



Jani Ikävalko

## **LIUOSJÄÄHDYTTIMIEN TIETOLIIKENNELIITYNTÄ- MAHDOLLISUUKSIEN KARTOITUS**

LIUOSJÄÄHDYTTIMIEN TIETOLIIKEN-  
NELIITYNTÄ-MAHDOLLISUUKSIEN  
KARTOITUS

Opinnäytetyö  
16.11.2011  
Tekniikan yksikkö  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

# OULUN SEUDUN AMMATTIKORKEAKOULU TIIVISTEL- MÄ

Koulutusohjelma	Opinnäytetyö	Sivuja	+	Liitteitä
Automaatiotekniikka		45	+	-
Suuntautumisvaihtoehto	Aika			
Projektointi	28.11.2011			
Työn tilaaja	Työn tekijä			
Pemco Oy	Jani Ikävalko			
Työn nimi				
Liuosjäähdyttimien tietoliikenneliityntämahdollisuuksien kartoitus				
Avainsanat				
Kenttäväylä, Tietoliikenne, Puhaltimet, LVIA				

Tämä insinöörityö käsittelee Pemco Oy:n valmistamien liuosjäähdyttimien kenttäväyläliityntöjen kartoittamista. Työ sisälsi liuosjäähdyttimen toiminnan ja kenttäväyläliityntöjen selvittämisen ja esimerkkiratkaisun testauksen. Työn tavoitteena oli antaa yritykselle tietoa kenttäväylistä tulevaisuuden tuotekehitystä silmälläpitäen.

Kirjallisessa osuudessa selvitetään tutkimustyön vaiheita. Työn aluksi käsitellään työtä koskevaa teoriaa ja esitellään työn kohdetta. Tämän jälkeen tutkitaan eri ratkaisumallien hyöty- ja haittapuolia ja tehdään päätös esimerkkiratkaisusta.

Esimerkkiratkaisuksi päädyttiin toteuttamaan liuosjäähdytin EC-puhaltimilla ja hyödyntäen RS-485-kenttäväylää Modbus RTU-protokollan avulla. Tähän päädyttiin EC-puhaltimien liuosjäähdytinkäytössä hyvien ominaisuuksien johdosta. Tämä puolestaan ratkaisi kenttäväyläratkaisun koska valitun EC-puhaltimen säädin tuki on ainoastaan RS-485-kenttäväyläratkaisua.

Työ täytti sille asetetut tavoitteet ja toimii yrityksen päätöksenteon tukena kenttäväyläliityntöjä koskien.

# OULU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES ABSTRACT

Degree programme	Bachelor's Thesis	Pages
<b>Automation technique</b>		<b>45</b>
Line	Date	
<b>Projecting</b>	<b>28.11.2011</b>	
Commissioned by	Author	
<b>Pemco Oy</b>	<b>Jani Ikävalko</b>	
Thesis title		
<b>Survey of dry-cooler field bus solutions</b>		
Keywords		
<b>Field bus, Industrial fans, HVAC</b>		

The aim of this thesis was to investigate and find suitable field bus solution for dry coolers made by Pemco Oy. Another main objective was to design and test example system. The work was carried out by first learning differences about EC-fans and fans controlled by frequently drives.

Second it was important to study and survey field bus possibilities for both solutions. Based on the findings, this study also presents example step-by-step solution to setup dry cooler field bus using EC-fan. For EC-fan communication solution was RS-485 field bus with Modbus RTU protocol. Solution include also example how to connect EC-fan to Ethernet network.

The work fulfilled the objectives and it will support Pemco Oy product development and decision-making in future.

## **ALKULAUSE**

Insinööriyö tehtiin Pemco Oy:n tuotekehityksen tarpeisiin. Suurimmat kiitokseni työstäni menevät toimitusjohtaja Vesa Tammiselle Pemco Oy:stä ja lehtori Tero Hietaselle Oulun seudun ammattikorkeakoulusta.

Haluan kiittää myös kaikkia muita henkilöitä, jotka ovat olleet auttamassa opin-  
näytetyön suunnittelussa ja tekemisessä.

Oulussa 20.11.2011

Jani Ikävalko

# SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ.....	3
ABSTRACT.....	4
ALKULAUSE.....	5
SISÄLTÖ.....	6
TERMIT JA LYHENTEET .....	7
1 JOHDANTO .....	9
2 ILMAJÄÄHDYTTENEN LIUOSJÄÄHDYTIN .....	10
2.1 Puhallimet .....	11
2.2 Kenno .....	11
2.3 Putkisto .....	11
3 PUHALLINRATKAISUT .....	12
3.1 EC-puhallimet.....	12
3.2 Taajuusmuuttajakäyttöiset puhallimet .....	14
4 KENTTÄVÄYLÄT JA TIEDONSIIRTO .....	15
4.1 RS-485 .....	15
4.2 EC-puhallimien RS-485-protokollat.....	16
4.2.1 Modbus RTU .....	16
4.2.2 ebmBUS.....	18
4.3 Taajuusmuuttajien kenttäväylämahdollisuudet.....	18
4.3.1 Profibus .....	19
4.3.2 BACNet .....	20
4.4 Muut tiedonsiirtoratkaisut .....	23
4.4.1 Ethernet .....	23
4.4.2 Bluetooth .....	24
5 TYÖN SUORITUS .....	26
5.1 Puhallintyyppin valinta .....	27
5.2 Kaapelointi .....	29
5.3 Konfigurointi .....	30
5.4 Ethernet-liitynnän toteutus.....	35
6 YHTEENVETO .....	42
LÄHTEET.....	44

## TERMIT JA LYHENTEET

BACnet	Building automation and control networks; Yleinen tiedonsiirtoprotokolla rakennusautomaatiojärjestelmissä
Bluetooth	Bluetooth on avoin standardi laitteiden langattomaan kommunikointiin lähietäisyydellä.
Gateway	Yhdyskäytävä tietoverkossa joka mahdollistaa liikennöinnin toiseen tietoverkkoon
ebm-BUS	ebm-Papst yhtiön kehittämä RS-485 pohjainen viestiprotokolla
EC-puhallin	Elektronisesti kommuoitu DC-puhallin
EIA	Electronic Industries Association. Yhdysvaltalainen elektroniikka- ja automaatioalan järjestö
Ethernet	Maailman yleisin pakettipohjainen lähiverkkoratkaisu
IP	Internet Protocol
LSB	Least significant bit; vähiten merkitsevä bitti
MAC	Media Access Control; verkon varaus- ja liikennöintiä hallitseva järjestelmä IEEE 802 –verkoissa
Modbus	Modicon Communication Bus; Modiconin vuonna 1979 kehittämä avoin sovelluspohjainen viestiprotokolla
MSB	Most significant bit; eniten merkitsevä bitti
Profibus	Process Field Bus; yleinen teollisuuden kenttäväylästandardi
RS-232	Recommended Standard 232 on tiedonsiirtostandardi, joka määrittelee miten tietoa siirretään sarjamuotoisesti kahden eri laitteen välillä.

RS-485	EIA-485; differentiaalinen sarjaväylä, johon voi liittyä useita väylälaitteita samanaikaisesti
RTU	Remote Terminal Unit; Modbus binääriprotokolla
PAN	Personal Area Network; henkilökohtainen verkko.
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol; Ethernet-verkon päällä toimiva protokollakokonaisuus



# 1 JOHDANTO

Työ on tehty Pemco Oy:lle joka on Hollolassa Päijät-Hämeessä ja on erikoistunut teollisuuden jäähdytys- ja ilmastointikoneiden valmistukseen. Yrityksen valmistamiin tuotteisiin kuuluvat mm. Ilmastointikoneet, ilmalauhduttimet, liuosjäähdyttimet, vedenjäähdytys sekä lämpöpumput.

Tietotekniikan käytön laajeneminen teollisuudessa asettaa jatkuvasti uusia vaatimuksia yhä useammille teollisuudenaloille. Asiakkaat vaativat tuotteilta aikaisempaa tarkempaa ja monipuolisempaa jatkuva-aikaista tietoa tuotteiden toiminnasta omiin järjestelmiinsä.

Monet yritykset ovat usein sisäisen haasteen edessä koska tahdotut uudenlaiset ominaisuudet tarvitsevat myös aivan uudenlaista osaamista sekä ymmärrystä laitteiden tietoliikenteen toiminnasta vaikka laitteiden perustoiminto pysyisikin entisen kaltaisena.

Työn tarkoituksena oli kartoittaa Pemcon valmistamien liuosjäähdyttimien kenttäväyläliityntämahdollisuuksia suuria puhallinkokonaisuuksia liuosjäähdyttymisessä ajatellen ja tutkia parhaalta vaikuttavan mallin käytännön soveltuvuutta.

Yritys varusti ennen opinnäytetyön alkua liuosjäähdyttimiensä ohjauksen ja indikoinnin pääasiassa perinteisillä jännite- ja virtaviesteillä. Kuitenkin kenttäväylät ovat tulossa standardi vaatimukseksi asiakkaiden suunnalta yhä tarkempaa säätöä ja indikointia varten, joten yritys tahtoo kartoittaa mahdollisuuksia tällä saralla.

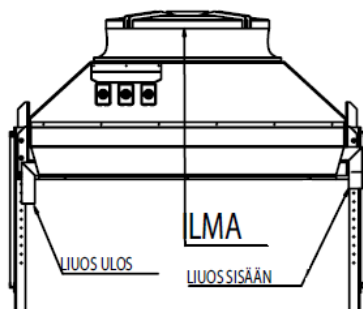
## 2 ILMAJÄÄHDYTTEN LIUOSJÄÄHDYTIN

Liuosjäähdyttimen tehtävänä on jäähdyttää lauhduttimessa lämmennyt liuos. Liuosjäähdytin luovuttaa liuksen lauhduttimessa sitoman energian ympäristöön jäähdyttämällä kennoja joihin lämpö johtuu nesteestä.

Liuosjäähdytin koostuu putkistosta, joka on yhdistetty jäähdytyskennoihin. Puhaltimilla saadaan ilma kiertämään kennojen läpi, ja näin saadaan aikaan tehokas ja kustannustehokas jäähdytys suhteessa moniin muihin jäähdytysmenetelmiin aina 1 MW:n tehoon asti. Liuosjäähdyttimet ovat luotettavia, helppoja huoltaa eikä niissä ole normaalissa toiminnassa jäätymisvaaraa. Ilmajäähdytteisen liuosjäähdyttimen huonoiksi puoliksi voidaan laskea lähinnä melu sekä suurehko tilantarve.

