

Tuomas Koponen

**MODBUS TCP -VÄYLÄN HYÖDYNTÄMINEN KYLMÄ- JA RAKEN-
NUSAUTOMAATIOSSA**

MODBUS TCP -VÄYLÄN HYÖDYNTÄMINEN KYLMÄ- JA RAKEN- NUSAUTOMAATIOSSA

Tuomas Koponen
Opinnäytetyö
Kevät 2020
Sähkö- ja automaatiotekniikka
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma, Automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma

Tekijä: Tuomas Koponen Are Oy
Opinnäytetyön nimi: Modbus TCP -väylän hyödyntäminen kylmä- ja rakennusautomaatioissa
Työn ohjaaja(t): Tero Hietanen
Työn valmistuslukukausi ja -vuosi: Kevät 2020
Sivumäärä: 53 + 10 liitesivua

Työn tarkoituksena oli kylmäautomaatiovalvomojärjestelmän yhdistäminen rakennusautomaatiovalvomoon sekä prosessien liittäminen järjestelmien Modbus TCP -väylän, Danfoss SM-850 valvomon ja Fidelix FX3000:n järjestelmän välillä. Tarkoituksena oli tehdä helposti ymmärrettävä kokonaisprosessi kiinteistönlämmitys ja -jäädytysjärjestelmästä. Järjestelmien yhdistämisellä luodaan kahden rinnakkaisen ohjaus- ja valvontajärjestelmän yhtäaikainen etäkäyttömahdollisuus. Työn dokumentointi toimii työohjeena tulevissa hankkeissa ja on vain tilaajan käytettävissä. Luvut 4 ja 5 ovat salaisia. Projektin toteutus on uusi aluevaltaus tilaajalle Are Oy:lle.

Kokonaisprojekti toteutettiin asiakkaan uudiskohteessa. Kaupankylmäkoneisto toteutettiin ylikriittisellä hiilidioksidi booster-koneikolla. Kylmäjärjestelmään integroitiin maalämpöpumppu. Kylmä- ja maalämpöjärjestelmien prosessiohjaukset toteutettiin Modbus TCP -väylän kautta etänä. Kahden itsenäisen prosessin kehittäminen on helpompaa ohjelmointitasolla. Keskeiset prosessien yhteenliittymät ovat rakennusautomaatiojärjestelmässä selkeästi näkyvillä. Kaupankylmän ja integroidun maalämpöpumpun tuottama energia saadaan talteen toimintavarmasti ja energiatehokkaasti vain yhdistämällä kahden erillisen automaatiojärjestelmän kriittiset pisteet loogisesti toisiinsa. Kahden automaatiojärjestelmän yhteenliittämisessä onnistuttiin hyvin. Taloudellisesti projekti onnistui suunnitellusti.

Maalämmön tai -kylmän tuottamisen oikea-aikainen käyttö vähentää energian kulutusta ja säästää järjestelmää turhalta rasitukselta. Ilman väylätekniikkaa tästä tulisi raskas fyysisten tila-, mittaus-, ohjaus ja säätöjärjestelmien kokonaisuus. Kylmäautomaation integrointi taloautomaatioon osoitti toimintavarmuudellaan, kuinka automaatiojärjestelmiä tulisi yhdistää prosessien tärkeimpien toimintojen osilta laajemminkin. Tässä opinnäytetyössä tehtyjä havaintoja voidaan käyttää jatkossa uusien projektien valmisteluun ja kehittämiseen sekä vastaavien integroitujen kaupankylmä- ja lämpöpumppujärjestelmien toteuttamiseen. Myös muita projektin tuloksena syntyneitä innovaatiota toteutetaan ja kehitetään eteenpäin tilaajan toimesta yhteistyössä sidosryhmien kanssa.

Asiasanat: Hiilidioksidi, integraatio, rakennusautomaatio, kylmäautomaatio, Modbus TCP, yhdistäminen

ALKULAUSE

Tätä opinnäytetyötä aloittaessani ajatus opinnäytetyön aiheesta oli muodostunut jo varhain. Kun kolmannen vuosikurssin keväällä 2019 aloin hahmotella ajatusta, tuli tilaisuus toteuttaa työelämässä ensimmäinen projekti, jossa tämän opinnäytetyön aihetta on käytetty. Tässä vaiheessa osaaminen oli saatu riittävälle tasolle koulutuksen ja kokemuksen turvin. Projekti toteutettiin suurelta osin itsenäisesti ja yhteistyössä alla mainittujen henkilöiden kanssa.

Prosessien yhteenliittäminen luotettavasti ja kustannustehokkaasti on perusedellytys esimerkiksi kaupanalan toimijoille. Tarve kustannustehokkaampaan automaatiojärjestelmien yhteenliittämiseen on ollut jo pitkään.

Haluan kiittää tämän opinnäytetyön tekemisessä oppilaitoksen edustajia, erityisesti opinnäytetyönvalvojaa Tero Hietasta, työtoveriani Tero Karvosta ja työnantajani Are Oy:n esimiehiä. Lisäksi yhteistyökumppaneista Fidelix Oy:n Jani Kaupilaa ja Combi Cool Oy:n Riina Lönnbladia.

4.5.2020 Tuomas Koponen

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	8
2	PROSESSIEN ESITTELY	9
2.1	Kylmälaitos.....	9
2.1.1	Matalapaineverkosto.....	13
2.1.2	Keskipaineverkosto.....	13
2.1.3	Lauhdeverkosto ja kaasujäähdytin.....	14
2.2	Lämpö- ja jäähdytysverkot.....	16
2.3	Lämmöntalteenottoverkosto.....	17
2.4	Jäähdytysverkosto	19
3	AUTOMAATIOJÄRJESTELMIEN KUVAUKSET	21
3.1	Danfoss ADAPKOOL ® -toisen sukupolven säätimet.....	22
3.2	AK-SM 850 kylmäautomaatiojärjestelmä.....	23
3.3	AK-CC 750 säätimen ohjaus ja säätö rakennusautomaatiosta	24
3.4	AK-CC 781A säätimen ohjaus ja säätö rakennusautomaatiosta.....	24
3.5	Danfoss XML Modbus TCP -muunnin	24
3.6	Danfoss säätimien tietojenkäsittely muuntimella.....	25
3.7	Fidelix FX-3000-C -rakennusautomaatiojärjestelmä	26
3.8	I/O-kortit	28
3.9	Modbus TCP -väyläprotokolla.....	29
3.10	Modbus TPC -paketin rakenne	29
4	MODBUS-REKISTERIEN SIIRTÄMINEN JÄRJESTELMIEN VÄLILLÄ.....	32
4.1	Muuntimen käyttöönotto.....	33
4.2	FX 3000 ala-aseman Modbus -parametrit.....	35
4.3	Ohjelmasovellus lämpötilan säätöön.....	36
4.4	Ohjelmasovellus lämmöntuoton säätöön.....	38

4.5	IEC -ohjelmat.....	39
4.6	Funktioblokit.....	43
4.7	Koodin avaus.....	44
5	TULOSTEN TARKASTELU.....	48
5.1	Prosessien kehittäminen.....	48
5.2	Ohjelmien kehittäminen.....	48
5.3	Esineiden internet mahdollisuus optimointiin.....	48
6	YHTEENVETO.....	50
	LÄHTEET	52
	LIITTEET	

SANASTO

COM	sarjaväylä RS-232
Ethernet	tietoverkkoliittymä
I/O	sisään- ja ulostulokortit
LAN	lähioperaatioverkko
LON	kenttäverkko, paikallisverkko
LT	matalapaineverkko
MT	keskipaineverkko
NC	normaalisti kiinni
NO	normaalisti auki
POS	laittekokonaisuus positio
PLC	ohjelmoitava logiikka
PWD	pulssimoduloivaventtiili
TCP	tiedonsiirtoprotokolla
USB	sarjaväyläliitäntä oheislaitteille
VAC	vaihtovirtasähkö
VDC	tasavirtasähkö
WAN	ulkoverkko
XML	verkkoselainkieli

1 JOHDANTO

Are Oy on suomalainen talotekniikan perheyriety, joka työllistää Suomessa 3200 talotekniikan ammattilaista. Tavoitteena on olla suunnan näyttäjänä talotekniikassa ja kehittää toimintaa jatkuvasti. Asiakaslähtöisyys Arella mahdollistaa tämänkin opinnäytetyön. Are Oy on osa Conficap-konsernia. (1.) Prosessien esittelyssä kylmälaitoksen kuvaus vastaa Are Oy:n vuonna 2019 valmistunutta kylmälaitoskokonaisuutta.

Tässä opinnäytetyössä liitetään yhdeksi käyttöliittymäksi kylmäautomaation valvomon rajapinnasta Modbus TCP -protokollalla Danfoss SM-850 paikallisvalvomo ja Fidelix FX3000 alustan rakennusautomaatiojärjestelmät. Kaupan kylmälaitokseen integroidaan maalämpöpumppu. Laitoksessa ei ole kolmannen osapuolen maalämpöpumppujärjestelmää. Tässä opinnäytetyössä lukijalle kuvataan kylmälaitoksen prosessit ja talotekniikanprosessien yhteen liittäminen. Prosessien esittely aloitetaan kuvaamalla järjestelmien päätarkoitukset, joista edetään osaprosessien esittelyyn. Automaatoratkaisut esitellään jäljempänä erillisinä osina ja yhteenliittymän käyttöliittymä esitellään vaiheittain. Lukijalle muodostuu käsitys väyläpohjaisen tiedonsiirron toiminnasta. Opinnäytetyön tarkoitus on antaa lukijalle käsitys kylmälaitosten talteenoton ratkaisuiden mahdollisuuksista ja rajoituksista, sekä toimia ohjeena väyläpohjaiseen automaatiojärjestelmän yhteenliittämiseen Danfoss- ja Fidelix-järjestelmien välillä. Työn tuloksena tuotettu dokumentointi tulee toimimaan työohjeena tilaajan tulevissa hankkeissa. Opinnäytetyön luvut 4 ja 5 ovat salaisia ja vain tilaajan käytettävissä. Projektin toteutus on uusi aluevaltaus tilaajalle Are Oy:lle.

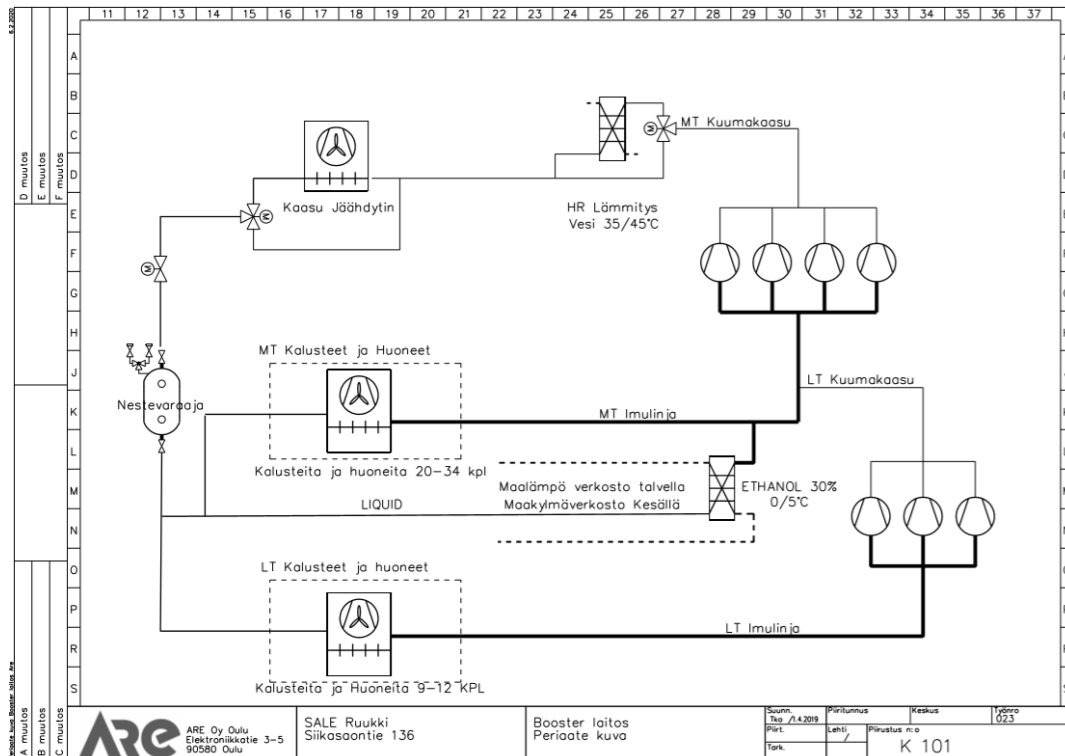
2 PROSESSIEN ESITTELY

Tässä luvussa prosesseina esitellään kaksi talotekniikan prosessia. Prosessit jaetaan kylmälaitoksen sekä lämpö- ja jäähdytysverkostojen kesken. Ensimmäinen, kylmälaitoksen prosessi, tuottaa kylmäkalusteiden ja huoneiden jäähdyttämisen sekä pakastamiseen kylmenettyä ilmaa. Toinen on talotekniikan lämmitystä ja jäähdytystä tuottava prosessi. Lähtökohtana voidaan pitää lämpöpumpuajatusmallia, vaarantamatta kuitenkaan elintarvikkeiden kylmäketjua.

