TK01 SC70	Nomak 4x0,75+0,75
TK01	Ilmankuivaspatterin venttiili	TK01 TV70	Nomak 2x0,75+0,75
TK01	Ilmankuivauspiirin lämpötila	TK01 TE70	Nomak 2x0,75+0,75
TK01	Ilmankuivauspiirin paine	TK01 PE70	Nomak 2x0,75+0,75
TK01	Lämpötila ilmankuivaspatterin jälke	TK01 TE03	Nomak 2x0,75+0,75
TK01	Lämmityspatterin lämpötila	TK01 TE49	Nomak 2x0,75+0,75
TK01	Lämmityspatterin venttiili	TK01 TV40	Nomak 2x0,75+0,75
TK01	Lämmityspatterin pumppu	TK01 SC40	Nomak 2x0,75+0,75
TK01	Poistopuhaltimen taajuusmuuntaja	TK01 SC30	Nomak 4x0,75+0,75
TK01	Poistoilmansuodatin	TK01 PDIE30	Nomak 2x0,75+0,75
TK01	tulopuhaltimen taajuusmuuntaja	TK01 SC10	Nomak 4x0,75+0,75
TK01	Poistoilman lämpötila	TK01 TE30	Nomak 2x0,75+0,75
TK01	Poistoilmanpaine	TK01 PE30	Nomak 2x0,75+0,75
TK01	Poistoilman hiilidioksidi	TK01 QE30	Nomak 2x0,75+0,75
TK01	Tuloilman lämpötila	TK01 TE10	Nomak 2x0,75+0,75
TK01	tuloilmanpaine	TK01 PE10	Nomak 2x0,75+0,75
TK01	Käytävän lämpötila	TK01 TE20	Nomak 2x0,75+0,75
TK01	Käytävän ilmankosteus	TK01 ME20	Nomak 2x0,75+0,75
TK01	Pelialueen lämpötila	TK01 TE21	Nomak 2x0,75+0,75
TK01	Pelialueen lämpötila	TK01 TE22	Nomak 2x0,75+0,75
TK01	Pelialueen ilmankosteus	TK01 ME21	Nomak 2x0,75+0,75
TK01	Pelialueen ilmankosteus	TK01 ME22	Nomak 2x0,75+0,75
TK01	Käytävän tuloilman lämpötila	TK01 TE11	Nomak 2x0,75+0,75
TK01	Käytävän lämmityspatterin venttiili	TK01 TV41	Nomak 2x0,75+0,75
TK01	Käytävän lisäaikapainike	TK01 KS20	Nomak 2x0,75+0,75
TK01	Aula 101 IV Hätäseis	TK01 HS20	Nomak 2x0,75+0,75
TK02	Raitisilmapelti	TK02 FG01	Nomak 2x0,75+0,75
TK02	Jäteilmapelti	TK02 FG30	Nomak 2x0,75+0,75

Spider / DO-8 moduuli		Osoite			2			Ryhmittäminen/		Kilpi	asen.	kytk.	Test.	ö
Piste	Tunnus	Lititin	Johdin	Tunnus	Tyyppi	Lititin	Kenttälaite							
1	05_SU01_PU41_O		A1 A2		MMO		SU01 PU41							
2	05_KU03_KF01_O		A3 A4		MMO		KU03 KF01							
3	05_KU02_KF01_O		A5 A6		MMO		KU02 KF01							
4	05_KU01_KF01_O		A7 A8		MMO		KU01 KF01							
5	05_TK04_HS_O	TK04 Huoltohalli Ohjauskeskus	B1 B2		MMO		TK04 HS							
6			B3 B4		MMO									
7			B5 B6		MMO									
8			B7 B8		MMO									

Syöttöliittimet	
H3-H6	24VDC
G3-G6	12VDC
I1-J6	0 VDC

Kohde	Jäähalli
Ala-asema	VARVALVOMO VAK05
Tekijä	Petri Nissilä
Päiväys	



Spider / AI-8 moduuli		Osoite			3		Kenttälaite		ok
Piste	Tunnus	Teksti	Litit	Johdin	Tunnus	Tyyppi	Litit	Kenttälaite	
1	05_JA00_LV02_TE40_M	Jälkioikokoneen täyttövesi lämminvesi	C1 I1-JB (H3-HB)			NOMAK 2x2x0.5+0.5		JA00 LV02_TE40	kytk.
2	05_JA00_LV02_TE41_M	Jälkioikokoneen täyttövesi esilämmitettyvesi	C2 I1-JB (H3-HB)			NOMAK 2x2x0.5+0.5		JA00 LV02_TE41	asen.
3	05_JA00_TE41_M	Jälkioikokoneen täyttövesi Lähtevä kaukolämpö	C3 I1-JB (H3-HB)			NOMAK 2x2x0.5+0.5		JA00 TE41	Kilpi
4	05_JA00_TE40_M	Jälkioikokoneen täyttövesi Tulava kaukolämpö	C4 I1-JB (H3-HB)			NOMAK 2x2x0.5+0.5		JA00 TE40	Test.
5	05_KU03_ME23_M	KU03 Huoneilman kosteusanturi	C5 I1-JB (H3-HB)			NOMAK 2x2x0.5+0.5		KU03 ME23	
6	05_KU02_ME22_M	KU02 Huoneilman kosteusanturi	C6 I1-JB (H3-HB)			NOMAK 2x2x0.5+0.5		KU02 ME22	
7	05_KU01_ME21_M	KU01 Huoneilman kosteusanturi	C7 I1-JB (H3-HB)			NOMAK 2x2x0.5+0.5		KU01 ME21	
8	05_SU00_TE42_M	Sulatusmonttu sulatusmontuille menevävesi	C8 I1-JB (H3-HB)			NOMAK 2x2x0.5+0.5		SU00 TE42	