Liuosjäähdyttimen tehoa säädetään joko portaittain käynnistämällä ja pysäyttämällä lauhduttimen puhallinmoottoreita tai portaattomasti ohjaamalla puhallinmoottorien pyörimisnopeutta taajuusmuuttajalla tai tyristorisäätimellä. Puhaltimia ohjataan yleensä liuoksen lämpötilan mukaan. Normaaleissa käyttöolosuhteissa liuosjäähdyttimessä virtaavan liuoksen lämpötila ei koskaan putoa kovin alas, mutta on huomioitava että pitkissä käyttökatoissa talvella mikään ei lämmitä liuosta ja tällöin on olemassa myös liuoksen jäätymisvaara.

Huoltoon liittyvien ongelmien sekä säädettävyyden kannalta on tarpeellista että liuosjäähdyttimiä voidaan indikoida ja ohjata mahdollisimman tarkasti. [1.]



KUVA 1. Liuosjäähdytin

## 2.1 Puhaltimet

Liuosjäähdyttimen puhaltimet ovat yleensä laitteen tärkein ja toisinaan jopa ainoa toimilaite. Puhaltimilla on nykyään hyvin yleisesti oma itsenäinen elektroninen säädin tai puhaltimet on tarkasti parametroitu taajuusmuuttajien avulla parhaan hyötysuhteen saavuttamiseksi.

## 2.2 Kenno

Alla olevassa kuvassa 2. Nähdään liuosjäähdyttimen kenno joka on yleensä valmistettu alumiinilamelleista ja kupariputkistosta. Teollisuusilmastossa käytetään myös muun muassa epoksinnoitettuja tai kuparisia lamelleja.



KUVA 2. Jäähdytyskenno

## 2.3 Putkisto

Putkiston tehtävänä on siirtää liuos koneiston eri osien välillä. Putkisto rakennetaan kylmälaatua olevasta kupariputkesta tai teräsputkesta.

[1, s. 55 - 56, 101.]

## 3 PUHALLINRATKAISUT

Liuosjäähdyttimissä käytetään yleisesti kahdentyyppisiä puhaltimia: EC-puhaltimia sekä taajuusmuuttajakäyttöisiä AC-puhaltimia. Aikaisemmin liuosjäähdyttimissä on käytetty hyvin paljon taajuusmuuttajakäyttöisiä puhaltimia koska tarpeeksi suuria EC-puhaltimia ei ole aikaisemmin ollut tarjolla kilpailukykyiseen hintaan. Kuitenkin EC-puhaltimien kehittyminen ja jatkuvat paineet entistä parempaan energiatehokkuuteen ovat kasvattaneet merkittävästi EC-puhaltimien käyttöä liuosjäähdyttimissä.

Tässä luvussa esitellään lyhyesti molempien puhallintyyppien perusominaisuudet ja toimintaperiaatteet.

### 3.1 EC-puhaltimet

Perinteisten puhaltimien käyttämät moottorit ovat DC-moottoreita joissa käytetään hiiltä, harjoja sekä kommutointityksikköä virran suunnan vaihtamiseen ja pyörivän roottorin magneettikentän napaisuuden määrittämiseen. Sisäisen roottorin ja kiinteiden kestomagneettien vuorovaikutus indusoi roottorin pyörimisliikkeen. Harjattomat DC-moottorit ovat olleet käytössä jo pitkään, mutta vain vaihtovirtaa käyttävissä sovelluksissa ne aiheuttavat lisäkustannuksia ja vaikeuttavat käyttöönottoa.

EC-moottoreissa mekaaninen kommutointi on korvattu elektronisella piirillä, joka syöttää säädetysti oikeaan suuntaan apuvirtaa moottorin ohjausta varten. Moottorin rakennetta on yksinkertaistettu käyttämällä kiinteää staattoria, jossa on kiinteät käämitykset. Kestomagneetit on kiinnitetty roottorin sisälle puhaltimen siipipyöriin.

EC-moottorilla varustettu puhallin voidaan kytkeä suoraan vaihtovirtaverkkoon ja sen johdotus on hyvin yksinkertaista kuten nähdään kuvasta 3.. Kommutoinnin ansiosta elektroniikka muuttaa vaihtovirran tasavirraksi ja ohjaa puhallinnopeutta moottorin saamaa virtaa säätämällä.

DC-moottorin hyötysuhde on noin 30 prosenttia parempi kuin AC-moottorin, koska toissijainen magneettikenttä muodostuu kestopagneeteista kuparikäämityksien sijasta kun taas AC-moottori tarvitsee lisäenergiaa magneettikentän luomiseen indusoimalla virtaa roottorille.



*KUVA 3. EC-puhaltimia*

Kuitenkin on huomioitava että nykyaikaista elektroniikkaa käyttämällä moottorin ohjauksessa saavutetaan merkittäviä säästöjä, koska moottorin nopeuden kaksinkertaistuessa sen tehonkulutus kasvaa kahdeksankertaiseksi.

EC-nopeuden modulaatio on erittäin tehokasta jopa kytkentä-/katkaisutoimintoihin verrattuna.

EC-puhaltimet voivat myös parantaa sovelluksen kokonaishyötysuhdetta. On havaittu, että esimerkiksi jäähdytysjärjestelmässä jäähdytysaineen paine kannattaa pitää vakiona sen sijaan, että sen annettaisiin kohota ja laskea puhaltimen käynnistymisen ja sammumisen mukaan. Tällöin kompressorin kuormitus alenee ja sen seurauksena energiaa säästyy entistä enemmän. [2, 3.]

## 3.2 Taajuusmuuttajakäyttöiset puhaltimet

Taajuusmuuttaja on puolijohdekytkimistä valmistettu laite, jonka tehtävä on muokata verkosta saatava syöttöjännite eri taajuiseksi vaihtojännitteeksi.

Puhallinkäytöissä käytetään yleisesti PWM-tyyppin taajuusmuuttajia, jotka ohjaavat moottoreita. Taajuuden ja jännitteen suhteen päästään tyypillisesti tarpeeksi hyvään tarkkuuteen, koska on harvoin tarpeellista saada tietää roottorin täsmällistä nopeutta. Tästä syystä PWM-tyyppin taajuusmuuttajat ovat hyvin yleisiä kallemiin DTC-tyyppin taajuusmuuttajiin nähden.

PMW-tyyppin taajuusmuuttajat toimivat vaihtosuuntaja puolijohdekytkinperiaatella jossa yksi komponentti johtaa kerrallaan virtaa nopeassa tahdissa käyttäen pulssinleveysmodulaatiota (engl. pulse width modulation, PWM). Tästä seuraava vaihtojännite on muodoltaan pulssileveydeltä vaihtelevaa kanttiaaltoa, mutta se suodatetaan tästä takaisin sinimuotoiseksi. Tästä johtuen suuret jännitteen nousunopeudet tuottavat valtavasti häiriöylijäältoja.

Häiriöt leviävät taajuusmuuttajan syöttöverkosta ei-sinimuotoisena häiriösäteilynä syöttö-, moottori- ja ohjauskaapeleissa ja itse laitteessa. Taajuusmuuttajia käytettäessä joudutaan kaapelointi ja kotelointi suorittamaan häiriösuojatusti, mikä aiheuttaa myös lisäkustannuksia. Myös joissakin kohteissa taajuusmuuttajille luontainen sirisevä ääni katsotaan haitaksi.

Kenttäväyläliityntöjä ajatellen markkinoilla on sopivia taajuusmuuttajia lähes mihin tahansa kenttäväylään. Lisäksi taajuusmuuttajien käytöstä on yrityksissä pitkät perinteet. Tämä helpottaa yrityksiä huoltamaan liuosjäähdyttimiä itse tai ulkopuolisella huoltopalvelulla ja tämä voidaan katsoa ainakin useimmiten loppukäyttäjän edun mukaiseksi. [4, 5, 6.]

## 4 KENTTÄVÄYLÄT JA TIEDONSIIRTO

Tässä luvussa käsitellään erilaisten työtä koskevien väyläratkasujen ja tiedonsiirtotapojen toimintaa ja pohjustetaan niiden ominaisuuksia.

Kenttäväylä on kaksisuuntainen digitaalinen tiedonsiirtoväylä, joka on luonteeltaan sarjamuotoinen ja monisäikeinen. Kenttäväylää käytetään muun muassa teollisuudessa erilaisten anturien, mittauksien, toimilaitteiden sekä säätimien tiedonsiirtoon ja kommunikointiin.

International Electrotechnical Commission (IEC) määrittelee teollisuuden kenttäväylät sekä niihin liittyviä protokollia standardissa IEC 61158 (Industrial communication networks – fieldbus specifications).

### 4.1 RS-485

RS-485 tai toiselta kutsumanimeltä RS485 eli virallisesti TIA/EIA-485-A (Electrical Characteristics of Generators and Receivers for Use in Balanced Digital Multipoint Systems) on maailmalla hyvin yleinen kenttäväylä joka on nykyään yleistynyt varsinkin teollisuuselektronikan yhteydessä. Standardi määrittelee väylän sähköiset ominaisuudet, mutta ei ota kantaa modernimpien kenttäväyliin tavoin esimerkiksi signaalien laatuun, liittimiin, käyttöjännitteisiin ajoituksiin tai protokollaan. (National Instruments)

RS-485 kenttäväylä sallii vain yhden kenttäväylän viestiä kerrallaan ja liikennöinti väylällä tapahtuu isäntä/orja toimintamallilla. Kussakin väyläsegmentissä käytetään lähes poikkeuksetta vain yhtä isäntää.

Kaikkein suositelluin kytkentätapa RS-485 väylässä on laitteiden kytkeminen ketjuun (daisy-chain), mutta lyhyiden kaapelivetojen kanssa voidaan käyttää myös kytkentätapaa, jossa laitteet kytketään yhteisen väylän varrelle. Tällöin kuitenkin väylä tulee päättää molemmista päistä 120 Ω:n vastuksilla.

Differentiaalisessa järjestelmässä johtimia pitkin kulkevat signaalit ovat toistensa vastalukuja jolloin niiden summaksi tulee nolla. Tämä nostaa häiriönsietokykyä koska sillä voidaan estää väylällä ilmenevää kohinaa. Yleisesti puhutaan ei-invertoivasta tulosta plussana ja invertoivasta tulosta miinuksena, joskin ei-invertoivasta tulosta käytetään toisinaan myös nimitystä A ja invertoivasta tulosta B.

RS-485-väylän kaapelointi toteutetaan käytännössä poikkeuksetta parikierretyllä kaapelilla, koska differentiaalisessa tiedonsiirrossa häiriöt indusoituvat tällöin molempiin signaalijohtimiin samanlaisina ja näkyvät täten yhteismuotoisena häiriönä vastaanottimessa, joka osaa käsitellä sitä yhteismuotoisen jännitteen-sietoalueen rajoissa.