Talotekniikalle tuotetaan välillisesti lämpöä ja jäähdytystä lämmönsiirtimien avulla. Tämä on kolmiosainen prosessi, jossa ovat lämmönluovutus-, maapiiri- ja jäähdytysverkosto (liite 1). Luvuissa 2.1-2.4 prosesseja kuvataan tarkemmin. Luku 2.1 käsittelee kylmälaitoksen prosesseja niiltä osin, mikä on tarpeen integraation ymmärtämisen osalta. Kylmä- ja pakastekalusteet sekä kylmä- ja pakastehuoneet käsitellään yleisellä tasolla. Lauhdutusprosessin keskeiset asiat käsitellään myös. Lämmönluovutus-, maapiiri- ja jäähdytysverkostoprosesseista kerrotaan tarkemmin luvuissa 2.2 - 2.4. Prosessien kuvauksien kautta saadaan kokonaiskuva liitteen 1 prosessikaaviosta.

2.1 Kylmälaitos

Kylmälaitos jaetaan neljään pääprosessiin: nesteenjako-, matalapaine-, keskiastepaine- ja lauhdeverkostoon (kuva 1). Hiilidioksidi, jota kylmälaitoksessa käytetään, voi olla eri olomuodossa prosessin eri vaiheissa. Hiilidioksidin olomuodot ovat seuraavat: höyry, neste, sekä nesteen ja höyryn sekoitus. Nesteen ja höyryn ollessa kyseessä prosessi on ylikriittisessä tilassa, jolloin paine on hyvin korkea. Hiilidioksidi voi olla myös kiinteässä olomuodossa, jossa se ei kylmälaitosprosesseissa saa esiintyä. Hiilidioksidia käytetään kylmälaitoksessa lämmönsiirtoaineena. Prosessin vaiheista kerrotaan kuvan 2 jälkeen tarkemmin. (2, s. 6.)



KUVA 1. Cads 17 -ohjelmalla piirretty periaatekaavio booster-laitoksesta

Kuvassa 1 ylikriittinen hiilidioksidi booster-laitos tarkoittaa kylmälaitosta, jossa on kylmäaineena ympäristöystävällinen hiilidioksidi. Kylmälaitokseen imetään kompressoreilla tulistunutta hiilidioksidia kylmälaiteputkistojen välityksellä. Hiilidioksidia imetään kahdesta verkostosta kompressoreille: pakastekalusteiden ja -huoneiden matalapaineverkostosta, sekä kylmäkalusteiden ja -huoneiden keskipaineverkostoista. MT (medium temperature) eli keskipaineverkoston putkistossa on korkeampi paine kuin LT (low temperature) eli matalapaineverkoston putkistossa, MT-porras lauhduttaa LT-portaan kompressorien nostaman lämmön. MT-portaan kompressorit nostavat hiilidioksidin painetta ja lämpötilaa.

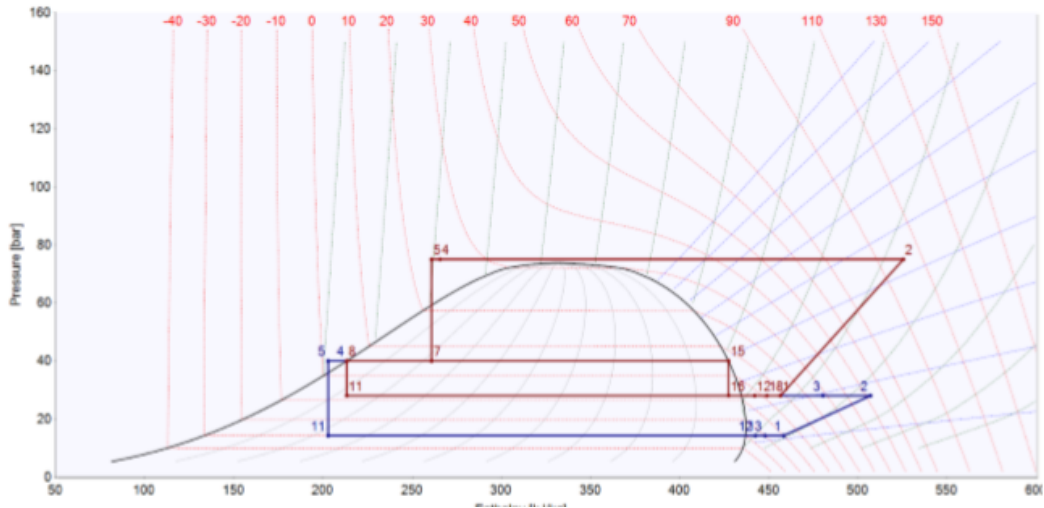
Kompressorit siis puristavat kaasun paineeseen, jossa lämpötilat nousevat paineen kasvaessa (Kuva 2). Kuumakaasut ohjataan kaasunjäähdytimeen tai ennen jäähdytystä lämmöntalteenoton lämmönsiirtimeen (Kuva 1). Booster-laitoksesta LT- ja MT-verkossa kompressorit ovat rinnankytkettyjä. Rinnankytketystä kompressoreista yksi on varustettu taajuusmuuttajalla.

Booster-laitoksessa on kylmäautomaation ohjelmoitavat logiikat (PLC). PLC -ohjelmoitava logiikka -termistä käytetään myös nimitystä säädin. Koneiston pääkomponentteja ovat

- PLC -ohjelmoitava logiikka
- lämpötila- ja paineanturit
- kompressorit
- nestepainevaraaja
- öljynerotin
- varoventtiilit
- lauhdepaineen korotusventtiili
- varaajapaineen säätöventtiili
- kuumakaasun ohitusventtiili
- lämmöntalteenottoventtiili
- kaasunjäähdytin.

Kaasunjäähdytin voi olla ilma- tai nestejäähdytteinen. Ilmajäähdytteiset ovat yleisin ja turvallisin vaihtoehto. Prossissa paineet ja lämpötilat ovat -40 °C - $+150\text{ °C}$ ja paineet vastaavasti 9,03 – 130 bar. Prosessin olosuhteita käydään läpi seuraavissa luvuissa 2.1.1 ja 2.1.2 tarkemmin. Ohjelmoitavat logiikat toimivat itsenäisenä osaprosessina kokonaisuudessa, jota valvotaan paikallisvalvomosta Danfoss SM-850.

PH Diagram



KUVA 2. PH Diagrammi Booster-laitoksesta (4)

Kuvassa 2 sinisellä värillä piirretyt viivat kuvaavat LT-verkoston prosessiolosuhteita ja vastaavasti punaisella piirretyt viivat kuvaavat MT-verkostoa. Alla olevassa luettelossa kuvataan LT-verkoston prosessiolosuhteiden välisiä yhteyksiä:

- 1-2 kompressorit puristavat imetyn kaasun korkeampaan paineeseen
- 4-11 kylmäaine ruiskutetaan paisuntaventtiilien läpi, jolloin paine laskee nopeasti ja kylmäaine höyrystyy ja sitoo itseensä lämpöä ympäristöstään
- 11-12 kylmäaine höyrystyy höyrystimessä
- 12-1 tulistuminen imuputkistossa.

Kuvassa 2 punaisella piirretyt viivat kuvaavat MT-verkoston prosessiolosuhteita. Alla olevassa luettelossa kuvataan MT-verkoston prosessiolosuhteiden välisiä yhteyksiä:

- 1-2 kompressorit puristavat imetyn kaasun korkeampaan paineeseen
- 2-4 kaasun jäädyttäminen ja lauhtuminen kaasunjäädyttimessä
- 4-7 paisunta keskipaineverkostossa
- 7-8 nesteen jakaminen varaajasta
- 8-11 hiilidioksidi ruiskutetaan paisuntaventtiilien läpi, jolloin paine laskee nopeasti ja kylmäaine höyrystyy ja sitoo itseensä lämpöä ympäristöstään.
- 11-12 hiilidioksidi höyrystyy höyrystimessä

- 12-1 laitoksen tulistumisen kokonaiskertymä
- 7-15 varaajanpaineen säätely, varaajasta päästetään höyryä MT-kompressoreille
- 15-16 hiilidioksidin paisunta höyrystymispaineeseen (4, s.7).

2.1.1 Matalapaineverkosto

LT-verkoston koneikkosäädin ohjaa, säätää ja suorittaa valvontaa matalapaineverkoston portaassa eli LT-portaassa. LT-verkoston kuormaa saadaan pakastekalusteilta ja -huoneiden ilmassa olevasta lämmöstä. Kalustepositiolla tarkoitetaan kolmen kalusterungon kokonaisuutta esim. POS 11a,11b ja 11c, jota ohjataan yhdellä PLC-säätimellä. Anturien ja ruiskutusventtiilin sijoitus on nähtävissä höyrystyslämmönsiirtimellä, liitteessä 2/1. Kaluste- ja huonesäätimillä on siis 1-3 yksikköä prosessin säädössä. Yleinen imukaasun mitoitustilämpötila kaupankylmässä matala-asteelle on -35 °C – (-)30 °C välillä ja tämä riippuu laitevalmistajan ohjeesta.

Verkoston käyntipaine ja -lämpötila ovat normaalissa kaupankylmälaitoksessa seuraavalla alueella alla olevassa taulukossa 1.

TAULUKKO 1. Matalapaineverkosto käyntilämpötilat ja -paineet.

Haluttu lämpötila	-20 °C	-30 °C	-35 °C	-40 °C
Kaasun lämpötila	-25 °C	-35 °C	-40 °C	-45 °C
Kaasun paine	16,86 bar	12,02 bar	10,04 bar	8,32 bar

Yllä on sovellettu Kylmätekniikan suunnittelukirjan pääkomponenttien valinta-arvoja hiilidioksidille (6, s. 62). Paineella ja lämpötilalla on siis suhde, kuten taulukosta 1 voidaan todeta. Hiilidioksidin ominaisuuksia voidaan Booster-laitoksessa tutkia Log p, h -tilapiirroksen avulla (Kuva 2).

2.1.2 Keskipaineverkosto

MT-portaan koneikkosäädin ohjaa, säätää ja suorittaa valvontaa keskiastepaineverkoston portaassa eli MT-portaassa. MT- verkoston kaluste- tai huonesäädin on samankaltainen kuin LT-verkoston säädin. MT-verkoston säätimien positiota ovat esim. POS 20a, 20b ja 21a, 21b ja 21c. Keskipaineverkoston lämmönsiirrin

ja säädin ovat pääsääntöisesti liitteessä 2/1 esitetyn kaltaisia. Keskipaineverkoston käyntiaikaisia tavoitearvoja eri lämpötiloille ja paineille on esitelty alla olevassa taulukossa 2.

TAULUKKO 2. Keskipaineverkosto käyntilämpötilat ja -paineet.

Kohde esimerkki	Avokylmäkalusteet	Ovelliset kylmäkalusteet	Jäähdytysilma- tointi
Haluttu lämpötila	-10 °C	-5 °C	-/+0 °C
Kaasun lämpötila	-15 °C	-10 °C	-5 °C
Kaasunpaine	22,91 bar	26.49 bar	30,46 bar

Yllä on sovellettu Kylmätekniikan suunnittelukirjan pääkomponenttien valinta-arvoja hiilidioksidille (6, s. 62). Kaasun paineet kasvavat lämpötilan noustessa. Yleisesti kaupan kylmässä käytetty imukaasun mitoituslämpötila on keskilämpötila-alueelle -4 °C – (-)8 °C (taulukko 2). Laittevalmistajan ohjeet on kuitenkin huomioitava.