<b>Kohde</b>	Jäähalli
<b>Ala-asema</b>	VAR/VALVOMO VAK05
<b>Tekijä</b>	Petri Nissilä
<b>Päiväys</b>	

<b>Syöttöliittimet</b>	
H3-HB	24VDC
G3-G6	12VDC
I1-JB	0VDC

Spider / AI-8 moduuli		Osoite			4		Kenttälaite		Kilpi	asen.	kytk.	Test.	ök
Piste	Tunnus	Teksti	Liitin	Johdin	Tunnus	Tyyppi	Liitin	Kenttälaite					
1	05_SU01_KS20_I	Sulatusmonittu pumpun ai kakkytkin	D1 I1-JB (H3-HB)			NOMAK 2x2x0.5+0.5		SU01 KS20					
2	05_JV01_OIL01_I	Öljynerotuskaivo	D2 I1-JB (H3-HB)			NOMAK 2x2x0.5+0.5		JV01 OIL01					
3	05_TK04_PDA1_H	TK04 Huoltohalli Suodatinvienti tulolima	D3 I1-JB (H3-HB)			NOMAK 2x2x0.5+0.5		TK04 PDA1					
4	05_SU00_TE44_M	Sulatusmonittu Lähtevä kaukolämpö	D4 I1-JB (H3-HB)			NOMAK 2x2x0.5+0.5		SU00 TE44					
5	05_SU00_TE43_M	Sulatusmonittu Tulleva kaukolämpö	D5 I1-JB (H3-HB)			NOMAK 2x2x0.5+0.5		SU00 TE43					
6			D6 I1-JB (H3-HB)			NOMAK 2x2x0.5+0.5							
7			D7 I1-JB (H3-HB)			NOMAK 2x2x0.5+0.5							
8			D8 I1-JB (H3-HB)			NOMAK 2x2x0.5+0.5							

Syöttöliittimet	
H3-HB	24VDC
G3-G6	12VDC
I1-JB	0VDC

Kohde	Jäähalli
Ala-asema	VARVALVOMO VAK05
Tekijä	Petri Nissilä
Päiväys	

Spider / SI-8 moduuli		Osoite			5		Ryhmäkeskus/	Kilpi	asen.	kytk.	Test.	ok
Piste	Tunnus	Teksti	Liitin	Johdin	Tunnus	Typpi	Liitin	Kenttälaite				
1	05_TK04_HS_J	TK04 Huotohalli Ohjauskeskus	E1 I1-J8			NOMAK		TK04 HS				
2	05_KK01_KF_J	KK01 Kierotolimakone	E2 I1-J8			NOMAK		KK01 KF				
3	05_KU01_KF01_J	KU01 Ilmankuvaaja	E3 I1-J8			NOMAK		KU01 KF01				
4	05_KU02_KF01_J	KU02 Ilmankuvaaja	E4 I1-J8			NOMAK		KU02 KF01				
5	05_KU03_KF01_J	KU03 Ilmankuvaaja	E5 I1-J8			NOMAK		KU03 KF01				
6	05_JA00_LV02_VM02_J	Jäänhoitokoneen täyttöveisi Lämminvesimittari	E6 I1-J8			NOMAK		JA00 LV02_VM02				
7	05_JA00_KV03_VM01_J	Jäänhoitokoneen täyttöveisi Kylmävesimittari	E7 I1-J8			NOMAK		JA00 KV03_VM01				
8	05_SU01_PU41_J	Sulatusmonittu pumppu	E8 I1-J8			NOMAK		SU01 PU41				

Kohde	Jäähalli
Ala-asema	VAR/VALVOMO VAK05
Tekijä	Petri Nissilä
Päiväys	

Syöttöliittimet	
H3-H8	24VDC
G3-G6	12VDC
I1-J8	0 VDC

Spider / AO-8 moduuli		Osoite			6				
Platte	Tunnus	Teksti	Liitin	Johdin	Tunnus	Tyyppi	Liitin	Kenttälaite	ok
1	05_SU00_TV40_A	Suätusmonittu venttili	F1 I1-J8 H3-H8			NOMAK 2x2x0.5+0.5		SU00 TV40	
2	05_JA00_TV40_A	Jäähölkökoneen täyttövaihe si venttili	F2 I1-J8 H3-H8			NOMAK 2x2x0.5+0.5		JA00 TV40	
3			F3 I, J H3-H8			NOMAK 2x2x0.5+0.5			
4			F4 I1-J8 H3-H8			NOMAK 2x2x0.5+0.5			
5			F5 I1-J8 H3-H8			NOMAK 2x2x0.5+0.5			
6			F6 I1-J8 H3-H8			NOMAK 2x2x0.5+0.5			
7			F7 I1-J8 H3-H8			NOMAK 2x2x0.5+0.5			
8			F8 I1-J8 H3-H8			NOMAK 2x2x0.5+0.5			

<b>Kohde</b>	Jäähalli
<b>Ala-asema</b>	VAR/VALVOMO VAK05
<b>Tekijä</b>	Petri Nissilä
<b>Päiväys</b>	

<b>Syöttöliittimet</b>		
H3-H8	24VDC	
G3-G6	12VDC	
I1-J8	0VDC	