Väyläsegmenttiin voidaan kytkeä maksimissaan 32 laitetta ja teoreettinen tiedonsiirtonopeus on maksimissaan 50 Mbit/s ja kaapelin pituus 1 200 metriä.

[7.]

## **4.2 EC-puhaltimien RS-485-protokollat**

### **4.2.1 Modbus RTU**

Modbus on Modiconin vuonna 1979 julkaisema sarjaliikenneprotokolla. Protokolla yleistyi nopeasti teollisuudessa, mutta nytemmin sen käyttö teollisuudessa on vähentynyt kehittyneempien kenttäväyläliityntöjen johdosta.

Modbus on kuitenkin päätynt erittäin yleiseksi protokollaksi elektroniikan ja rakennusautomaation sovelluksissa. Modbus-standardissa määritellyssä protokollassa isäntälaitte (master) voi kommunikoida yhden tai useamman orjalaitteen (slave) kanssa. OSI-mallin fyysinen kerros toteutetaan lähes poikkeuksetta RS-485- standardin pohjalta.



Modbus toimii seurantaperiaatteella, joka tarkoittaa sitä, että väylässä toimii yksi isäntä, jonka tehtävänä on johtaa laitteiden keskustelua lähettämällä orjalaitteille viestejä. Orjalaitteet eivät kommunikoi keskenään ja lähettävät dataa vain isännän pyynnöstä. Isäntä voi lähettää kyselyitä joko yksittäisille laitteille tai kaikille vastaanottajille.

Modbus-viestikehys muodostuu osoitekentästä, sitä seuraavasta toimintakoodista, tämän jälkeen tulevasta seitsemän tai kahdeksan bitin kokoisista datakentistä sekä virheentarkistuskentästä.

Osoitekenttä sisältää orjalaitteen osoitteen (1...247) tai arvon nolla, mikäli tahdotaan lähettää sama kysely kaikille kenttäväylän orjalaitteille. Toimintakoodissa määritellään toiminto joka orjalaitteen tulee suorittaa. Yleisimmät toimintakoodit on esitelty alla olevassa taulukossa 1.

*TAULUKKO 1. Modbus-toiminnot*

---

**Modbus Functions**

---

<b>01</b>	Read coil status
<b>02</b>	Read input status
<b>03</b>	Read holding registers
<b>04</b>	Read input registers
<b>05</b>	Force single coil
<b>06</b>	Preset single register
<b>07</b>	Read exception status
<b>15</b>	Force multiple coils
<b>16</b>	Preset multiple registers
<b>17</b>	Report slave ID

---

Mikäli käytetään funktiota jolla tahdotaan kirjoittaa tietoa, isäntälaitteelta lähtevän kyselyviestin loppuun määritellään vielä kirjoitettavien tietojen arvot.

Orjalaitteen vastaus isännän kyselyyn koostu sen omasta osoitteesta sekä samasta funktiokoodista kuin isännän kyselyssä. Näiden jälkeen seuraa niin sanottu hyötydata eli palautusarvoja kahdeksan bitin sarjoissa. [7, 8, 9.]

#### **4.2.2 ebmBUS**

ebmBUS on Ebm-papst yhtiön lanseerama RS-485-pohjainen kenttäväylä protokolla. Sen eroavuudet perinteiseen Modbus RTU-protokollaan nähden ovat huomattavasti korkeampi osoiteavaruus joka yltää 7905 osoitteeseen asti. Protokolla käyttää yleisesti Modbus RTU protokollan yhteydessä käytetyn 19200 b/s sijaan puolet matalampaa 9600 b/s tiedonsiirtonopeutta. Väylästä on pyritty tekemään mahdollisimman helppokäyttöinen ja sen rajoittuneen levinnäisyyden takia sitä voidaan käyttää lähes poikkeuksetta vain ebm-papst yhtiön omien tuotteiden asetusten määrittämiseen. [10.]

### **4.3 Taajuusmuuttajien kenttäväylämahdollisuudet**

Taajuusmuuttajien kenttäväylämahdollisuudet ovat lähes rajattomat eivätkä sido mihinkään yksittäiseen kenttäväylään. EC-puhaltimien yhteydessä käsitelty Modbus kenttäväylä on esimerkiksi myös hyvin tuettuna taajuusmuuttajien yhteydessä.

Tässä osiossa kuitenkin esitellään modernimpia kenttäväyläjärjestelmiä ja niiden ominaisuuksia. Ensimmäisenä käsitellään pääpiirteittäin Profibus-kenttäväylä, joka on ehkä yleisin teollisuudessa käytetty kenttäväylä.

BACNet puolestaan on yksi Euroopassa eniten rakennusautomaatiossa käytetyjä väyliä ja se on otettu toiseksi tarkasteltavaksi taajuusmuuttajakäyttöjen väylävaihtoehdoksi ja havainnollistamaan erilaisten väyläratkaisujen ominaisuuksia.

### 4.3.1 Profibus

Profibus on tällä hetkellä maailman tunnetuin ja johtava kenttäväyläratkaisujen kehittäjä. Tunnetuimmat organisaation ratkaisusta ovat Profibus DP, (Decentralized Peripheral) joka on suunniteltu tehdasautomaatiosovelluksiin ja on hyvin yleinen alan automaatiojärjestelmissä. Toinen erittäin käytetty sovellus on Profibus PA, joka on prosessiautomaation vaatimukseen tarkoitettu sovellus. Näistä tutustumme tarkemmin Profibus DP:n ominaisuuksiin.

Profibus DP määritellään monissa eri standardeissa, ja se on avoin riippumaton kenttäväyläjärjestelmä. Profibus DP on pääosin käytössä tehdasautomaatiojärjestelmissä ja protokollassa PC:t, PLC:t tai jotkin muut säätimet/ohjauslaitteet siirtävät tietoa hajautetusti toimilaitteiden välillä.

Nykyään kenttäväyliltä vaaditaan yhä kohdennetumpia ratkaisuja ja tästä johtuen myös Profibus DP:tä on kirjoitushetkellä saatavilla kolmea eri versiota:

DP-V0 on tarkoitettu sykliseen tiedonsiirtoon PLC:n tai muun isäntälaitteen kuten säätimen ja orjalaitteiden väliseen viestintään. Versio tukee Profibus GSD-tiedostopohjaista konfigurointia ja diagnostiikkatoimintoja.

DP-V1:n avulla voidaan toteuttaa asyklisiä ratkaisuja PLC:n tai esimerkiksi PC:n sekä orjalaitteiden välille. Asyklinen data suoritetaan rinnakkain syklisen tiedonsiirron kanssa, mutta siten että syklisellä datalla on korkeampi prioriteettitaso ja täten syklinen data on väylällä ensisijaista. Asyklisen tiedonsiirron avulla on kuitenkin mahdollista suorittaa kenttälaitteiden parametointi sekä hälytystietojen selvittäminen väylän ollessa käytössä väylän tästä häiriintymättä.

DP-V2 mahdollistaa myös orjalta-orjalle-viestinnän. Tällä saavutetaan erittäin lyhyet vasteajat silloin kun niitä tarvitaan. [11, 12]

### 4.3.2 BACNet

BACNet on ASHRAE:n (Building Automation and Control networks on American Society of Heating) kehittämä tietoliikenneprotokolla joka on kehitetty silmälläpitäen talotekniikan vaatimuksia sekä tarpeita. Protokolla kattaa kokonaisuudessa kenttä-, automaatio sekä hallinnointitasot.

BACnet-standardi (ASHRAE 135-2004) on kattavuudeltaan erittäin laaja ja se määrittää erittäin tarkasti kaiken BACnet-väylän kanssa yhteensopivasta kaapelointiratkaisuisista aina yksittäisiin ohjelmakäskyihin asti. Toimilaitteilla on olemassa standardiobjektit ja näiden välinen tietoliikenne rakentuu standardiviesteistä.

Standardissa on määritelty kuusi erillistä laitetyyppiä jotka ovat seuraavat:

#### **BACnet Operator Workstation (B-OWS)**

B-OWS on käyttöpääte jolta voidaan syöttää ja lukea erilaista tietoa väylän kautta siihen syötetyille laitteille.

#### **BACnet Building Controller (B-BC)**

B-BC on ohjelmoitavasäädin tai -logiikka joka pystyy tunnistamaan sekä ohjaamaan väylällä olevaa rakennusautomaatiojärjestelmää.

#### **BACnet Advanced Application Controller (B-AAC)**

B-AAC on säädinlaite ja se pystyy B-BC laitteen tavoin ohjaamaan väylällä olevia laitteita. Ero B-BC laitteisiin on, että B-AAC on tarkoitettu jonkin tietyn tarkennetun sovellutuksen ohjaamiseen, kun B-BC on tarkoitettu kokonaisuuden hallintaan.

#### **BACnet Application Specific Controller (B-ASC)**

B-AAC on pienimuotoinen säädinlaite joka on rinnastettavissa B-AAC-laitteisiin. Kun B-AAC oli tarkoitettu helpottamaan ja hajauttamaan B-BC:n toimintaa, B-ASC toimii myös samoin ollessaan vielä tarkemmin tiettyyn tehtäväkokonaisuuteen.

### **BACnet Smart Actuator (B-SA)**

B-SA on hyvin yksinkertainen säädin rajallisiin toimintoihin kuten lämpötilan säätöön eli se on tarkoitettu erittäin rajoitettuihin ja melko yksinkertaisiin toimintoihin.

### **BACNet Smart Sensor (B-SS)**

B-SS on anturilaite jossa on pieni määrä esimerkiksi vikadiagnostiikkatoimintoja.

Laitetyyppien lisäksi BACnet-standardi määrittelee seuraavat objektityypit:

- analogiatulo
- analogialähtö
- analogia-arvo
- binääritulo
- binäärilähtö
- binääriarvo
- monitilatulo
- monitilalähtö
- monitila-arvo
- tiedosto
- ohjelma
- aikataulu
- historialoki
- ryhmä
- silmukka
- kalenteri
- tapahtumakirjaus
- tiedonantoluokitus
- keskiarvo
- käsky
- laite
- turva-alue
- turvapiste.

Objektien avulla pystytään mahdollistamaan monipuolinen ja joustava ohjelmointiympäristö ja tehokas tiedonsiirto. [13, 14.]

## 4.4 Muut tiedonsiirtoratkaisut

### 4.4.1 Ethernet

Ethernet on pakettipohjainen lähiverkkoratkaisu joka on maailman yleisin ja ensimmäinen laajasti hyväksytty ratkaisu.