2.1.3 Lauhdeverkosto ja kaasujäähdytin

MT-portaan koneikkosäädin ohjaa, säätää ja valvoo lauhdeverkoston toimintaa. Lauhdeverkon putkistossa siirtyy kompressorien puristama kuumakaasu, josta erotetaan kompressorikoneikossa öljy erillisellä öljynerottimella. Öljynerottimet ovat yleensä omavoimaisia. Booster-laitoksissa ne ohjataan kuitenkin automaattisesti turvallisuus- ja säätösyistä, kuten alla olevasta luettelosta näkyy:

- säädettäviä venttiilejä
- tilaohjattuja kaksitoimisia venttiilejä
- öljynannostelijoita
- öljynpaineen mittauksia
- öljyinpinnankorkeuden mittauksia.

Öljyn palautuksen pinnankorkeuden mittaukseen on olemassa varustettuja oma-toimisia tai elektronisia annostelijoita, joita valvotaan koneikon säätimillä. (8, s.

106–107) Lauhteen painetta ja lämpötilaa säädetään sekä valvotaan paineanturin mittauksin sekä lämpötila-anturein. Liitteessä 2/2 tarkempi kuvaus kylmälaitoksen lauhdeprosessista.

Hiilidioksidin painetta ja lämpötilaa voidaan nostaa ulkoisella signaalilla, joka on valittavassa jännite- tai virtaviestiäroville (8, s. 67). Signaali säättää PID-säädintä (Proportional-Integral-Derivative) (9, s.67) jossa:

P = säädettävä suhdealue, määrittää säätöalueen

I = aika, jossa integroidaan erosuuretta, jolla vaimennetaan muutosta

D = suureen muutosnopeus

PID-säädin säättää paineenkorotusventtiiliä. Paineenkorotusventtiili säättää kaasun ja nesteen painetta kuumakaasunjäähdytysverkostossa. (8, s. 114-117.) Lämmöntalteenottoventtiileitä voi olla yksi tai useampi. Järjestelmän ohjausventtiilit ovat myös usein vaihtotilatoimisia. (8, s. 114) Voidaan kuitenkin käyttää säätyvää 3-tieventtiiliä, kun säätö tehdään kolmannen osapuolen järjestelmästä. Tällöin 3-tieventtiiliin on oltava lämmönsiirtimen menolinjassa, kuten liitteessä 2/2 on esitetty. Lauhtumislämpötilan säätöventtiili kuumakaasujäähdyttimelle säättää jäähdytetyn hiilidioksidin lämpötilaa. Lauhtumislämpötilan säätöventtiili on aina kaasujäähdyttimeltä lähtevässä linjassa (8, s. 116). Varaajapaineen säätöventtiili säättää varaajan paineen (8, s. 119). Lauhdeverkoston yleiset mitoitusarvot ovat näkyvissä taulukossa 3.

TAULUKKO 3. Kylmälaitoksen korkeapaine suunnittelupaineet hiilidioksidille.

Kylmäaine	Suunnittelu- paine +32 °C	Suunnittelu- paine +43 °C	Suunnittelu- paine +55 °C	Suunnittelu- paine +63 °C
R-744	76,37 bar	105,00 bar	136,20 bar	<150 bar

Taulukossa 3 on sovellettu Kylmätekniikan suunnittelukirjan pääkomponenttien valinta-arvoja hiilidioksidille (6, s. 62). Paineet ovat korkeita hiilidioksidilaitoksille, kun ylitetään +43 °C lämpötila. Lämpötilan ja paineen suhteita voi tarkastella ilmaisella Danfossin mobiilisovelluksella "Refrigerant Slider", joka on ladattavissa

verkko-osoitteesta: <https://www.danfoss.com/en/service-and-support/downloads/dcs/refrigerant-slider/#tab-overview>.

2.2 Lämpö- ja jäähdytysverkot

Lämmitysverkostossa lämmöntuotannon lähteenä on Booster-laitoksen lämmöntalteenoton lämmönsiirrin. Lämmönsiirtimet voivat olla levylämmön-, putki- tai ilmalamellisiirtimiä. Usein käytetään levylämmönsiirtimiä kustannustehokkuuden vuoksi. Hyötysuhteeltaan ilmalämmönsiirrin olisi ylivoimainen, mutta teollinen valmistus ei ole vielä tässä vaiheessa kustannustehokasta. Rakennepaineet 120 – 150 bar ovat teollisesti tuotetuissa ilmapaihtimissa hyvin harvinaisia, kun ajatellaan perinteisen ilmanvaihtokoneen lämmöntalteenoton lämmitysportaan lämmönsiirrintä. Liitteessä 1 on prosessikaavio, jossa käytetään levylämmön siirtimiä hiilidioksidiverkostojen ja talotekniikan lämmitysverkostojen välillä.

Automaatiojärjestelmien yhteenliittämistä varten prosessin suunnittelussa tarkastellaan sen eri vaiheita. Automaatiojärjestelmän säätöpiirejä määriteltäessä lämmitys- ja jäähdytysverkoston liitännät kylmälaitoksen järjestelmään voidaan valita esimerkiksi seuraavan luettelon avulla:

- suoralausdutus, ei käytössä
- epäsuora talteenotto, on käytössä
- varaava talteenotto, on käytössä
- hybridijärjestelmä, on käytössä
- kuivaus tai jäähdytys koneellisesti, on käytössä
- maakylmän hyödyntäminen, on käytössä
- maaperään varastointi, ei käytössä.

Kaupan kylmälaitteiden lämmöntalteenottoon on olemassa Motivan ohjeistus (10, s. 9-10). Edellä olevien säätöpiirien määrittelyllä päästään määrittelemään seuraavat automaatiojärjestelmien pisteet, joita ovat:

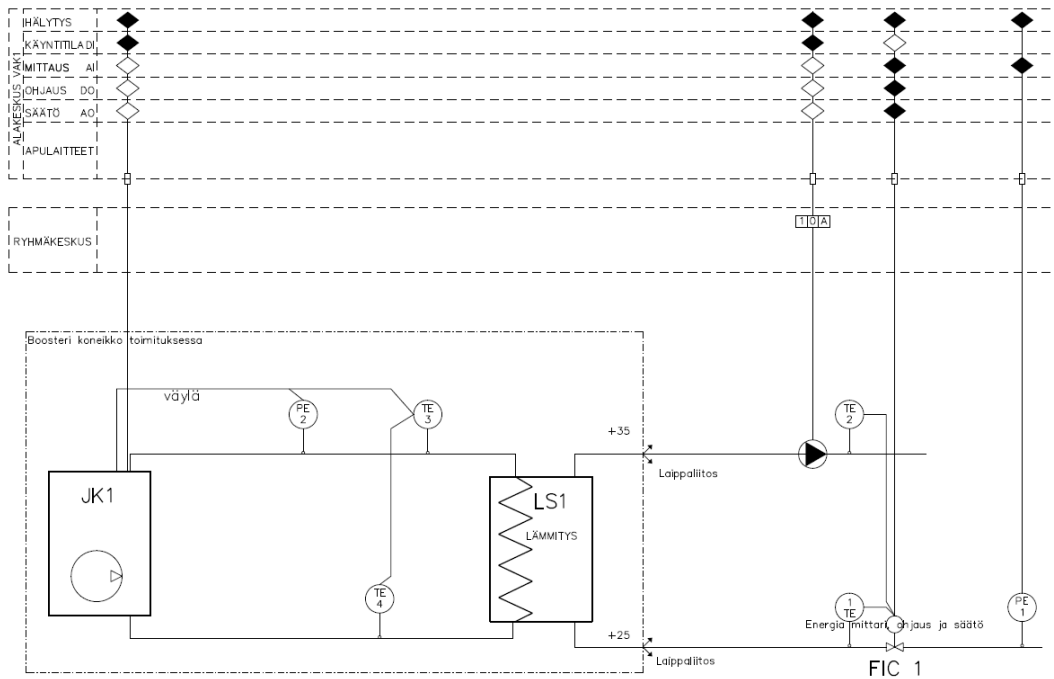
- turvapiirit
- säätöpiirit
- ohjauspisteet
- takaisinkytkennät
- mittaus- ja indikointipisteet.

Automaatiopisteisiin palataan tarkemmin luvussa 3. Automaatiojärjestelmien kuvaukset.

2.3 Lämmöntalteenottoverkosto

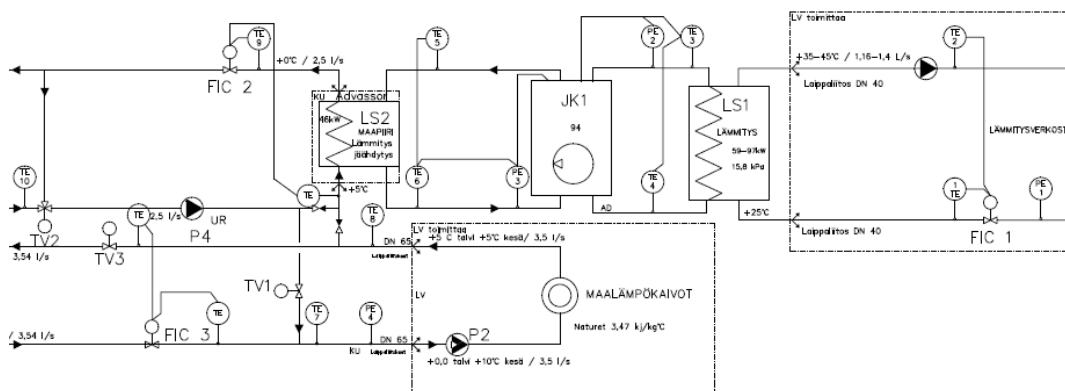
Lämmöntalteenottoverkoston lämmönluovutus tapahtuu lämmönsiirtimen välityksellä, jossa on osa turva-automaatiosta. Tämä on suositeltavaa jättää kylmäautomaation säätimiin. Ohjaustietoja on syytä välittää kylmäautomaation ja rakennusautomaation välillä, esim. lämmöntalteenottoventtiilin ja ohjelman tilatietojen osalta. Rakennusautomaatiosta vastaavasti esim. virtauskytkimien tilatiedot välitetään kylmäautomaation. Virtauskytkimen tilatieto on turvapiirin kiehumisenesto- ja palovahtitieto.

Lämmönsiirrin LS1-verkoston lämpötilan säätely näkyy kuvassa 3. Lämpötilanpyynnin ohjepiste muodostetaan ulkolämpötilan ja menovedenkäyrän lämpötilan mukaan. Säätöpiiriksi valitaan korkeimman tai energiaa huomattavasti enemmän käyttävän verkoston säätöpiiri.



KUVA 3. Säätkäavio LS1 lämpöverkostosta

Lämpötilakäyrää verrataan tuotetun lämpötilan arvoon lämpötilavaraajassa. Mitä enemmän lämpötila poikkeaa käyrän arvosta, sitä suurempi ohjausarvon muutos on. Sääköviestinarvo on 0-10 Vdc rakennusautomaatiosta kylmäautomaatioon. Pumppu P1 on taajuusmuuttajaohjattu ja se toimii vakiovirtaamalla (Kuva 4). Pumpun nopeus määritellään virtausmittauksen FIC1-mittausarvon ja koneikko säätimen analogisen ohjelmallisen arvon summana.

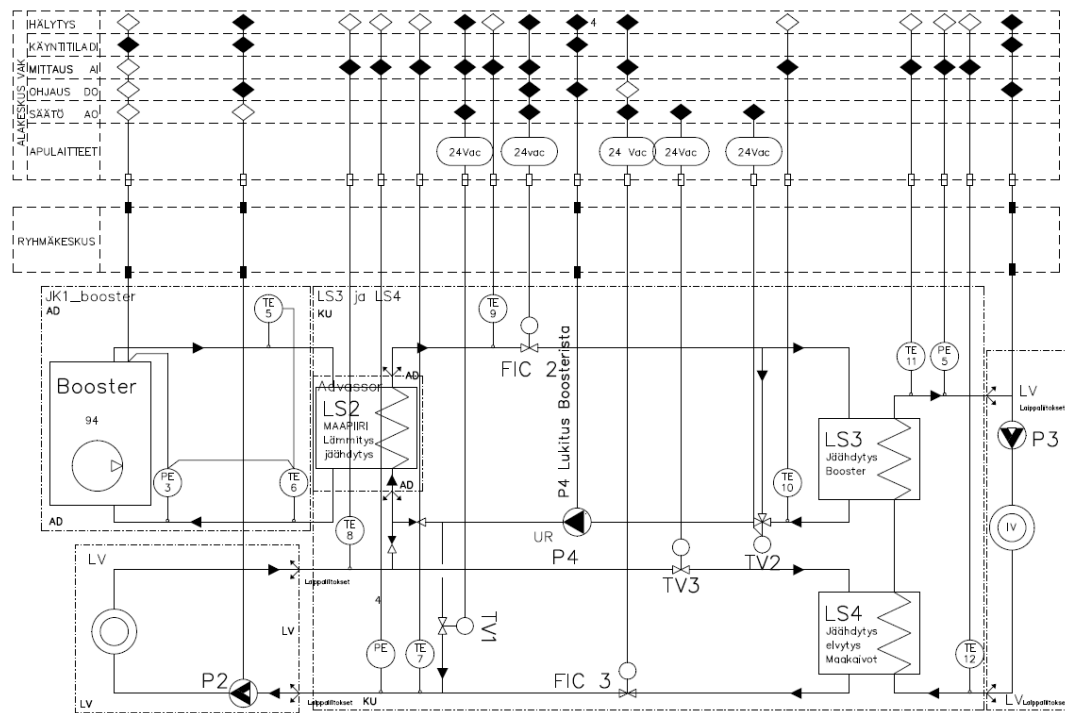


KUVA 4. Lämmitystilanne prosessissa

Lämmitystilanteessa, kun talteen otettu lämmöntuotto ei riitä, annetaan lupa pumpulle P4, jolta annetaan käyntilupa LS2 lämmönsiirtimen säätimelle. Toimilaite TV1 ajetaan auki asentoon. Pumpulle P2 nopeusviesti säädetään täydelle teholle. Jos lauhteen lämmöntuotto ei riitä, ohjataan paineenkorotusventtiiliä nostamaan lauhteen lämpötilaa. Kuvassa 4 ei ole kuvattuna paineenkorotusventtiiliä, se sijaitsee kuvassa 4 booster-laitoksessa JK1. (Liite 2/2)

2.4 Jäähdytysverkosto

Jäähdytysverkoston lämmönsiirto tapahtuu hiilidioksidin ja talotekniikanjäähdytysverkostoissa höyrystinlämmönsiirtimien välityksellä, jonka positioksi tässä työssä on määritetty LS2. Verkoston voi tehdä useammalla lämmönsiirtimellä LS2-LS4, kuten aikaisemmin on esitetty tai vain LS2 lämmönsiirtimellä. LS3 ja LS4 lämmönsiirtimet erottavat maalämpökaivojen nesteen jäähdytysvesiverkosta. Alla olevassa kuvassa 5 on toteutus LS2-LS4 jäähdytysvesiverkosta.



KUVA 5. Säätökaavio LS2-LS4 jäähdytysverkostosta

Maalämpökaivot on kytketty viiteen tai useampaan lämpökaivoon järjestelmän koon mukaan ja ne ovat keskimäärin 250 m syvyisiä. Nämä muodostavat yhdessä LS2-LS4 lämmönsiirtimien kanssa maapiiriverkoston. Maapiiriverkon pumppu P2 on varustettu taajuusmuuttujalla ja paine-eron mittauksella. Näiden avulla pyritään pitämään maapiirinverkoston virtaus vakiona.

Säätöpiirillä on kolme tehtävää: 1. jäähdyttäminen maakylmällä, 2. jäähdyttäminen koneellisesti ja 3. lämpöenergian palauttaminen maapiirille. Jäähdytystoiminto tapahtuu jossakin kolmesta säätöpiirissä jatkuvasti.

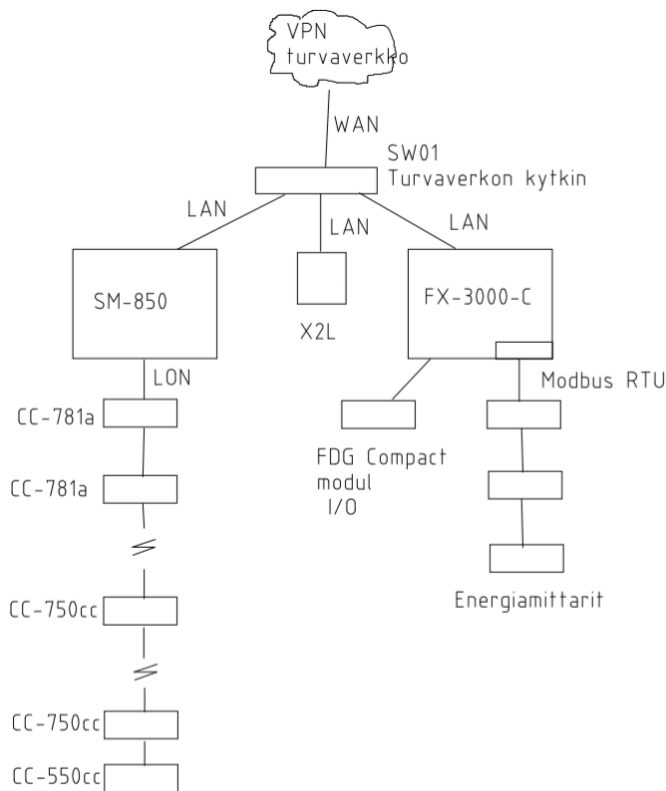
Kohdassa 1 toimilaite TV3 säättää jäähdytysverkoston lämpötilan asetusarvoonsa +9 °C, kun jäähdytetään maakylmällä. Toimilaitteen TV3 säätely ei pääty, vaikka maalämpöverkoston palaavan nesteen lämpötilan TE8 mittausarvo on suurempi kuin TE12 arvon. Maalämpöenergian palautus on tärkeämpää kuin kiinteistön tuuloilmanjäähdytys. Toimilaite TV1 ajetaan kiinni, kun jäähdytetään koneellisesti.

Kohdassa 2 ulkolämpötilan ollessa +12 °C tai enemmän, annetaan pumpulle P4 käyntilupa. Toimilaite TV2 säättää jäähdytysverkoston lämpötilaa siten, että se pitää asetusarvon +9 °C. Anturi TE11 mittaa jäähdytysverkoston menoveden lämpötilaa. Jos jäähdytystarpeen säädön lämpötila ei pysy asetusarvossa LS2, annetaan koneelliselle jäähdyttämislle käyntilupa. Käyntilupa otetaan pois, kun eroalue on asetusarvon alapuolella 1,5°C

Kohdassa 3 lämpöenergia palautetaan maalämpökaivoille silloin, kun sen lämpötila TE8 on alle mittausarvon TE12. Lämmönsiirtimen LS2 säätimellä ei saa silloin olla käyntilupaa. Tällöin toimilaite TV2 säättää lämpötilaa samalla tavoin kuin kohdassa 2. Toimilaite TV3 säättää lämpötilaa kuten kohdassa 1. Toimilaite TV1 tulee olla kiinni ja pumppu P2 säädetään 60 % tehoonsa.

3 AUTOMAATIOJÄRJESTELMIEN KUVAUKSET

Automaatiojärjestelmiä tässä opinnäytetyössä on kaksi. Kylmäautomaatiojärjestelmä koostuu itsenäisesti toimivista yksikkösäätimistä (PLC). Nämä on liitetty kylmäautomaatiojärjestelmän paikallisvalvomoon kenttäväylän (LON) kautta. Rakennusautomaatiojärjestelmänä toimii keskusautomaatiojärjestelmä. Rakennusautomaatiojärjestelmässä käytetään kenttäväylänä Modbus RTU -verkkoa. Automaatiojärjestelmät on liitetty yhteen Modbus TCP -protokollan avulla. Tähän käytetään lähiverkkoa (LAN). Automaatiojärjestelmien yhteensovittamiseen LAN-verkon kautta tarvitaan Modbus TCP ja XML -verkkokielen kääntäjä. Verkkokielenkääntäjä on kuvassa 6. Sen tunnus on X2L.



KUVA 6. Kaavio kylmä- ja rakennusautomaation tiedonsiirtoverkoista

Kylmäautomaatiovalvomojärjestelmän SM-850 kenttäväylänä voidaan käyttää RS485 LON tai Modbus RTU -väyliä. Kuvan 6 laitteet kytketään ulkoverkkoon LAN -verkon kautta kiinteällä IP -osoitteella tai nimipalvelimella DNS. Kuvassa 6 käytetään kiinteää IP -osoitetta. Valvomot yhdistetään toisiinsa lähiverkossa ja

kaikilla on sama IP -avaruus käytössä, esimerkiksi <http://192.11.8.101>, <http://192.11.8.102> ja <http://192.11.8.110>. Ulkoverkon WAN kautta saadaan muodostettua etäyhteydet käyttäjiin. Yhteydet käyttäjiin muodostetaan turvaverkon VPN kautta. FX-3000-C kiinteistöautomaatiojärjestelmän kenttäväylät on kuvassa Modbus RTU (RS-485) ja Modbus TCP. Danfoss AK-SM 850 liitännät on luetteloitu alla: (11, s. 5,8)

- käyttöjännite 100-240 Vac
- hälytysreiden DO lähdöt NO / NC portti 1 (vakiona käytössä)
- hälytysreiden DO lähdöt NO / NC portti 2 virrankuormitus max. 3 A
- WAN Rj45 portti
- Modbus -kenttäväylä
- LON RS 485 RJ45 portilla (ei vakiona käytössä)
- LON (Rs485) kenttäväylä.

Valvomot SM-850 ja FX3000 on liitetty yhteen X2L Danfossin toimittaman XML Modbus TCP -muuntimen välityksellä (11, s.5,8). Kenttäväylässä voi olla samanaikaisesti liitettynä yksi isäntälaitte (12, s.7).

3.1 Danfoss ADAPKOOL® -toisen sukupolven säätimet

Danfoss ADAPKOOL® (AK) -tuotesarjan säätimistä voidaan rakentaa täydellisiä kaupan ja teollisuuden kylmäjärjestelmiä. Danfoss AK kylmäjärjestelmät ovat yleisesti käytettyjä ja laadukkaita. Järjestelmät on suunniteltu käyttäjille, kuten esim. huolto- ja ylläpitohenkilöille, ohjelmointikielenä on käytetty suljettua kieltä. Tällä tarkoitetaan valmistajan lisensoimaa ohjelmaa, joka ei ole ostajan tiedossa, saatavana tai muutettavissa Tästä syystä ohjelmaa ei voida suoraan soveltaa talotekniikan prosessien yhteenliittämisessä. Tuotesarja on laajentunut moniin erityyppisiin PLC -ratkaisuihin (16).

Tässä opinnäytetyössä keskitytään hiilidioksidilaitoksissa soveltuviin säätimiin: AK-781a koneikko- ja AK-CC 750 kaluste- tai huonesäätimeen. Valvomoista keskitytään malliin SM-850. Kaluste- tai huonesäädin AK-CC 550 eroaa AK-CC 750 säätimestä kahdella tavalla siinä voi ohjata vain yhtä lohkoa kerrallaan ja se sisältää integroidun käyttöpaneelin. Luvussa 3.3 esiteellään AK-CC 750 ominai-

suuksia tarkemmin. Kaluste- tai huonesäätimen AK-CC 550 esittely jätetään vähemmälle huomiolle säätimien ominaisuuksien samankaltaisuuden vuoksi. Tässä opinnäytetyössä käytettiin seuraavia säätimiä:

- SM-850 1 kpl
- AK-CC 750 28 kpl
- AK-CC 550 4 kpl
- AK-CC 781a 2 kpl

Danfoss-säätimien kytkentä valvomoverkkoon tapahtuu paikallisverkon kenttäväylän (LON) kautta. Kuvassa 6 on ylempänä lähiverkon (LAN) väylän rakenne ja vasemmalla on kylmäautomaation kenttäverkko LON.

3.2 AK-SM 850 kylmäautomaatiojärjestelmä

Kylmälaitevalvomosta voidaan hallinnoida kaikkia järjestelmään liitettyjä Danfossin laitteita, kuten koneikko-, huone- ja kalustesäätimet. Keskusvalvomosta voidaan käyttää myös siihen liitettyjä Danfossin taajuusmuuttajia. Laitteistoon voidaan liittää erillinen paikallisvalvomo joko TCP -liitännän kautta tai etäkäyttöliittymänä. Alla olevassa kuvassa 7 on kuvattu keskusyksikkö ja paikallisvalvomo.