Ethernetissä kaikilla laitteilla on yhtäläiset oikeudet lähettää ja vastaanottaa tietoa, toisinsanoen jokainen verkossa oleva laite voi lähettää keskenään milloin tahansa millaisen määrän tietoa tahansa. Lähettävää laitetta vastaanottaa jokainen Ethernet-verkossa oleva laite. Kukin laite suodattaa verkosta vain niille osoitetut paketit. Mikäli laite haluaa lähettää tietoa, se tarkistaa ensin väylän tilan. Mikäli väylä on vapaa aloitetaan lähetys. Mikäli kuitenkin huomataan että jokin muukin laite samassa verkossa on aloittanut lähetyksen, ja normaalitilanteessa tämä huomataan, tapahtuu niin sanottu törmäyksen tunnistus (collision detection). Tällöin laitteet lopettavat lähetyksen ja odottavat satunnaisen odotusajan ennen uutta lähetysyritystä.

Tätä toimintatapaa kutsutaan yleisesti nimellä CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection). CSMA/CD-toimintatapaa käytettäessä pakettien siirtoaika riippuu hyvin pitkälti verkon kuormituksesta ja verkon toiminta hidastuu merkittävästi kun törmäysten lukumäärä kasvaa laitteiden satunnaisen odotusaikojen johdosta. Tästä syystä teollisuusympäristöissä käytetään yleensä kytkentätapoja jotka hyödyntävät segmentointia eli laitteiden ryhmitteilyä niin sanottuihin törmäysalueisiin. Suurempaa kaistanleveyttä tukevat Fast Ethernet ja Gigabit Ethernet hyödyntävät kyseistä ominaisuutta.

Nykyään on mahdollista toteuttaa Ethernet erillisen lähetys- ja vastaanottolinjan avulla ja tämän ansiosta laitteet pystyvät kommunikoimaan keskenään ilman törmäyksiä. Tätä kutsutaan myös kaksisuuntaiseksi Ethernetiksi joka perustuu tähtitopologiaan, jossa on useita suoria yhteyksiä aina kahden verkkolaitteen välillä. Erillisen lähetys- ja vastaanottolinjan ansiosta laitteet pystyvät kommunikoimaan keskenään ilman törmäyksiä. [15, 16.]

## 4.4.2 Bluetooth

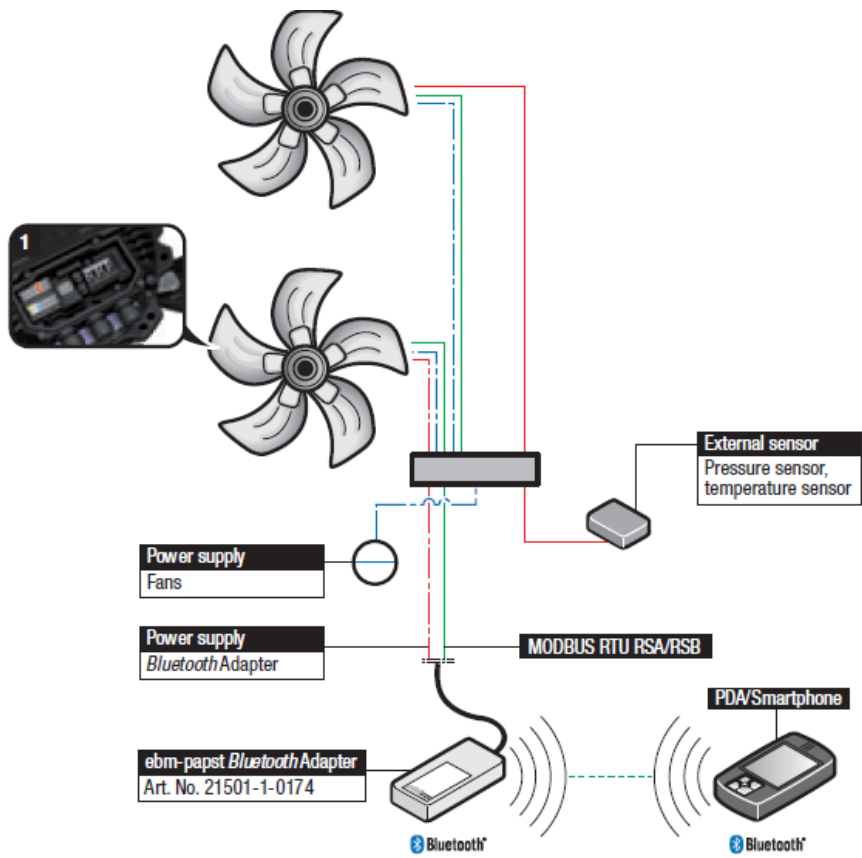
Bluetooth on tarkoitettu langattomaksi tiedonsiirtomenetelmäksi lyhyille etäisyyksille. Lähtökohtana on ollut korvata kaapeleiden käyttöä edullisella ja kestäväällä tavalla. Bluetoothin toiminta perustuu matalatehoisiin radioaaltoihin, jotka lähetetään yleisesti 2,45 GHz:n taajuudella. Bluetoothin avulla voidaan olla yhteydessä samanaikaisesti kahdeksaan eri laitteeseen noin 10 metrin kantoalueella.

Bluetoothissa käytetään laitteiden ohjaamiseen tapaa nimeltä taajuushyppely varmistamaan ettei kahta laitetta ohjata samalla taajuudella. Yleisesti Bluetoothia tukevat laitteet on ohjelmoitu käyttämään vain yhtä 79:stä satunnaisesti valitusta aallonpituudesta. Aallonpituutta vaihdetaan noin 71,6 kHz:n taajuudella jonka johdosta käytännössä on lähes mahdotonta että kaksi laitetta toimisi samalla aallonpituudella yhtä aikaa toisiaan häiriten.

Bluetoothin tietoa kuljettava rajapinta on joko master-slave pohjainen (yksi master- ja seitsemän slave-laitetta) tai henkilökohtaisen PAN-verkon kautta. Bluetooth laitteet kommunikoivat keskenään kun ne ovat sopivalla etäisyydellä yhteyden muodostamiseen ja kun on tarve siirtää tietoa.

Myös Bluetooth voidaan lisätä Modbus RTU-väylän kautta EC-puhaltimeen, kuten seuraavalla sivulla olevassa kuvassa 4 on esitetty. Bluetooth tuki Modbus RTU-väylän kautta on kuitenkin suhteellisen kallis ratkaisu ja langattomuudesta saavuteta merkittävää hyötyä liuosjäähdyttimien yhteydessä. [17.]





KUVA 4. Bluetooth-yhteyden periaatekuva (ebm-papst)

## 5 TYÖN SUORITUS

Työn tavoitteena oli tarkastella liuosjäähdyttimien kenttäväyläliityntä mahdollisuuksia rakennusautomaatio- sekä VAK-järjestelmiin. Yrityksessä on tähän mennessä ohjattu puhaltimia perinteisillä ratkaisuilla eli jänniteviestillä ja niistä on saatu VAK-järjestelmiin yksi yleinen päällä/pois tyyppinen hälytys. Työ alkoi vertailemalla EC-puhaltimien ja taajuusmuuttajien etuja liuosjäähdytinkäytössä yleisesti sekä kenttäväyläliityntöjen osalta.

Kun tarkastelu oli tehty, suoritettiin valitulla ratkaisulla esimerkkikokoonpano ja käytiin läpi sen saattaminen toimivaksi järjestelmäksi. Ensin esitellään puhaltimien oman säätimen konfigurointi ja osoitteituksen asettaminen. Kun puhaltimet on liitetty kenttäväylään käydään läpi esimerkki Modbus segmenttien yhdistämisestä ja liittämisestä Ethernet-liityntään.

## 5.1 Puhallintyyppin valinta

Mittatilaustyönä tehdyt liuosjäähdyttimet joudutaan yhä useammin sovittamaan yhteen asiakkaan tietoliikennetarkkaisuun ja huoltostrategiaan. EC-puhaltimien ja taajuusmuuttajakäyttöjen erot osoittautuivat melko selviksi hyvien ja huonojen ominaisuuksiensa puolesta.

EC-puhaltimet ovat kenttäväyläratkaisuiltaan hyvin valmistajariippuvaisia ja yleensä on tyytyminen EC-puhaltimen omalla säätimellä olevaan kenttäväyläliityntään. Taajuusmuuttajakäyttöille on olemassa lähes rajattomat kenttäväyläliityntämahdollisuudet erilaisten mallien muodossa. Tämä on taajuusmuuttajakäyttöjen ehkä suurin etulyöntiasema EC-puhaltimiin nähden.

EC-puhaltimien valmistajat ovat luoneet laadukkaita sekä helppokäyttöisiä työkaluja asennuksen ja kunnonvalvonnan tueksi. Puhallinvalmistajat tarjoavat lisäksi hyvin täsmällistä tuotetukea valmistamilleen puhaltimille ja niiden tiedon siirtoratkaisuille. Valmistajilta on saatavilla valmiita malleja omien puhaltimiensa käyttöliittymistä ja asiakastuki on yleisesti ottaen erittäin ammattitaitoista heidän valmistamiin puhaltimiin liittyen.

Taajuusmuuttajakäytöissä valmistajien kirjo on huomattavasti suurempaa, eikä EC-puhaltimia vastaavaa tuotetukea voida odottaa taajuusmuuttajakäyttöjen monipuolisuuden takia.

EC-puhaltimet sisältävät omat puhallinsäätimet ja niiden asennukseen vaadittavat kustannukset ovat vähäisempiä kuin taajuusmuuttajakäyttöjen. Tämä on seurausta taajuusmuuttajien aiheuttamista sähköisistä johtuvista- ja säteilevistä häiriöistä minkä johdosta kaapelointi ja koteloointi on tehtävä häiriösuojattuna. Lisäksi taajuusmuuttajien sirisevää ääntä pidetään toisinaan häiritsevänä.

Päätökseen vaikuttaa myös yrityksen harjoittama liiketoimintamalli. Mikäli asiakas kaskunta koostuu pitkälti esimerkiksi teollisuudesta, jossa tarvitaan valtavia jäähdytystarpeita ja lukuisia puhaltimia vaativia liuosjäähdytintäratkaisuja. Liuosjäähdyttimen huolto jätetään tällöin usein asiakkaalle. Taajuusmuuttokäyttö voi sopia paremmin edellä mainitun kaltaisen yrityksen kunnossapitostrategiaan. Tämä voi kuitenkin laitevalmistajan kannalta olla ongelmallista.

Yleisemmin laitevalmistajat pyrkivät myymään asiakkailleen nykyisin kokonaisratkaisuja, joihin sisältyy varsinaisen tuotteen lisäksi huolto- ja modernisointitoimia. Yrityksen oman organisaation kannalta on järkevää pyrkiä mahdollisimman identtisiin tuoteratkaisuihin jotta niille voidaan tarjota riittävän asiantuntevaa palvelua.