KUVA 7. SM-850 keskusyksikkö ja paikalliskäyttöliittymä (15)

Kylmäautomaatiojärjestelmään voidaan tuoda kolmannen osapuolen laitteita Modbus RTU -väylän kautta, mutta silloin valvomoa ei voida käyttää yhtä aikaa toisen valvomon kanssa. Kahden itsenäisen valvomojärjestelmän voi luoda Modbus TCP -väylän kautta (12, s.112). LON verkkoon voidaan liittää AK-sarjan säätimiä. Järjestelmään voidaan liittää ensimmäisen sukupolven AKM-säätimiä,

jotka käyttävät DANBUS-väylää, AK-200pi muuntimen välityksellä. DANBUS-väylä on Danfossin oma kenttäväyläprotokolla. (15, s. 2.)

3.3 AK-CC 750 säätimen ohjaus ja säätö rakennusautomaatiosta

Danfoss AK-CC 750 säädin voi ohjata ja säätää 1-4 höyrystinlohkoa yhtä aikaa. Säätimessä on 11 kpl analogista liitäntää (AI), Pt 1000 –passiivisia antureita tai jännitesisääntuloja 0-5V / 0-10V varten. Digitaalisia lähtöjä (DI) on pulssi- tai re-
lelähtöjä, kumpaakin 4 kappaletta. Jänniteulostulot 5V ja 10V ovat paineantu-
reille. Säätimessä ei ole vakiona yhtään analogista lähtöä (AO). Laajennuksissa
voidaan käyttää lisämoduuleita, joita on 8 vaihtoehtoa. Digitaaliset tulot ja analo-
giset lähdöt ovat laajennusmoduuleissa 4 ja 8 lähdön portteina. Liitettäviä näyt-
töpaneelivaihtoehtoja on kaksi. (7, s. 12, 23.)

3.4 AK-CC 781A säätimen ohjaus ja säätö rakennusautomaatiosta

Säädin 781A kuuluu Danfossin AK-CC sarjan koneikkosäätimiin. Säädin on fyysi-
siltä ominaisuuksiltaan samankaltainen kuin 750 säädin (katso luku 3.3, s. 27).
Säädin 781A eroaa käyttö- ja väyläliitännöiltä 750 säätimestä. Tiedonsiirto sääti-
mien, taajuusmuuttajien ja paikallisvalvomon välillä tapahtuu LON-väylällä. (8, s.
12-13.) Käyttöliittymänä on näyttöpaneeli, jossa on käyttöpainikkeet (8, s. 27).
Käyttöliittymä ei ole pakollinen silloin, kun säädintä käytetään etänä. Säädin on
käytettävissä reaaliaikaisesti toimivalla ohjelmalla, selainpohjaisella ohjelmalla
sekä mobiilisovelluksella. Kolmannen osapuolen järjestelmästä säätimiin pääsee
valvomon XML:n avoimesta rajapinnasta. (11, s. 112.) Säädintä 781A voidaan
ohjailla ja säätää XML-rajapinnan kautta kolmannen osapuolen järjestelmästä.
Tässä opinnäytetyössä käytetään kolmannen osapuolen automaatiojärjestel-
mänä FX-3000-C.

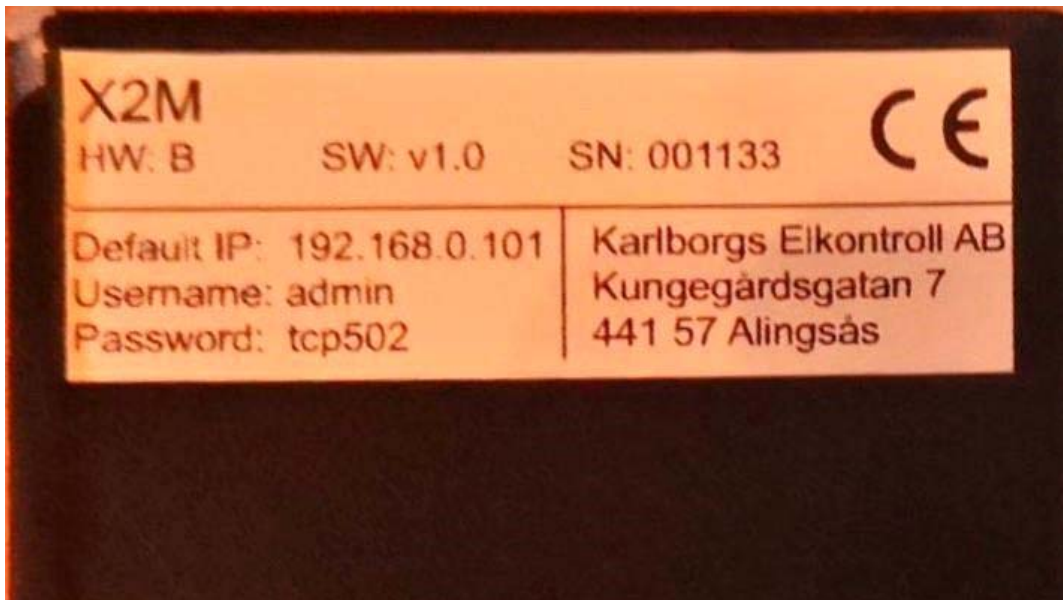
3.5 Danfoss XML Modbus TCP -muunnin

Danfossin XML Modbus TPC -muuntimeen on valmiiksi ohjelmoitu <http://> IP -osoit-
teellinen käyttöliittymä. Liittymän kautta voidaan valita luettavia pisteitä (liite 3).

Muuntimella X2M, kuvassa 8, tuetaan seuraavia Danfossin säädintyyppejä: (liite 4)

- EKC-säätimet
- MCX-säätimet
- AK2-säätimet

Energiamittarien Modbus-rekisterit dynaamisessa muodossa ovat myös luettavissa laitteen kautta. Modbus-laitteet, kuten energiamittarit ja VLT Danfoss taajuusmuuttajat, luetaan kenttäväylästä valvomoon kylmäautomaation paikallisvalvomoon AK-SM 850.



KUVA 8. X2M -muuntimen tyyppikilpi

Kirjoitusominaisuus on tulossa ja toimii osittain AK-säätimissä. Seuraaviin säätimiin kirjoitusominaisuus on tulossa: EKC, MCX ja AK2. Lisäksi Modbus RTU, toinen protokolla, on tuotekehitysvaiheessa (liite 4).

3.6 Danfoss säätimien tietojenkäsittely muuntimella

Danfoss muuntimen X2M käyttö tapahtuu verkkoselaimessa. Muuntimen käyttöliittymässä valitaan siirrettävät rekisterit. Danfoss säätimien tiedot luetaan AK-SM 850 -valvomosta TCP 502 -portin kautta (liite 4). Käyttöliittymästä saadaan lisättyä (import) laitteiden pisteet. Pisteille on muuntimessa ohjelmoitu rekisteriosoitteet Tag-listaan (liite 3). Käyttöliittymästä saadaan tulostettua "Tag list" (liite 3).

Maalämpöpiirin automaatiopisteitä on merkitty vihreällä nuolella kuvassa 14. Alla olevassa luettelossa ovat vihreän nuolen kuvakset:

- Id, rekisterin arvo
- rekisterin tyyppi
- rekisterin kuvaus
- yksikön minimi- ja maksimiarvot.

The screenshot shows the X2M web interface. On the left, a navigation menu includes 'Home', 'Information', 'Devices', 'Meters', 'Misc', 'Parameters', 'Types', 'Imported', and 'Settings'. The main content area is titled 'Maalämpöpiiri' and displays a table of 17 parameters. Below this, a 'Column visibility' button is highlighted with a red arrow. A second screenshot shows the 'Device Types' section with a table of 6 device types. A third screenshot shows a table with columns 'Name', 'Import', 'Tag', 'Modbus', 'Unit', 'Min', and 'Max'. A green arrow points to a checkbox in the 'Import' column of the 'Actual Cut In A' row.

Name	Value	Modbus
Actual Cut In A	-1.0	16
Actual Cut Out A	-3.0	17
AKV/Step Opening A %	35.2	197
Cutout A 1	-3.0	34
Cutout B 1	-4.0	80
Cutout C 1	-4.0	125
Cutout D 1	-4.0	170

Type	Code no.
AK-LM330-014x	080Z0170_014x
AK-PC781A-014x	080Z0191_014x
AK-CC550-A-019x	084B8030_019x
AK-CC550-G-019G	084B8030_019G
AK-CC550-B-019B	084B8030_019B
AK-CC750-066x	080Z0125_066x

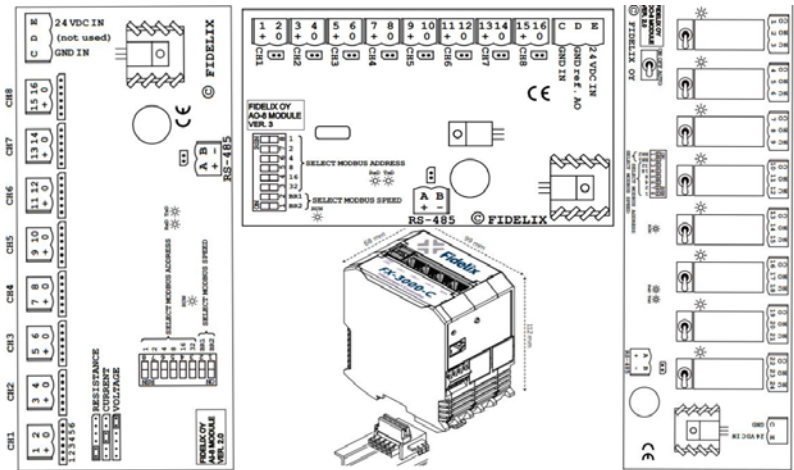
Name	Import	Tag	Modbus	Unit	Min	Max
Acc Defrost Skip	<input type="checkbox"/>		332		0	0
Acc No Of Defrost	<input type="checkbox"/>		331		0	0
Actual Cut In A	<input checked="" type="checkbox"/>		16	degc	0.0	0.0
Actual Cut In B	<input type="checkbox"/>		62	degc	0.0	0.0

KUVA 3. Käyttöliittymän X2M -rekisteritietojen valinta

Modbus-rekisteritietojen käyttöliittymässä voidaan valita mitä tietoja tulostetaan näyttöön tai pdf -tulosteeksi. Valintoja havainnollistetaan kuvassa punaisilla nuoleilla, esim. 1, 2 ja 3. Rekisterien arvot eivät muutu automaattisesti verkkoselaimessa. Grafiikalla painikkeesta "Refres" voi arvot päivittää.

3.7 Fidelix FX-3000-C -rakennusautomaatiojärjestelmä

Fidelix FX-3000-C -rakennusautomaatio ohjaa, säätää, mittaa ja valvoo (kuva 5. s. 20) verkoston laitteita. Energiamittausventtiilit FIC 1-3 on kytketty Modbus RTU -protokollan kenttäverkkoon. Muut kuvassa 5 näkyvät anturit ja laitteet on kytketty I/O-korteille (kuvassa 10). Vapaasti ohjelmoitavaan keskusyksikköön voidaan liittää FDX Combact -moduuleita 63 kappaletta. FDX -terminaalin Modbus RTU-väylään voidaan kytkeä Classic-sarjan kortteja. (18, s. 1.)



KUVA 4. Fidelix FX-3000-C ala-aseman komponentteja

Keskusyksikön liitännät näkyvät alla olevassa luettelossa:

- USB-porttiliitäntä, 2 kpl
- LAN-liitäntä, 3 kpl
- WAN-liitäntä, 1 kpl
- RJ9 - RJ232, 1 kpl
- maaliitäntä 0 Vdc, 2 kpl
- syöttöjänniteliitäntä 24 Vdc, 2 kpl
- FDX Combact -moduuliliitin, 2 kpl

FDX Combact -moduuliliitin kostuu maaliitännän 0 Vdc ja syöttöjänniteliitännän 24 Vdc sekä Modbus-väylän liittimistä A (+) ja B (-).

Keskusyksikön liitännät ovat EMC EN 50491-5-2 -standardin mukaisia sähköisiä ja toiminnallisia ominaisuuksia: (18, s. 2).

- käyttöjännite max. 24 VDC
- virrankulutus keskusyksiköllä max. 500 mA
- virran kesto max. 7 A
- virtalähteen kytkentä keskusyksikön sivusta tai FDX Combact -moduulin liittimistä
- sarjaporttien määrän laajennusmahdollisuus
- keskusyksikön päivitys USB1-portista
- oma verkkopalvelin, jonka protokolla on FTP tai Web

- varmuuskopiointi muistikortille automaattisesti
- tuplaydinprosessori Cortex-A9 suorittimenkellotaajuus 1 GHz,
- 512 MB NAND Flash-muisti (8 bit)
- RAM-keskusmuisti (32 bit) 256 MB, tyyppi DDR2
- Microsoft Windows Embedded CE 6 käyttöjärjestelmä.

3.8 I/O-kortit

Classic-sarjan I/O-korttien ominaisuuksia ovat osoitteellinen liitäntä Modbus RTU -protokollan mukaisesti keskusyksikköön, Modbus RTU -väylän nopeus väliltä 9600-57600 ps sekä jännite- ja/tai virtaviestien vastaanottaminen AI-mittauskor-teilla. Näiden avulla passiivinen anturi ja digitaalinen sisääntulotieto voidaan ottaa vastaan. Resistiivinen sisääntulo on välillä 1-10 k Ω (19, s. 1-2). AO- korttien ulos-tulot ovat 0-10 Vdc tai 4-20 mA. (20, s. 1-2). DO-ohjauskorttien relelähdöt nor-maalisti ovat joko auki (NO) tai normaalisti kiinni (NC). Näiden kuormitusjännite on max. 250 Vac ja suurin virrankesto max. 6 A. DO-ohjauskorttien lähdössä on Ledi-indikaattori ilmoittamassa lähdön tilaa. DO-lähdöntila on valittavissa kytki-mellä manuaalisesti NO, NC tai automaattiseen tilaan. (21, s. 1-2.)

Tässä opinnäytetyössä on käytetty ala-aseman Vak-1 kokoonpanona

- IO-kortti, AI-8 mittaus ja indikointimoduuli, 2 kpl
- AO-kortti, AO-8 säätömoduuli, 2 kpl
- DO-kortti, DO-ohjausmoduuli
- Fidelix FX-3000-C keskusyksikkö
- virtalähde 230 VAC / 24 VAC
- Modbus RTU -laajennusosa FX-RS485-C.

Modbus RTU -laitteita varten FX-RS485-C laajennuskortilla voidaan järjestel-mään lisätä yksilöityjä Modbus RTU -kenttäväylää käyttäviä laitteita. Laajen-nusosassa on kaksi standardin ANSI TIA/EIA-485 mukaista Modbus RTU -kent-täväylän RS 485 -porttia COM 4 ja 5. (22, s. 1-2.)

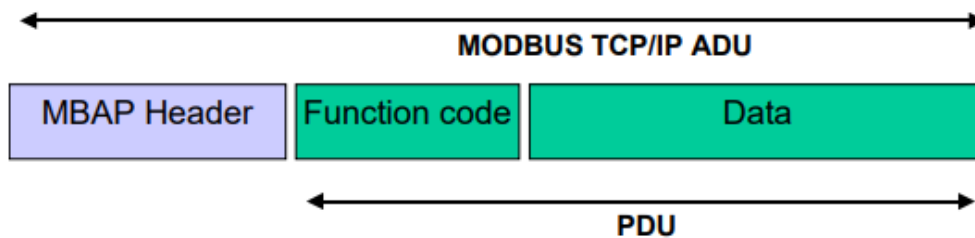
3.9 Modbus TCP -väyläprotokolla

Modbus -standardin mukainen isäntä orja -sarjaliikenneprotokollaviesti on kehitetty jo vuonna 1979 (23, s. 1). Modbus TCP on edellä mainittua uudempi protokolla. Käytännössä Modbus RTU:n ja Modbus TCP:n ero on tarkistussuunnan laskennassa, jota TCP versiossa ei ole. Kun liitetään eri laitevalmistajien laitteita yhteen Modbus -protokollalla, niin sen etuja ovat luotettavuus, avoin lisenssivapaa standardi ja helppo käyttöönotettavuus. Myös raakadatan käsittely laitevalmistajien välillä on ongelmaton.

Tilaajan (Client) ja palvelimen (Server) välistä viestintää voidaan kuvata neljällä vaiheella. 1. Modbus-kutsu lähetetään asiakkaalta palvelimelle (aloitus). 2. Modbus- vastausviestipalvelimelle on tullut datapaketti (tilatieto palvelimella). 3. Tilaajalta Modbus-osoitus palvelimelle - tieto datapaketin saapumisesta (tilatieto asiakkaalla). 4. Modbus-vahvistus lähetetään palvelimelta tilaajalle. Datapaketti on vastaanotettu (loppu). (24, s. 2,5)

3.10 Modbus TPC -paketin rakenne

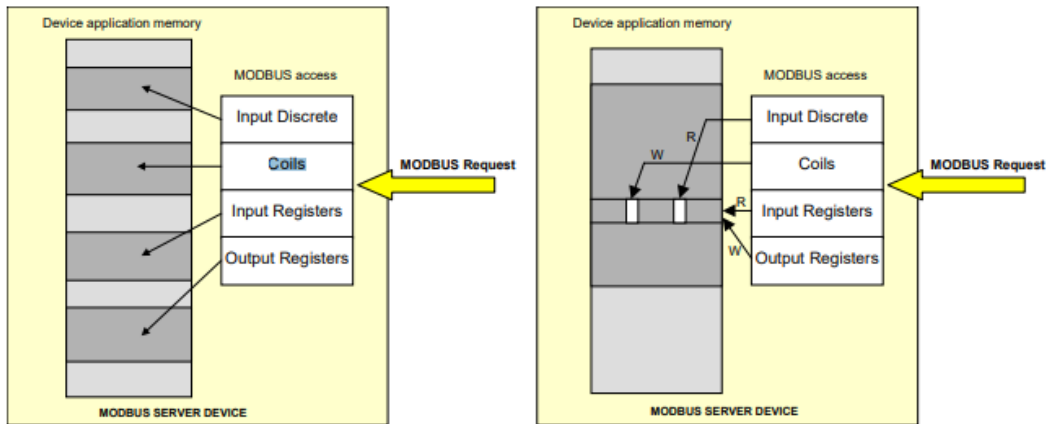
Koodi jakaantuu kolmeen pääosaan: Modbus Application Protocol header (MBAP) osoitteeseen, funktiokoodiin ja dataan. Nämä näkyvät kuvassa 11. Modbus TCP -kokonaisuus koostuu application data unit (ADU) eli lähetys ja protocol data unit (PDU) eli protokollatieto. PDU sisältää funktiokoodin ja tietopaketin. (24, s. 4.)



KUVA 5. Modbus TCP -paketti (24, s. 4)

Kaikki Modbus TCP -lähetykset kulkevat portin 502 kautta, (24, s. 9) jota Modbus TCP -palvelimella kuunnellaan. Lähetyksissä voi olla kirjoitettua, luettua ja/tai molempia tietoja. Lähetyksessä kirjain r (read) ja w (write) kuvaavat toiminnallisuutta.

Nämä voivat olla samassa Modbus-paketin osassa tai erikseen. Kuvassa 12 vasemmalla puolella on rekisteri, jossa luku ja kirjoitus ovat omissa osissaan. Oikealla puolella on kaksoisrekisteri, jossa luku ja kirjoitus ovat samassa lohkoissa. (24, s. 8.) Lisäksi kuvassa on nuolilla havainnollistettu tiedon kulku Modbus-paketista lohkoihin.



KUVA 12. Modbus -paketin rekisterirakenteet (24, s. 8)

Taulukossa 4 on tarkemmin kuvattu Modbus-paketin sisältö. Tietoa voidaan hakea Modbus-rekistereistä neljällä eri tavalla: hakutieto (discrete input), ohjelmallinen piste (coils), reaaliaikainen rekisteri (input register) ja pitorekisteri (holding register). Hakutietorekisteri on yksibittistä tilatietoa eli muotoa nolla tai yksi. Ohjelmallinen piste on yksibittistä tilatietoa eli numeerista muotoa 0-9, jota voidaan lukea ja kirjoittaa. Tätä tietoa voidaan tuottaa ohjelmointisovellusten avulla. Reaaliaikainen tieto on 16 -bittistä lukutietoa, joka voi sisältää merkkisarjoja, jotka ovat käytettävissä hetken. Pitorekisterin tieto on 16 -bittistä lukutietoa, joka voi sisältää merkkisarjoja ja ne säilytetään, kunnes tieto on käytetty. Toisessa sarakkeessa tyyppitieto voi olla muotoa numero, kirjain, merkki tai jokin näiden yhdistelmä. Seuraavassa sarakkeessa kuvataan toiminnan ominaisuuksia. Viimeisessä sarakkeessa kommentoidaan tietotyypin sovellettavuutta.

TAULUKKO 4. Modbus-paketin sisältö (24, s. 8)

tietotyypit	tyyppi	toiminta	kommentit
Discrete input	1 bitti	vain luku (R)	Tämän tyyppinen data voidaan toimittaa I/O järjestelmälle
Coils	1 bitti	luku ja kirjoitus (R&W)	Tämän tyyppistä tietoa sovellus voi muuttaa tai ohjelmoida.
Input Register	16 bittinen WORD	vain luku (R)	Tämän tyyppinen data voidaan toimittaa I / O-järjestelmällä
Holding Register	16 bittinen WORD	luku ja kirjoitus (R&W)	Tämän tyyppistä tietoa sovellus voi muuttaa tai ohjelmoida

6 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli liittää kaksi erillistä automaatiojärjestelmää yhdeksi käyttöliittymäksi. Yhteen liittymään kuuluvat kylmäautomaatio- ja rakennusautomaatiojärjestelmät, joilla on omat paikallisvalvomot. Yhteenliittäminen toteutettiin suunnitellusti Modbus TCP -väylän kautta. Samalla työstettiin ohje, jonka avulla yhteenliittäminen tässä työssä käytettyjen järjestelmien välillä helpottuisi ja työyhteisön muutkin työntekijät voisivat soveltaa ohjetta työssään.

Kahden automaatiojärjestelmän yhteenliittämisessä onnistuttiin hyvin. Keskeiset prosessien yhteenliittymät ovat rakennusautomaatiojärjestelmässä selkeästi näkyvillä. Lisäksi kiinnitettiin erityistä huomiota eri tasoisten käyttäjien tarpeisiin ja prosessien herkkien säätöpisteiden ohjelmalliseen suojaukseen. Käyttäjälle muodostuu selkeä kuva siitä, mitä järjestelmässä tapahtuu ja väärinkäsitysten mahdollisuutta on rajattu mahdollisimman paljon. Taloudellisesti projekti onnistui suunnitellusti.

Prosessien yhteenliittämisessä olisi voitu käyttää mitta-antureita kustannustehokkaammin. Osin ylimääräisiin mittauspisteisiin päädyttiin varmuuden vuoksi. Projektin aikataulussa ei ollut varaa viivästyksiin. Joitakin ohjelmasovelluksia ei saatu vielä tässä vaiheessa täysimääräisenä käyttöön. Järjestelmien viestimuuntimena toimivan laitteen ohjelmoinnista löydettiin puutteita ja ne siirtyivät laitevalmistajan tuotekehitysryhmään jatkotoimenpiteitä varten.

Tässä opinnäytetyössä tehtyjä havaintoja voidaan käyttää jatkossa uusien projektien valmisteluun ja kehittämiseen. Havainnot olivat riittävän tarkkoja ja esimerkkien kautta esitetyt sovellukset ovat käytettävissä useisiin eri vaihtoehtoihin. Kokemuspohjaisesti voidaan todeta, että toteutettu projekti toimi suunnitellusti ja tehokkaasti. Sitä kuvaa se, että vikoja ei ole takuu aikana ollut. Tätä seurataan aktiivisesti koko ajan.

Tulevaisuudessa tämän projektin aikana opitut tiedot, taidot ja ongelmanratkaisut tullaan käyttämään ja jalostamaan tuottavan työn tekemisessä tehokkaammin,

nopeammin ja laadukkaammin – erityisesti integroiduissa automaatiojärjestelmissä. Myös muita väyläpohjaisia sovelluksia, joilla voidaan toteuttaa vastaavanlaisia järjestelmiä, tullaan tarkastelemaan.