Näiden pohdintojen pohjalta EC-puhallin osoittautui luonnolliseksi ratkaisuksi jatkossakin liuosjäähdyttimien kannalta ja kenttäväyläliityntää rakennettiin tämän tiedon pohjalta.

Ebm-papstin valmistaman EC-puhaltimen piirikortille löytyi valmis kenttäväyläliityntämahdollisuus, joka hyödyntää RS-485-väylää sekä siinä käytettävää Modbus RTU-protokollaa. Väylän toimintaa testattiin Pemcon valmistamalla liuosjäähdyttimellä käyttäen edellä mainittuja EC-puhaltimia ja niiden kenttäväyläominaisuuksia.

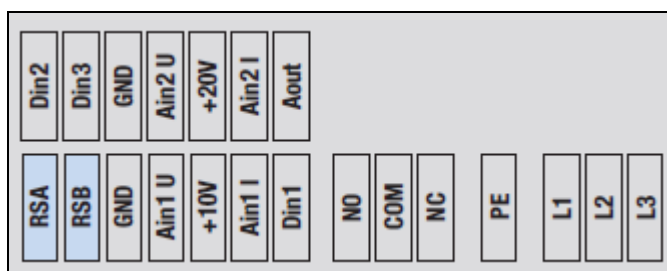
## 5.2 Kaapelointi

Työ aloitettiin kuvan 5 mukaisella liuosjäähdyttimellä, joka on varustettu neljällä EC-puhaltimella. Alkuun suoritettiin puhaltimien RS-485 kaapelointi JAMAK 2x(2+1)x0,5 instrumentointikaapelilla.



KUVA 5. Liuosjäähdyttimen kytkeminen kenttäväylään

EC-moottorista löytyy kuvan 6 mukaiset liitännät. RS-485-liittimistä käytetään tässä tapauksessa perinteisen plussan sijaan ei-invertoivassa tulossa nimitystä RSA ja invertoivassa tulossa nimitystä RSB. Kaikkien puhaltimien RSA-liittimet kaapeloitiin yhteen kuten tehtiin myös RSB-liittimille.

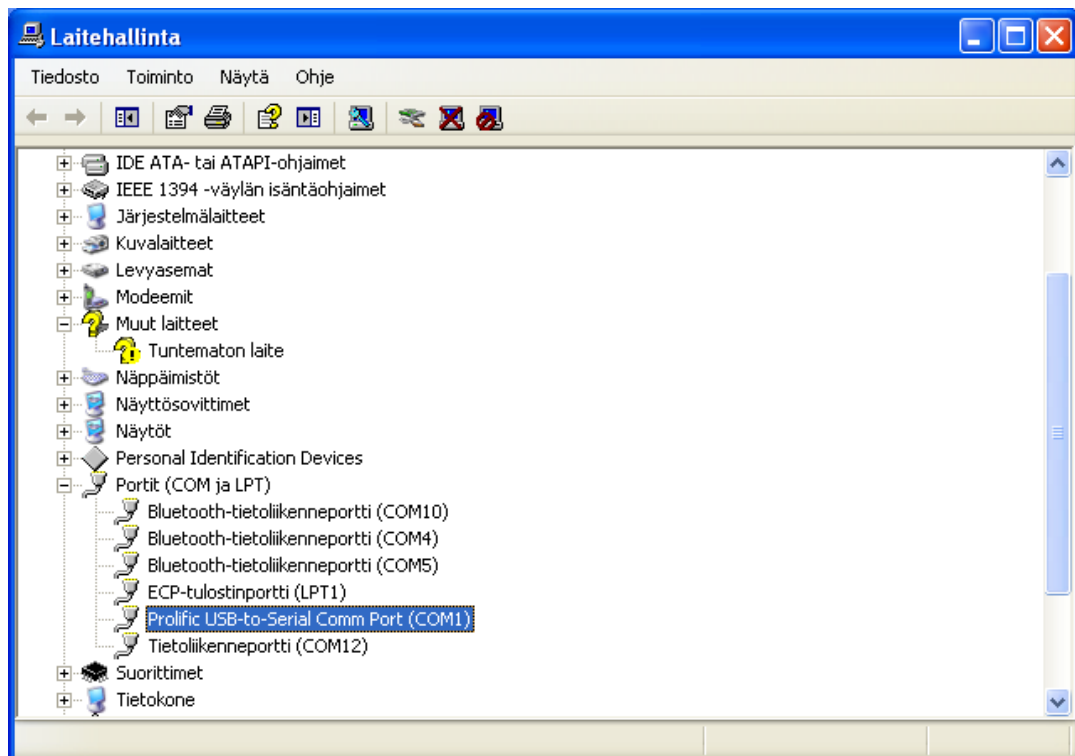


KUVA 6. EC-puhaltimien liitinkaavio

## 5.3 Konfigurointi

Kun puhaltimet oli liitetty yhteen, kytkettiin liuosjäähdyttimen ensimmäiseltä puhaltimelta kaapeli kannettavalle tietokoneelle RS-485-konvertterin avulla.

Työssä käytettiin Profilicin valmistamaa USB to Serial Comm Port-konvertteria. Ensiksi on syytä tarkistaa kuvan 7. mukaisesti, että käyttöjärjestelmä tunnistaa konvertterin oikein. Windows pohjaisissa käyttöjärjestelmissä tämä tapahtuu laitehallinnan kautta jossa kyseinen laite tunnistetaan tietokoneen porttina alla olevan kuvan mukaisesti.



KUVA 7. RS-485 konvertteri laitehallinnassa

Puhaltimien valmistajalta löytyy EC-Control niminen ohjelmisto puhaltimien parametroiintiin. Seuraavaksi esitellään miten ohjelmistoa käyttämällä asetetaan puhaltimen välyäasetukset.

Ohjelmassa määritellään tietokoneen ja tuulettimen rajapintayhteys. Yhteyden määrittäminen tapahtuu valikosta Vaihtoehdot -> Tietokone ja rajapinnat

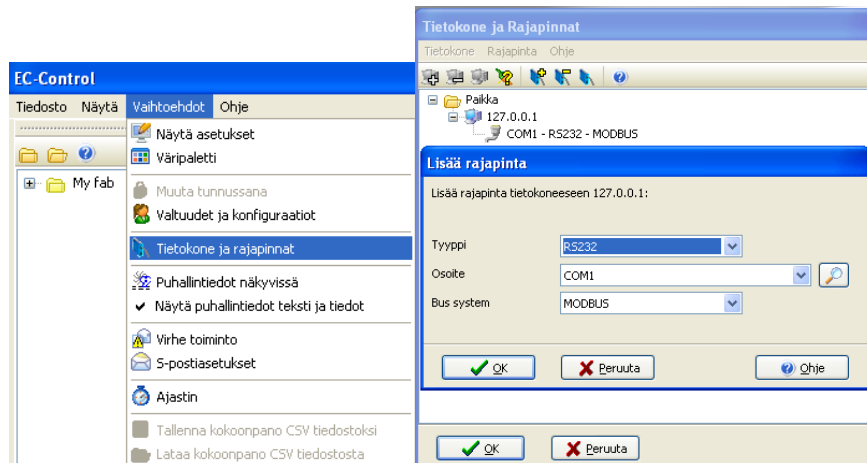
Ruudulle ilmestyy ”Tietokone ja Rajapinnat” -ikkuna. Täällä valitaan oman koneen osoite hiirellä (kuvan 8 oikealla olevassa kuvassa 127.0.0.1) ja valitaan nuoli jonka päällä on plus-merkki. Tällöin ilmestyy ”Lisää rajapinta”-ikkuna

Valitaan rajapinnat asetukset seuraavasti:

Tyyppi: RS232

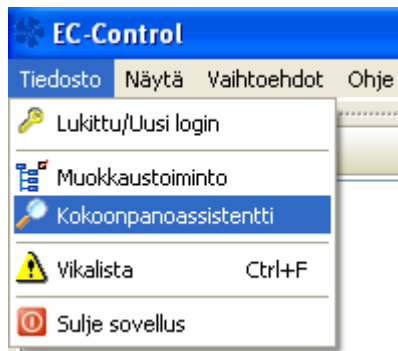
Osoite: Sarjaliikenneportti johon RS485 konverterti kytketty

Bus system: MODBUS



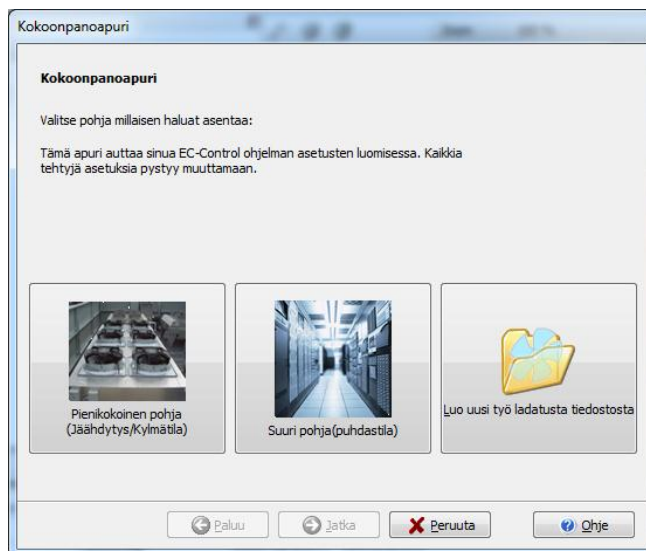
KUVA 8. Tietoliikennerajapinnan asettaminen

Puhallin on helpointa konfiguroida kokoonpanoassistentin avulla.



KUVA 9. Kokoonpanoassistentin valinta

Yleensä pienikokoinen pohja on helpoin vaihtoehto kun tahdotaan konfiguroida yksittäisiä laitteita väylään. Valitaan pienikokoinen pohja kuvasta 10.



KUVA 10. Kokoonpanoassistentti

Haetaan liitetty ja jännitteinen puhallin toiminnolla "Aloita haku" jolloin ohjelma etsii kenttäväylään liitetyt puhaltimet. Puhaltimien osoite on tehtaalla asetettu aina osoitteeseen yksi, joten tehtaalta tulleita puhaltimia ei voida etsiä kuin yksi kerrallaan, koska päällekkäiset osoitteet sotkevat väylän toiminnan.

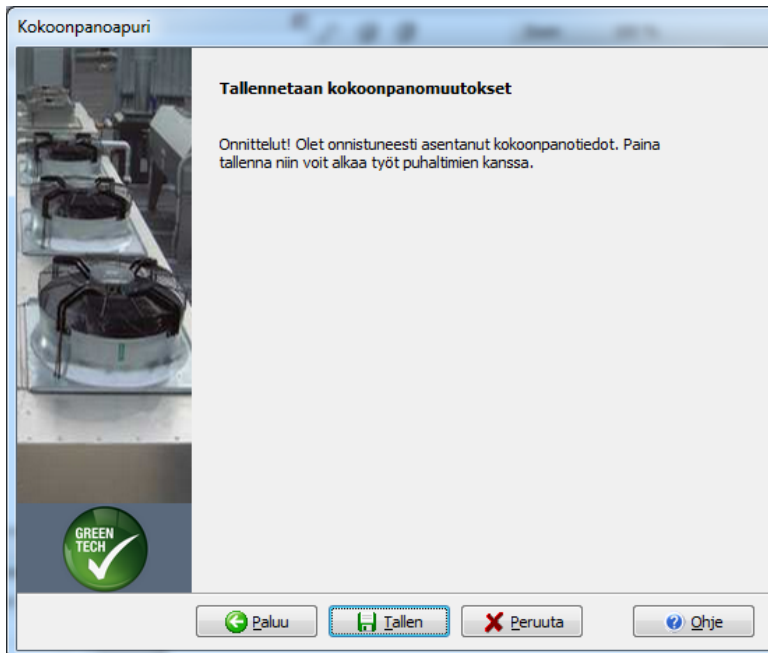


Oikein kytketty puhallin löytyy kuvan 11. Mukaisesti.  
Tämän jälkeen klikataan seuraava.



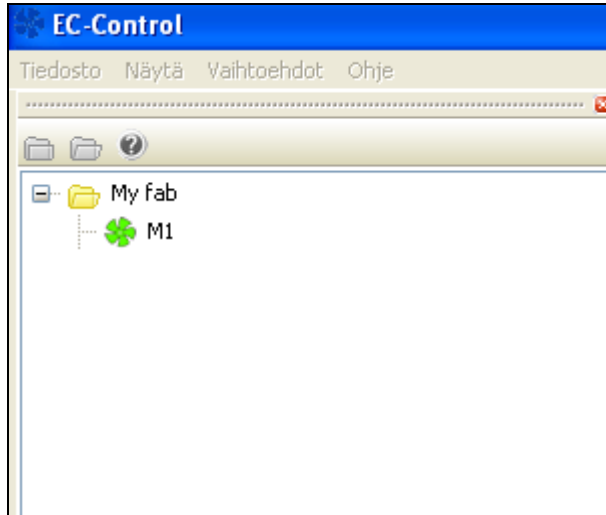
KUVA 11. Puhaltimen etsiminen

Mikäli puhallin on löytynyt ja lisäys onnistunut, voidaan tiedot tallentaa kuvan 12 mukaisesti.



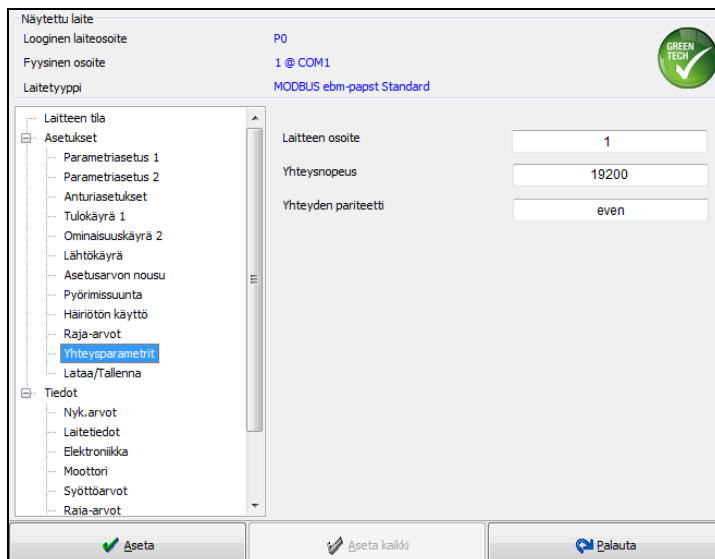
KUVA 12. Kokoonpanon tallennus

Tämän jälkeen puhallin näkyy vihreällä pääikkunan puhallin näkymässä, joka tarkoittaa että puhallin on ONLINE-tilassa. Tuplaklikkaamalla puhallinta päästään määrittelemään sille erilaisia säätimen tukemia parametreja ja asetuksia.



KUVA 13. Puhallin ONLINE-tilassa

Työn kannalta oleellisin kohta löytyy valikosta yhteysparametrit joista tärkeimpänä on laitteen osoitteen määrittäminen. Yhteysnopeus ja yhteyden pariteetti voidaan yleensä pitää ennallaan. Kun osoite on määritetty voidaan painaa aseta, jolloin tiedot tallentuvat väylän kautta EC-puhaltimen säätimelle.



KUVA 14. Modbus osoitteen määrittäminen

Tämä toiminto suoritetaan kaikille väylään liitettäville puhaltimille kunnes kaikille puhaltimille on määritelty erikseen osoitteet. Osoitteituksen jälkeen Modbus RTU-väylä on valmiina käyttöönottoa varten.

## 5.4 Ethernet-liitynnän toteutus

Ethernet liityntä tahdotaan nykyään helppokäyttöistä etävalvontaa varten.

Ethernet liityntä EC-puhaltimia käytettäessä on suoritettava Modbus RTU – Ethernet-gatewayta käyttäen.

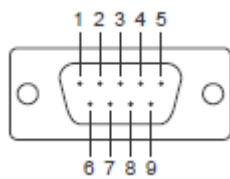
Signaalimuunnoksen toteuttavaksi laitteeksi tässä työssä on valittu Moxa Inc. valmistama MB3480 RS-485/RS232/RS422 – Ethernet-gateway, joka on nähtävillä alla olevassa kuvassa 15.



KUVA 15. Moxa MB3480 Gateway

MB3480:een voidaan liittää yhteensä neljä kappaletta Modbus RTU-väyläsegmenttiä joten siihen liitettävien puhaltimien maksimimäärä nousee 124 puhaltimeen.

Käytännön työ alkaa sopivien RS-485-kaapeleiden liittimien valmistuksesta. Kuvasta 16 nähdään, kuinka puhaltimilta liittimistä RSA sekä RSB tulevat johtimet tulee liittää RS-232-liittimeen.

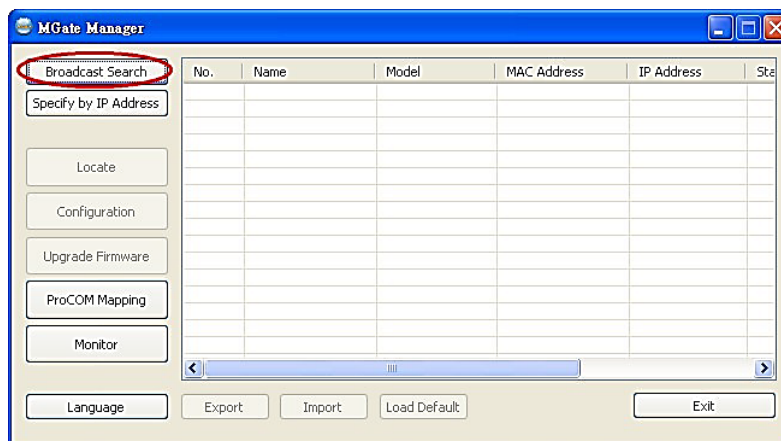


Pin	RS-485 (2W)
1	---
2	---
3	Data+(B)
4	Data-(A)
5	GND
6	---
7	---
8	---
9	---

KUVA 16. Liittimen nastojen sijainti

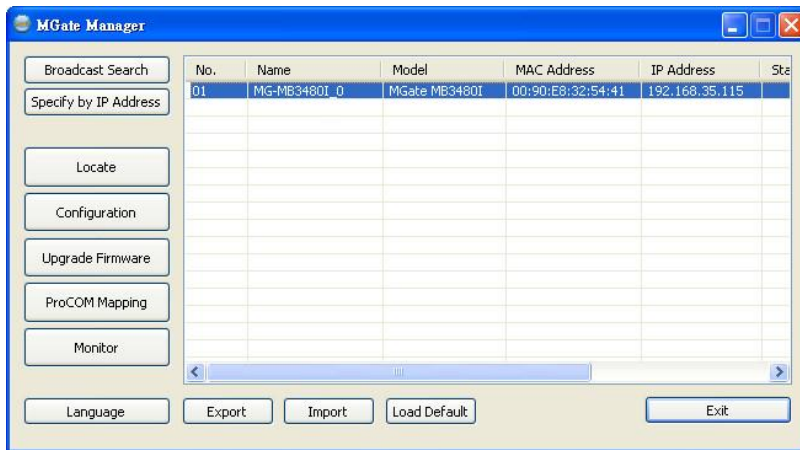
Kun liittimet ovat valmiina voidaan puhaltimet liittää gatewayn liittimiin. Tämän jälkeen liitetään laite vielä standardin RJ-45-parikaapelin avulla Ethernet verkkoon. Tämän jälkeen alkaa itse gatewayn konfigurointi tietokoneella. Tietokoneen tulee olla liitetty samaan ethernet-verkkoon gatewayn kanssa.

Konfigurointiin tarvitaan laitteen mukana tuleva ohjelma MGate Manager. Ohjelman käynnistyessä aukeaa alla olevan kuvan 17 kaltainen ikkuna. Broadcast Search toiminnolla etsitään Ethernet-verkosta MB3480-gateway.



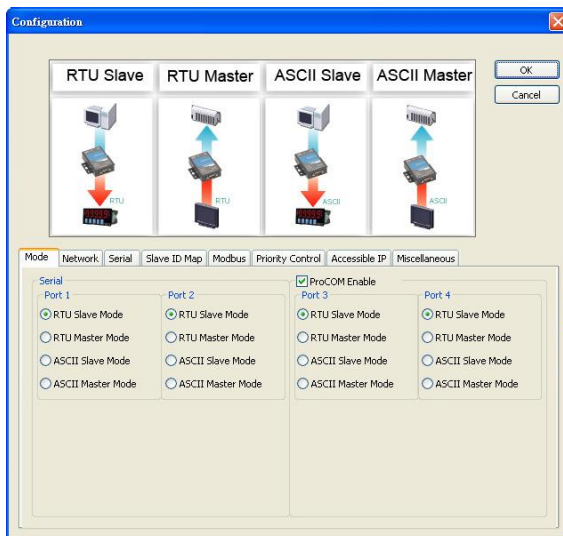
KUVA 17. Gatewayn etsiminen

Broadcast Searchillä gateway löytyy kuvan 18 mukaisesti Ethernet verkosta ja tämän jälkeen gatewaytä voidaan lähteä konfiguroimaan.