LÄHTEET

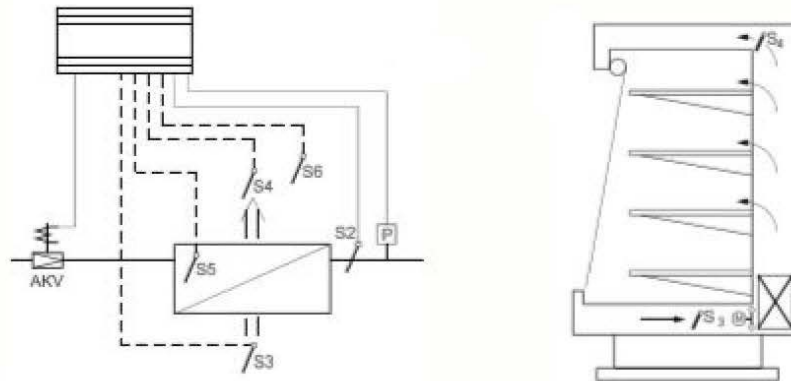
1. Are Oy tietoa-Aresta. Saatavissa: <https://www.are.fi/tietoa-aresta/> Hakupäivä 10.2.2020.
2. Muuronen, Mikko 2016. Hiilidioksidin (CO₂) käyttö kylmäaineena, kylmälaitostyytit ja kylmälaitoksen mitoitus. Saatavissa: <https://www.theseus.fi/handle/10024/111886>. Hakupäivä 10.2.2020.
3. Wikipedia: Ohjelmoitava logiikka. Saatavissa: Hakupäivä 22.3.2020.
4. Bitzerdoc Output data. Luotu 10.2.2020. BITZER Software v6.12.0 rev 2326. Saatavissa: https://www.bitzer.de/websoftware/Calcu_late.aspx?cid=1580996628562&mod=HHK. Hakupäivä 10.2.2020.
5. Controller for appliance control AK-CC 550A User guide. Saatavissa: <https://assets.danfoss.com/documents/DOC281347572850/DOC28134752850.pdf>. Hakupäivä 16.1.2020.
6. Hakala, Pertti - Kaappola, Esko 2013. Kylmälaitokseen suunnittelu, 3. painos. Tampere: Opetushallitus.
7. Controller for evaporator control AK-CC 750 - 080Z0130 & 080Z0139. Saatavissa: <https://assets.danfoss.com/documents/DOC055586422965/DOC055586422965.pdf>. Hakupäivä 11.2.2020.
8. Koneikkosäädin lämmöntalteenottotoiminnolla AK-PC 781A. SW 1.4x. User guide. Saatavissa: <https://store.danfoss.com/fi/fi/J%C3%A4%C3%A4hdytys/Elektroniset-s%C3%A4%C3%A4t%C3%B6laitteet/Kompressorin-ja-lauhduttimen-s%C3%A4%C3%A4timet/Tiivistyksen-ohjaus%2C-AK-PC-781A/p/080Z0191>. Hakupäivä 16.1.2020.
9. Harju, Timo - Marttinen, Arto 2000. Säätekniikan koulutusmateriaali. Saatavissa: https://www.automaatioseura.fi/site/assets/files/1367/pid_kirja_1-1.pdf. Hakupäivä 10.2.2020.

10. Kaupan kylmälaitteiden ja -järjestelmien lauhdelämmön talteenotto. Saatavissa: https://www.motiva.fi/files/7973/Kaupan_kylmalaitteiden_ja-jejestelmien_lauhdelammon_talteenotto_Laskentaohje.pdf. Hakupäivä 26. 1.2020.
11. User Guide AK-System Manager AK-SM 800 Series. Saatavissa: <https://assets.danfoss.com/documents/DOC246286497286/DOC246286497286.pdf>. Hakupäivä 11.1.2020.
12. RC8AC802_datacomm.pdf. Saatavissa: http://files.danfoss.com/technic_alinfo/dila/01/RC8AC802_datacomm.pdf. Hakupäivä 11.1.2020.
13. Yleisesite | ADAP-KOOL® – Koneikkosäätimet. Saatavissa: <https://assets.danfoss.com/documents/DOC185786434231/DOC185786434231.pdf>. Hakupäivä. 1.2.2020.
14. Valokuva AK-SM 850, AK-SM 820, AK-SM 880 with controller Saatavissa: <https://store.danfoss.com/fi/fi/J%C3%A4%C3%A4hdytys/Elektronisets%C3%A4%C3%A4t%C3%B6laitteet/Valvontaratkaisut/J%C3%A4rjestelm%C3%A4nhallinta%2C-AK-SM-850/p/080Z4001>. Hakupäivä 1.2.2020.
15. Protocol Interface AK-PI 200. Saatavissa: <https://assets.danfoss.com/documents/DOC000086427284/DOC000086427284.pdf>. Hakupäivä 6.2.2020.
16. Hedberg, Kasper. 2017 Danfoss Food Retail –Kylmäelektriikkaa. Saatavissa: <https://docplayer.fi/69473133-Danfoss-food-retail-kylmaelekt-riikkaa.html>. Hakupäivä 18.3.2019.
17. Lönnblad, Riina. Modbus TCP muunnin materiaalia. Vastaanottaja: tuomas.koponen@are.fi. 6.11.2018.
18. FX-3000-C_FI.pdf. Saatavissa: https://www.fidelix.fi/wp-content/uploads/FX-3000-C_FI.pdf. Hakupäivä 1.2.2020.
19. AI8_FI.pdf. Saatavissa: https://www.fidelix.fi/wp-content/uploads/AI8_FI.pdf. Hakupäivä 1.2.2020.
20. AO8_FI.pdf. Saatavissa: https://www.fidelix.fi/wp-content/uploads/AO8_FI.pdf. Hakupäivä 1.2.2020.
21. DO8_FI.pdf. Saatavissa: https://www.fidelix.fi/wp-content/uploads/DO8_FI.pdf. Hakupäivä 1.2.2020.

22. FX-RS485-C-datasheet.pdf. Saatavissa: http://media.fidelix.se/2018/10/F_X-RS485-C-datasheet.pdf. Hakupäivä 6.2.2020.
23. Modbus FAQ. Saatavissa: <http://www.modbus.org/faq.php>. Hakupäivä 6.2.2020.
24. Modbus-IDA MODBUS Messaging on TCP/IP Implementation Guide V1.0b. Saatavissa: http://www.modbus.org/docs/Modbus_Messaging_Implementation_Guide_V1_0b.pdf. Hakupäivä 6.2.2020.
25. Rapid SCADA Modbus Parser. Saatavissa: <http://modbus.rapidscada.net/>. Hakupäivä 1.2.2020.
26. Online Hex Converter. Saatavissa: https://www.scadacore.com/tools/_programming-calculators/online-hex-converter. Hakupäivä 1.2.2020.
27. International standard IEC 61131-3. 2003. Standardi. Saatavissa: https://d1.amobbs.com/bbs_upload782111/files_31/ourdev_569653.pdf. Hakupäivä. 13.2.2020.
28. Wikipedia. Esineiden internet. Saatavissa: https://fi.wikipedia.org/wiki/Esineiden_internet. Hakupäivä 13.3.2020.

Anturien sijoitus ja merkitys kaluste- ja huonesäätimille AK-CC 550- ja 750

Tässä liitteessä kerrotaan matalapaine- ja keskipaineverkoston keskeiset toiminnot sekä koneikko säätimen laudeprosessin toimintaa. Liitteessä viitataan suositelluihin säätintyyppeihin. Seuraavassa kuvauksessa vain matalapaineverkossa. Keskipaineverkoston kuvaus on keskeisiltä osin samankaltainen.



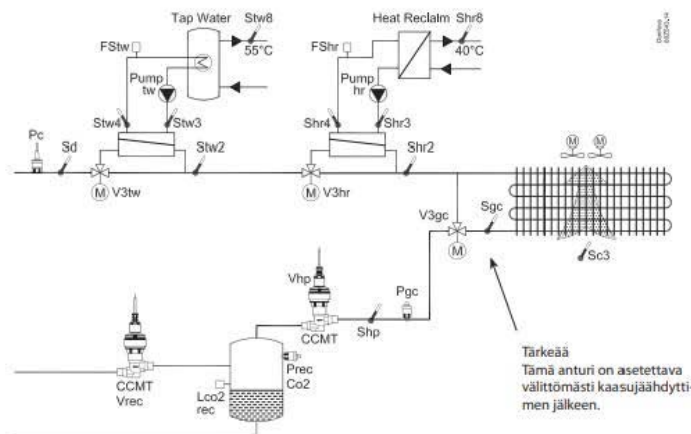
KUVA 1 AK-CC 550- ja 750-säätimien mittaus- ja säätöperiaatekuva (5, s.2).

Kuvassa 1 vasemmalla oleva piirros, jossa ilma siirtyy lämmönsiirtimen läpi alhaalta ylös ja hiilidioksidi ruiskutetaan kuvassa vasemmalta oikealle. Ilmassa oleva lämpö sitoutuu hiilidioksidiin. Kuvassa 1 oikealla on sama kalusteessa kuvattuna. Alla olevassa luettelossa, kuvan 1 vasemmalla puolella, ovat anturi- ja toimilaitte kuvaukset päätehtävän tai tarkoituksen mukaan (1, s. 4-6).

- AKV-pulssiohjatun magneettiventtiilin ruiskuttaa nestemäistä hiilidioksidia lämmönsiirtimen kuvassa keskellä alhaalta. Höyrystyminen tapahtuu, kun hiilidioksidin paine laskee
- P-imupaine paineanturi höyrystimellä mittaa paineen alenemista
- S2 mittaa tulistuneen kylmäaineen lämpötilaa
- S3 mittaa siirtimeen tulevaa lämmintä ilmaa
- S4 mittaa siirtimeltä lahtevaa jaahdytettyä ilmaa
- S5 mittaa höyrystimen lämpötilaa, käytetään sulatuksen lopetukseen
- S6 jaahdytettävän kohteen olosuhtelämpötila, säädintä ohjaava mittaus

Lauhdeprosessin keskeiset toiminnot AK 781a CC säätimessä

Lauhteen painetta ja lämpötilaa säädetään sekä valvotaan AK 781a CC säätimellä kuvassa 2 Pc-paineanturin mittauksin sekä Sd-lämpötila-anturein. (2, s. 108-109). Kuvassa 2 alla kuvataan lämmöntalteenotto sekä kaasujäähdytin piirros- eli PI-kaaviossa (2, s. 122).



KUVA 2 Lämmöntalteenoton periaate PI-kaavio.

Hiilidioksidin painetta ja lämpötilaa voidaan nostaa ulkoisella signaalilla, joka on valittavassa 0-5 V, 0-10 V ja 4-20 mA viestiarvoille. (2, s. 67.) Signaali säätää PID-säädintä (Proportional-Integral-Derivative) (3, s.67.) PID-säädin säätää paineenkorotusventtiiliä (Vhp). Paineenkorotusventtiili säätää kaasun ja nesteen painetta kuumakaasunjäähdytysverkostossa. (2, s. 114-117.) Lämmöntalteenottoventtiilit V3tw ja V3hr ovat positiota. Järjestelmän ohjausventtiilit ovat myös usein vaihtotilatoimisia. (2, s. 114). Voidaan kuitenkin käyttää säätävää 3-tie venttiiliä, kun säätö tehdään kolmannen osapuolen järjestelmästä. Tällöin 3-tieventtiilin on oltava lämmönsiirtimen menolinjassa, kuten yllä kuvassa 2 on esitetty. Lauhtumislämpötilan säätöventtiili V3gc kuumakaasujäähdyttimelle säätää jäähdytetyn hiilidioksidin lämpötilaa. V3gc-venttiili on aina kaasujäähdyttimeltä lähtevässä linjassa (2, s. 116). Varaajapaineen säätöventtiili Vrec säätää varaajan paineen. (2, s. 119)

LÄHTEET

1. Controller for appliance control AK-CC 550A User guide: Saatavissa: <https://assets.danfoss.com/documents/DOC281347572850/DOC281347572850.pdf>. Hakupäivä 16.1.2020.
2. Koneikkosäädin lämmöntalteenottotoiminnolla AK-PC 781A. SW 1.4x. User guide: Saatavissa: <https://store.danfoss.com/fi/fi/%C3%A4%C3%A4hdytys/Elektroniset-s%C3%A4%C3%A4t%C3%B6laitteet/Kompressorin-ja-lauhduttimen-s%C3%A4%C3%A4timet/Tiivistyksen-ohjaus%2C-AK-PC-781A/p/080Z0191>. Hakupäivä 16.1.2020.
3. Harju, Timo - Marttinen, Arto 2000. Säätetekniikan koulutusmateriaali. Saatavissa: https://www.automatioseura.fi/site/assets/files/1367/pid_kirja_1-1.pdf. Hakupäivä 10.2.2020.

16.1.2020

Taglist - Danfoss XML to Modbus

Taglist

Modbus client info

IP	172.31.8.169	Date	2018-11-12
Port	502 (TCP)	Protocol	Modbus TCP

Unit ID	Register	Type	Description	Min	Max
10	2007	S16	— Ctrl State	0	45
10	2532	S16	u17 Ther Air	-200.0	200.0
10	100	S16	— Cutout	-50.0	50.0
10	2531	S16	u16 S4 Air Temp	-200.0	200.0
10	20008	S16	— High Temp Alarm	0	1
11	2007	S16	— Ctrl State	0	45
11	2532	S16	u17 Ther Air	-200.0	200.0
11	100	S16	— Cutout	-50.0	50.0
11	2531	S16	u16 S4 Air Temp	-200.0	200.0
11	20008	S16	— High Temp Alarm	0	1
12	2007	S16	— Ctrl State	0	45
12	2532	S16	u17 Ther Air	-200.0	200.0
12	100	S16	— Cutout	-50.0	50.0
12	2531	S16	u16 S4 Air Temp	-200.0	200.0
12	20008	S16	— High Temp Alarm	0	1
13	2007	S16	— Ctrl State	0	45
13	2532	S16	u17 Ther Air	-200.0	200.0
13	100	S16	— Cutout	-50.0	50.0
13	2531	S16	u16 S4 Air Temp	-200.0	200.0
13	20008	S16	— High Temp Alarm	0	1
14	2007	S16	— Ctrl State	0	45
14	2532	S16	u17 Ther Air	-200.0	200.0
14	100	S16	— Cutout	-50.0	50.0
14	2531	S16	u16 S4 Air Temp	-200.0	200.0
14	20008	S16	— High Temp Alarm	0	1
15	2007	S16	— Ctrl State	0	45
15	2532	S16	u17 Ther Air	-200.0	200.0
15	100	S16	— Cutout	-50.0	50.0
15	2531	S16	u16 S4 Air Temp	-200.0	200.0
15	20008	S16	— High Temp Alarm	0	1
16	2007	S16	— Ctrl State	0	45
16	2532	S16	u17 Ther Air	-200.0	200.0

172.31.8.169/taglist

1/5

TAGLIST - DANFOSS XML TO MODBUS

LIITE 3/2

16.1.2020

Taglist - Danfoss XML to Modbus

Unit ID	Register	Type	Description	Min	Max
16	100	S16	— Cutout	-50.0	50.0
16	2531	S16	u16 S4 Air Temp	-200.0	200.0
16	20008	S16	— High Temp Alarm	0	1
20	2007	S16	— Ctrl State	0	45
20	2532	S16	u17 Ther Air	-200.0	200.0
20	100	S16	— Cutout	-50.0	50.0
20	2531	S16	u16 S4 Air Temp	-200.0	200.0
20	20008	S16	— High Temp Alarm	0	1
21	2007	S16	— Ctrl State	0	45
21	2532	S16	u17 Ther Air	-200.0	200.0
21	100	S16	— Cutout	-50.0	50.0
21	2531	S16	u16 S4 Air Temp	-200.0	200.0
21	20008	S16	— High Temp Alarm	0	1
22	2007	S16	— Ctrl State	0	45
22	2532	S16	u17 Ther Air	-200.0	200.0
22	100	S16	— Cutout	-50.0	50.0
22	2531	S16	u16 S4 Air Temp	-200.0	200.0
22	20008	S16	— High Temp Alarm	0	1
23	2007	S16	— Ctrl State	0	45
23	2532	S16	u17 Ther Air	-200.0	200.0
23	100	S16	— Cutout	-50.0	50.0
23	2531	S16	u16 S4 Air Temp	-200.0	200.0
23	20008	S16	— High Temp Alarm	0	1
24	2007	S16	— Ctrl State	0	45
24	2532	S16	u17 Ther Air	-200.0	200.0
24	100	S16	— Cutout	-50.0	50.0
24	2531	S16	u16 S4 Air Temp	-200.0	200.0
24	20008	S16	— High Temp Alarm	0	1
25	2007	S16	— Ctrl State	0	45
25	2532	S16	u17 Ther Air	-200.0	200.0
25	100	S16	— Cutout	-50.0	50.0
25	2531	S16	u16 S4 Air Temp	-200.0	200.0
25	20008	S16	— High Temp Alarm	0	1
26	2007	S16	— Ctrl State	0	45
26	2532	S16	u17 Ther Air	-200.0	200.0
26	100	S16	— Cutout	-50.0	50.0
26	2531	S16	u16 S4 Air Temp	-200.0	200.0
26	20008	S16	— High Temp Alarm	0	1
27	2007	S16	— Ctrl State	0	45

172.31.8.169/taglist

2/5

TAGLIST - DANFOSS XML TO MODBUS

LIITE 3/3

16.1.2020

Taglist - Danfoss XML to Modbus

Unit ID	Register	Type	Description	Min	Max
27	2532	S16	u17 Ther Air	-200.0	200.0
27	100	S16	— Cutout	-50.0	50.0
27	2531	S16	u16 S4 Air Temp	-200.0	200.0
27	20008	S16	— High Temp Alarm	0	1
28	2007	S16	— Ctrl State	0	45
28	2532	S16	u17 Ther Air	-200.0	200.0
28	100	S16	— Cutout	-50.0	50.0
28	2531	S16	u16 S4 Air Temp	-200.0	200.0
28	20008	S16	— High Temp Alarm	0	1
29	2007	S16	— Ctrl State	0	45
29	2532	S16	u17 Ther Air	-200.0	200.0
29	100	S16	— Cutout	-50.0	50.0
29	2531	S16	u16 S4 Air Temp	-200.0	200.0
29	20008	S16	— High Temp Alarm	0	1
30	2007	S16	— Ctrl State	0	45
30	2532	S16	u17 Ther Air	-200.0	200.0
30	100	S16	— Cutout	-50.0	50.0
30	2531	S16	u16 S4 Air Temp	-200.0	200.0
30	20008	S16	— High Temp Alarm	0	1
31	2007	S16	— Ctrl State	0	45
31	2532	S16	u17 Ther Air	-200.0	200.0
31	100	S16	— Cutout	-50.0	50.0
31	2531	S16	u16 S4 Air Temp	-200.0	200.0
31	20008	S16	— High Temp Alarm	0	1
32	2007	S16	— Ctrl State	0	45
32	2532	S16	u17 Ther Air	-200.0	200.0
32	100	S16	— Cutout	-50.0	50.0
32	2531	S16	u16 S4 Air Temp	-200.0	200.0
32	20008	S16	— High Temp Alarm	0	1
101	128	S16	Pc	0.0	0.0
101	129	S16	Cond Ctrl Ref	-100.0	200.0
101	130	S16	Tc	0.0	0.0
101	131	S16	Cond Running Cap	0	100
101	133	S16	Sc3 Air On	-100.0	200.0
101	134	S16	Sd	0.0	0.0
101	135	S16	Comp Running Cap	0	100
101	197	S16	Ext Power Loss	0	1
101	198	S16	Suction temp. To	0.0	0.0
101	199	S16	Comp Ctrl Ref	-100.0	200.0

172.31.8.169/taglist

3/5

TAGLIST - DANFOSS XML TO MODBUS

LIITE 3/4

16.1.2020

Taglist - Danfoss XML to Modbus

Unit ID	Register	Type	Description	Min	Max
101	215	S16	Load Shed 2	0	1
101	216	S16	Po Pressure	0.0	0.0
101	217	S16	Ss Suction Gas	0.0	0.0
101	436	S16	Hr Flowswitch	0	1
101	437	S16	Shr8	0.0	0.0
101	438	S16	Shr3	0.0	0.0
101	447	S16	Hr status	0	10
101	767	S16	Vrec output type	0	2
102	128	S16	Pc	0.0	0.0
102	129	S16	Cond Ctrl Ref	-100.0	200.0
102	130	S16	Tc	0.0	0.0
102	131	S16	Cond Running Cap	0	100
102	133	S16	Sc3 Air On	-100.0	200.0
102	134	S16	Sd	0.0	0.0
102	135	S16	Comp Running Cap	0	100
102	197	S16	Ext Power Loss	0	1
102	198	S16	Suction temp. To	0.0	0.0
102	199	S16	Comp Ctrl Ref	-100.0	200.0
102	215	S16	Load Shed 2	0	1
102	216	S16	Po Pressure	0.0	0.0
102	217	S16	Ss Suction Gas	0.0	0.0
102	436	S16	Hr Flowswitch	0	1
102	437	S16	Shr8	0.0	0.0
102	438	S16	Shr3	0.0	0.0
102	447	S16	Hr status	0	10
102	767	S16	Vrec output type	0	2
103	16	S16	Actual Cut In A	0.0	0.0
103	17	S16	Actual Cut Out A	0.0	0.0
103	20	S16	S3A Air On Temp	0.0	0.0
103	34	S16	Cutout A 1	-80.0	50.0
103	80	S16	Cutout B 1	-80.0	50.0
103	125	S16	Cutout C 1	-80.0	50.0
103	170	S16	Cutout D 1	-80.0	50.0
103	197	S16	AKV/Step Opening A %	0.0	100.0
103	200	S16	S2 Temp A	0.0	0.0
103	579	S16	Reg Condition A	0	15
103	580	S16	Ther Air Temp A	0.0	0.0
103	581	S16	Reg Condition B	0	15
103	582	S16	Ther Air Temp B	0.0	0.0

172.31.8.169/taglist

4/5

TAGLIST - DANFOSS XML TO MODBUS

LIITE 3/5

16.1.2020

Taglist - Danfoss XML to Modbus

Unit ID	Register	Type	Description	Min	Max
103	583	S16	Reg Condition C	0	15
103	584	S16	Ther Air Temp C	0.0	0.0
103	585	S16	Reg Condition D	0	15
103	586	S16	Ther Air Temp D	0.0	0.0
121	6000	U32	kWh koneet JK1-2 - kWh		
121	6001	U32	kWh koneet JK1-2 - kWh		
121	6002	S16	kWh koneet JK1-2 - kW		
121	6003	S16	kWh koneet JK1-2 - Peak kW		
121	6010	U32	kWh kylmakohteet - kWh		
121	6011	U32	kWh kylmakohteet - kWh		
121	6012	S16	kWh kylmakohteet - kW		
121	6013	S16	kWh kylmakohteet - Peak kW		
121	2001	S16	Myymalan kosteus	-32768	32767
121	2002	S16	Myymalan lampotila	-32768	32767
121	2003	S16	Kylmasahko 1	-32768	32767
121	2004	S16	Kylmasahko 2	-32768	32767
121	2005	S16	Kosteus	-32768	32767
121	2006	S16	Lampotila	-32768	32767
121	2007	S16	CO2 Konehuone	-32768	32767
121	1	S16	Kalustevalo painike	0	1
121	2	S16	CO2 vuoto koneh	0	1
121	3	S16	Valo-ohjaus	0	1

172.31.8.169/taglist

5/5



Muistio
13.2.2019

1 (1)
SISÄINEN

A brief presentation

- The XML interface available in the Danfoss AK-SM 800 series is considered somewhat difficult to use by most third-party system.
- This converter enables these systems to access the system manager and all the connected controllers by Modbus TCP instead.
- The converter communicates with the system manager in a controlled way without overloading the unit with requests.
- Read EKC controllers (Modbus registers corresponds to Danfoss standard)
- Read MCX controllers (Modbus registers corresponds to Danfoss standard)
- Read AK2 controllers (Modbus registers are assigned dynamically)
- Read values from IO boards (Modbus registers are assigned dynamically)
- Read values from Utility Meters, etc. (Modbus registers are assigned dynamically)
- Write values to EKC, MCX and AK2 controllers.
- Add Modbus RTU as an option (currently researching the possibility)
- Configuration is available through a web interface
- On startup you need to go through four steps
- The Modbus server in the XML Converter is accessed by TCP port 502.
- The controllers are accessed by requesting the slave address (0-254) as well as the Modbus registers.
- Values in the AK-SM are accessed with slave address 255.

LÄHTEET:

Riina Lönnblad 2018. Modbus TCP muunnin materiaalia. Moi liitteenä Modbus TCP muuntimen materiaalia, jota saatu Danfossilta. Vastaanot-taja: tuomas.koponen@are.fi. 6.11.2018.

Are Oy

PL 160

01611 Vantaa

Kaivokselantie 9

01610 Vantaa

Puhde 020 530 5500

www.are.fi

Y-tunnus 0989493-6

Kotipaikka Vantaa