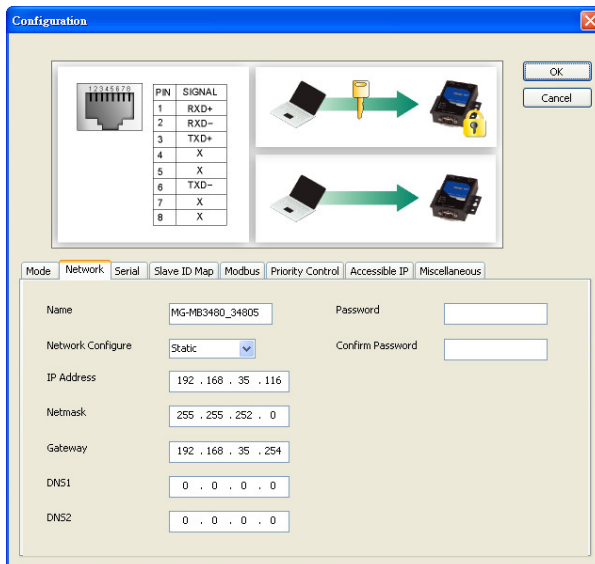
KUVA 18. Löytynyt Gateway

Ensimmäinen asia konfiguroinnissa, joka on esitelty kuvassa 19, on asettaa puhaltimille halutut portit RTU Slave-moodiin, jotta gateway osaa purkaa signaalin oikein. Väyläsegmentti johon on sijoitettu Modbus Master-laite asetetaan RTU Master moodiin.



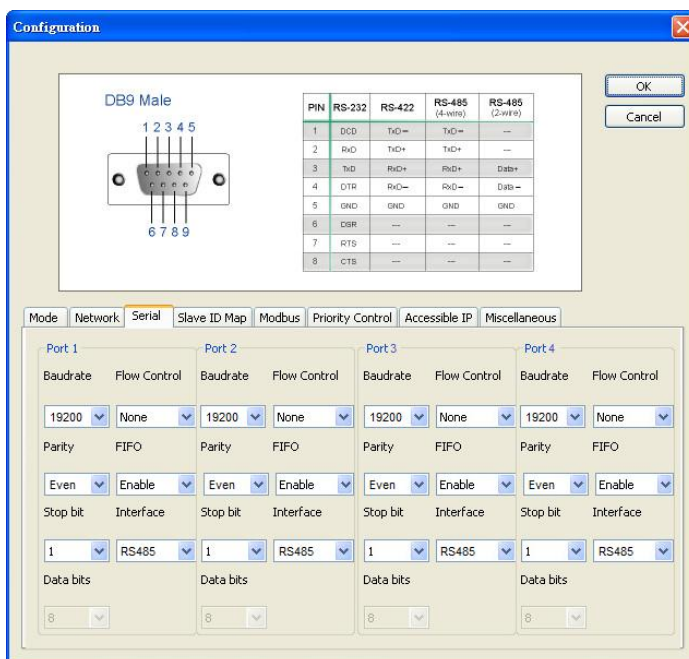
KUVA 19. Porttien asetukset

Network välilehdessä asetetaan ethernet asetukset kuten IP-osoite ja kyseisen laitteen gateway sekä tarvittaessa DNS-asetukset ja salasana.



KUVA 20. Verkkoasetukset

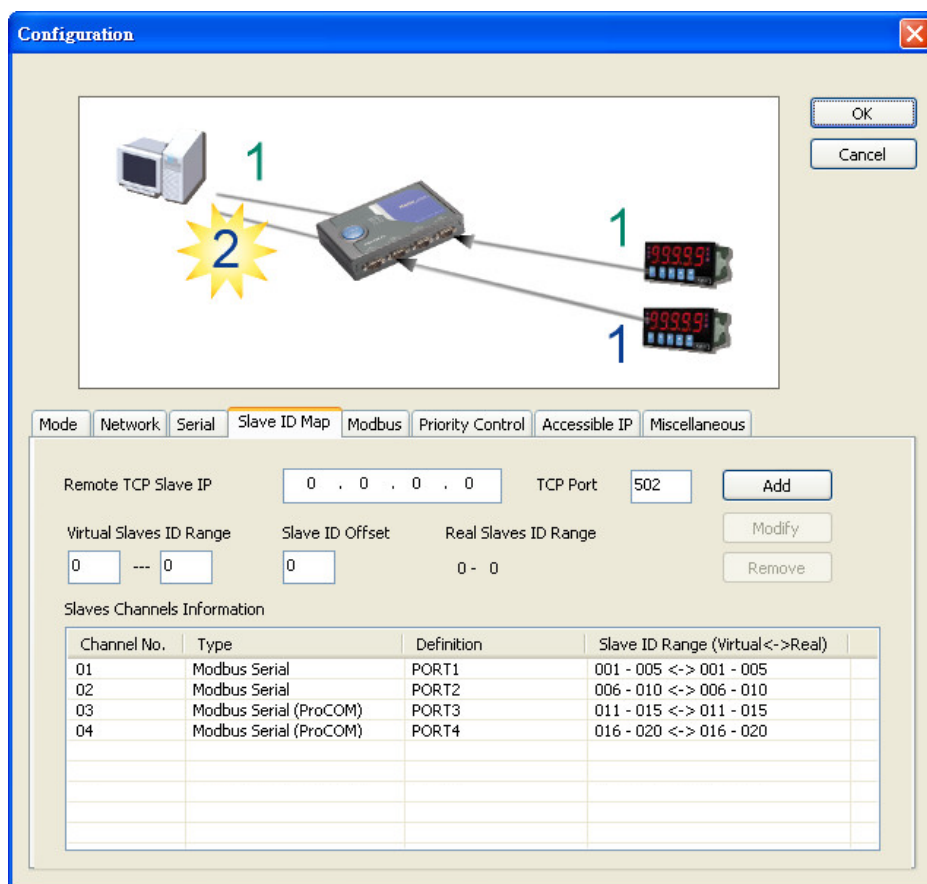
Serial asetuksissa asetetaan sarjaliikenneväylässä olevien puhaltimien tiedon- siirtoparametrit väylän mukaisiksi kuten kuvassa 21.



KUVA 21. Sarjaliikenneasetukset

Seuraavaksi on vuorossa osoitteistus. Kuten aiemmin on todettu, yhdessä Modbus RTU väyläsegmentissä voi olla maksimissaan 32 laitetta osoitteilla 00...254 ja näistä 1 paikka sekä osoite 00 on varattu isäntälaitteelle. Yhdistettäessä useita segmenttejä voi syntyä osoitteissa päällekkäisyyksiä.

Ohjelmalla pystytään Ethernet osoitteitusta varten määrittämään kullekin väyläsegmentillekin kussakin portissa oma osoiteavaruus jolle se jakaa laitteet päällekkäisyyksien ehkäisemiseksi. Kuvassa 22. on esitelty yksi tapa jakaa osoitteita kullekin segmentille.

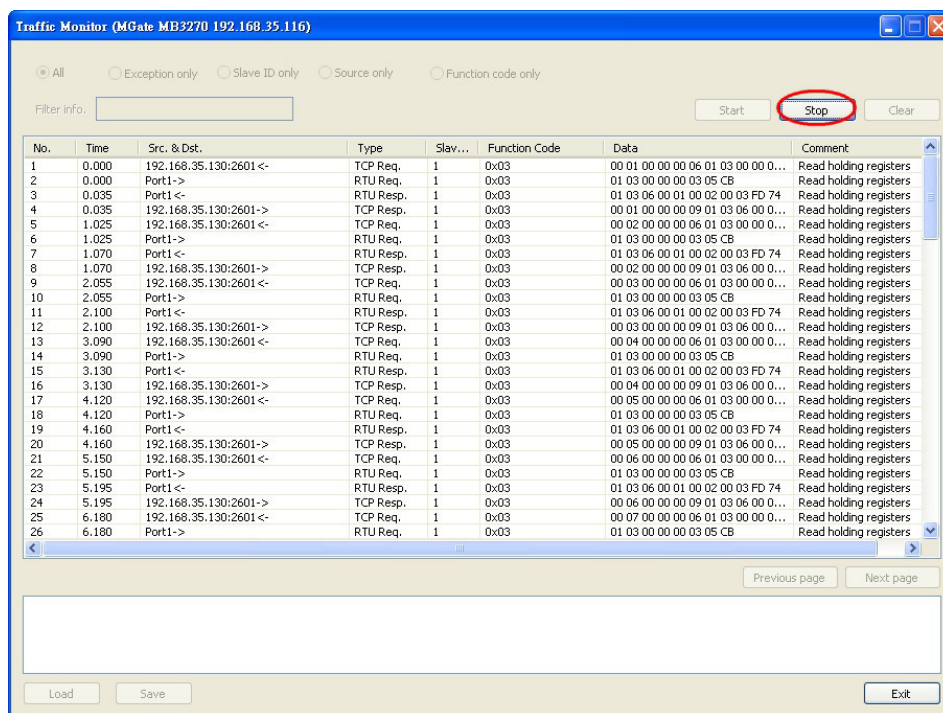


KUVA 22. Osoiteavaruuden määrittely

Viimeinen väylän toimivuuden ja tietoturvan kannalta oleellinen välilehti on Accessible IP, johon voidaan syöttää IP-osoitteet joista sallitaan yhteys gatewaylle. Tällä estetään ei-toivottuja tahoja pääsemään käsiksi gatewayn kulkevaan tietoliikenteeseen.

Kun asetukset on laitettu kohdilleen, voidaan OK-nappia painamalla siirtyä takaisin pääruudulle. On suotavaa tarkistaa väylän toiminta pääruudulla sijaitsevan Traffic Monitorilla, joka on esitelty kuvassa 23. Ohjelman avulla voidaan tarkkailla gatewayn läpimenevää tietoliikennettä.

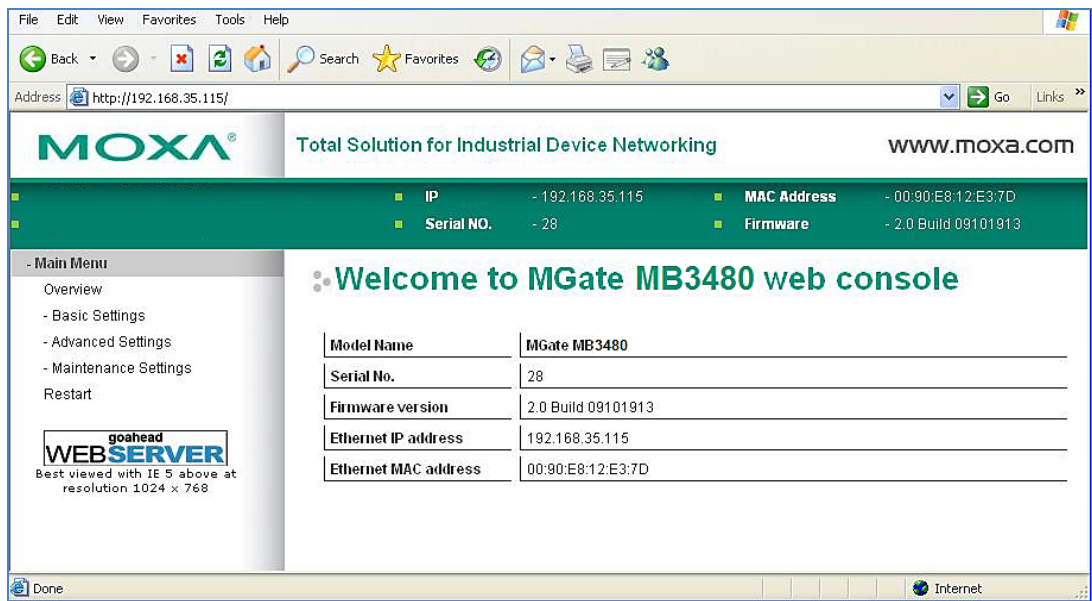
On huomioitava että väylässä on oltava Master-laite, joka tekee kyselyjä Modbus-protokollan mukaisesti. Modbus-protokollassa orjalaitteet eivät itsenäisesti lähetä dataa ilman kyselyä ja täten väylä pysyy vaii.



KUVA 23. Toiminnan tarkistus

Kun väylä on todettu toimivaksi, on syytä tarkistaa vielä Ethernet-serveri puolen toiminta yhdistämällä internetselaimen avulla gatewayn IP-osoitteeseen. Tällöin saadaan kuvan 24. mukainen hallintaikkuna jossa voidaan asettaa erilaisia parametrejä.





#### KUVA 24. Web-liityntä

Kun web-konsolin toiminta on todettu, voidaan varmistua että Ethernet-yhteys tietokoneen ja gateway-yksikön välillä toimii. Tällöin on käyty yhteys läpi puhaltimelta tietokoneelle asti ja voidaan todeta yhteyden toimivan.

## 6 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tärkein päätavoite oli kartoittaa liuosjäähdyttimissä käytettävien puhaltimien tietoliikenneyhteyksien kartoitus ja esimerkkiratkaisun luominen. Tässä tavoitteessa onnistuttiin kohtalaisen hyvin ja esimerkkiratkaisu Modbus RTU:väylällä osoittautui testien yhteydessä toimivaksi.

Työlle asetetut tavoitteet täyttyivät omasta mielestäni hyvin ja työ sisälsi teoriaosuuden ohella käytännönläheisempiä työvaiheita kuten puhaltimien kytkemistä ja puhaltimien testijärjestelmän konfigurointia.

Modbus-protokollan valintaan löytyy vahvat perusteet ja siihen on saatavilla monipuolisesti sovelluksia monilta valmistajilta. Yksinkertaisen protokollansa ansiosta Modbus on suhteellisen helppokäyttöinen ja erilaisten gateway-yksiköiden avulla se on suhteellisen joustava liuosjäähdytinsyksikön liittämisen erilaisten tilaajien valmiisiin kenttäväyläratkaisuihin.

Työn suorittaminen itsessään oli erittäin opettavaista ja projektin parissa olisi ollut mielenkiintoista suunnitella laitteelle esimerkiksi selainpohjainen etäkäyttöliittymä ja esimerkiksi kosketusnäytöllinen käyttöliittymä. Työ rajattiin tällä kertaa kuitenkin kenttäväylämahdollisuuksien kartoitukseen.

Aikaisemmin laitetoimittaja on usein toimittanut vain rautapuolen laitteiston, mutta tämä trendi on selvästi muuttumassa. Asiakas sekä laitetoimittajat tahtovat yhä useammin kokonaisratkaisuja jotka kattavat laitteen koko elinkaaren suunnittelusta laitteen poistoon.

Huollon sekä energiatehokkuuden parantamiseksi erilaiset kunnossapitokäyttöliittymät ovat kasvattamassa arvoaan ja näiden toteuttamiseen kenttäväyläliittymät ovat avainasemassa.

Kuitenkin on todettava että tällä hetkellä Suomessakin kenttäväyläosaaminen on rajallista ja kenttäväyliin kohdistuu paljon ennakkoluuloja. Osittain tämä johdetaan siitä että kenttäväylistä ei ole pitkiä perinteitä monilla tekijöillä ei ole asianmukaista kokemusta ja ymmärrystä niiden teknologiasta ja toiminnasta.

Tulevaisuudessa on tarpeen tarkkailla Ethernet-pohjaisten kenttäväyläratkaisujen ja muiden yleistymässä olevien väyläteknologioiden kehittymistä alan toimilaitteissa. Pelkästään väyläteknologian kehittyminen ei välttämättä riitä, mikäli niitä käyttävät järjestelmät eivät kehity samassa tahdissa. Varsinkin pienille automaatioalan ulkopuolisille toimijoille kenttäväyläliityntöjen käyttöönotossa on suhteettoman kova kynnyks.

Toiselta kannalta katsottuna voidaan todeta, että automaatioalan osaajille on varmasti kysyntää teknologia-alan PK-yritysten parissa kasvavassa määrin kenttäväyliä yhteydessä, sillä Suomessa on yrityksen menestyttävä korkealla osaamisella ja tuotteiden teknologisella tasolla hintakilpailun sijaan.

Työ oli tarkoitettu yrityksen tuotekehityksen tueksi. Työn avulla yrityksellä on käytössään yksi esimerkki liuosjäähdyttimien kenttäväyläliityntöjen rakentamisesta ja sen pohjalta voidaan lähteä kehittämään liuosjäähdyttimien liityntämahdollisuuksia ja kunnonvalvontasovelluksia.

## LÄHTEET

- 1 Opetushallitus. 2011. Kylmätekniiikan perusteet. Helsinki: Opetushallitus s. 55-56, s. 101
- 2 Pemco Oy. Liuosjäähdytin. Verkkodokumentti Saatavissa: <[http://pemcoil.fi/index.php?option=com\\_content&view=article&id=108&Itemid=124](http://pemcoil.fi/index.php?option=com_content&view=article&id=108&Itemid=124)> Luettu 5.8.2011
- 3 EC-puhaltimet. Verkkodokumentti. ebm-papst Saatavissa: <[http://www.ebmpapst.fi/fi/media/news\\_data/teknista/Tietoisku\\_\\_Mita\\_erikoista\\_EC-puhaltimissa.pdf](http://www.ebmpapst.fi/fi/media/news_data/teknista/Tietoisku__Mita_erikoista_EC-puhaltimissa.pdf)> Luettu 6.10.2011
- 4 ABB Oy. 2000. TTT-käsikirja. s.18
- 5 TUKES. Taajuusmuuttajien asennukset vaativat huolellisuutta. Verkkodokumentti. Saatavissa: <<http://www.tukes.fi/fi/Ajankohtaista/Tiedotteet/Sahko-ja-hissit/Taajuusmuuttajien-asennukset-vaativat-huolellisuutta-25.10.2000/>> Luettu 20.11.2011
- 6 Wikipedia. Variable frequency drive. Verkkodokumentti Saatavissa: <[http://en.wikipedia.org/wiki/Variable-frequency\\_drive](http://en.wikipedia.org/wiki/Variable-frequency_drive)> Luettu 27.9.2011
- 7 Texas Instruments. RS-422 and RS-485 Standards Overview. Verkkodokumentti Saatavissa: <<http://www.ti.com/lit/an/slla070d/slla070d.pdf>> Luettu 7.10.2011
- 8 Modicon. Modbus protocol. Verkkodokumentti. Modbus-IDA Saatavissa: <[http://www.modbus.org/docs/Modbus\\_Application\\_Protocol\\_V1\\_1b.pdf](http://www.modbus.org/docs/Modbus_Application_Protocol_V1_1b.pdf)> Luettu 10.10.2011

- 9 Modicon. Modbus protocol reference guide. Verkkodokumentti. Saatavissa: <[http://www.modbus.org/docs/PI\\_MBUS\\_300.pdf](http://www.modbus.org/docs/PI_MBUS_300.pdf)> Luettu 10.10.2011
- 10 ebm-papst. EC-Communication. Verkkodokumentti. Saatavissa: <[http://www.ebmpapst.com.au/media/content/publications\\_downloads/product\\_catalogues/EC\\_Communication.pdf](http://www.ebmpapst.com.au/media/content/publications_downloads/product_catalogues/EC_Communication.pdf)> Luettu 20.9.2011
- 11 PROFIBUS. Profibus Overview. Verkkodokumentti Saatavissa: <<http://www.profibus.com/technology/profibus-new/overview/>> Luettu 4.8.2011
- 12 PROFIBUS. Profibus System Description. Verkkodokumentti. Saatavissa: <<http://www.profibus.com/nc/downloads/downloads/profibus-technology-and-application-system-description/download/9592/>> Luettu 7.9.2011
- 13 BACNet standard 135-2004. Verkkodokumentti. Saatavissa: <<http://www.bacnet.org/Errata/135-2004-Errata-5-3-2007.pdf>> Luettu 10.9.2011
- 14 BACnet Tutorial. Verkkodokumentti. Saatavissa: <<http://www.bacnet.org/Tutorial/index.html>> Luettu 12.9.2011
- 15 A Beginner's Guide to Ethernet 802.3. 2005. Verkkodokumentti. Neuhaus, Ralf. Saatavissa: <[http://www.analog.com/static/imported-files/application\\_notes/458197465EE269v01.pdf](http://www.analog.com/static/imported-files/application_notes/458197465EE269v01.pdf)> Luettu 8.9.2011
- 16 Ethernet Bus - Ethernet Baseband Network Standard IEEE 802.3. 2011. Verkkodokumentti. Saatavissa: <[http://www.interfacebus.com/Design\\_Connector\\_Ethernet.html](http://www.interfacebus.com/Design_Connector_Ethernet.html)> Luettu 6.8.2011
- 17 Wang, H., Overview of Bluetooth Technology. Verkkodokumentti. Saatavissa: <[http://www.pori.tut.fi/~mm/BT/Bluetooth\\_Overview.pdf](http://www.pori.tut.fi/~mm/BT/Bluetooth_Overview.pdf)> Luettu 4.8.2011