



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

PUHALLINKONVEKTORIOHJ AUS (MODICON M171)

Opinnäytetyö

TEKIJÄ: Joonas Eetu Tuhkanen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Automaatiotekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä Joonas Eetu Tuhkanen			
Työn nimi PUHALLINKONVEKTORIOHJAUS (MODICON M171)			
Päiväys	10.7.2019	Sivumäärä/Liitteet	29/1
Ohjaaja(t) tuntiopettaja Sami Tiilikainen, lehtori Pasi Lepistö			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Schneider-Electric Finland Oy			

Tiivistelmä

Opinnäytetyö on osa suurempaa Technopolis Oyj:lle toteutettavaa automaatiourakkaa. Sen tarkoituksena oli toteuttaa osa uudisrakennuksen ilmanvaihdosta käyttäen paikallisohjattuja puhallinkonvektoria, sekä tutkia Modicon M171-säätimen kelpoisuutta paikallisohjauksen toteuttamiseen. Puhallinkonvektorit ja niiden ohjainlaitteet ovat täysin integroituja osaksi rakennuksen suurempaa automaatiojärjestelmää. Niitä voidaan ohjata käyttämällä paikallisia huoneantureita, joissa on lämpötilan, sekä puhallinnopeuden valintapainikkeet. Puhallinkonvektoreita voidaan ohjata myös käyttämällä automaatiojärjestelmän hallintapaneelia tai etäkäyttöisesti Schneider-Electricin-eValvomo etäportaalin kautta.

Opinnäytetyössä keskityttiin pääasiassa Modicon M171-logiikan ohjelmoimiseen ja testaukseen. Kyseisellä logiikkapiirillä ole aiemmin toteutettu paikallisjäähdytyksen ohjausta, vaan logiikkaa on yleisesti käytetty muissa pienemmissä paikalliskohteissa, kuten esimerkiksi jätevesipumppaamoissa. Modicon M171-logiikkaa käytetään sen edullisuuden sekä monipuolisuuden vuoksi.

Työn lopputuloksena saatiin järjestelmä, jolla konttoritilojen huonelämpötiloja pystyy jäähdyttämään energiatehokkaasti. Järjestelmä on myös helposti laajennettavissa uusiin asiakastiloihin, sekä helposti hallittavissa ja ohjelmoitavissa myös etänä.

Avainsanat

Rakennusautomaatio, Puhallinkonvektori, Modicon, SoMachine

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Electrical Engineering			
Author(s) Joonas Eetu Tuhkanen			
Title of Thesis Convactor Cooling Unit Control system Modicon M171			
Date	10.7.2019	Pages/Appendices	29/1
Supervisor(s)			
Client Organisation /Partners Schneider-Electric Finland Oy			

Abstract

The thesis is part of a larger automation project for Technopolis Oyj. The purpose of the theseis is to create a cooling system for a large office office building by using fan cooling units. Fan cooling units and their HVAC control units were fully integrated to the buildings automation system and to investigate the suitability of Modicon M171 for systems controller. They can be controlled locally with room temperature sensor units where user can ride or lower the room teperature and control the fan speed manually. Fan coolin units must be able to be controlled from buildings automation systems interface. It also must be able to be controlled remotely from Schneider-Electrics remote management portal called eValvomo.

The thesis work was mostly done by programming the Modicon M171 Automation HVAC Controller. Work also contained a lot of testing at the development stage. This logic circuit wasn't previously implemented local ventilation control, but logic has been widely used in smaller systems such as controller for sewage water pumping station. Modicon M171 is widely used for such systems because of its low retail price and diversity.

The result was a multifunctional system, which was able to monitor and cool room temperature s in office spaces in an energy-efficient way. The system was also easy to expand to new customer spaces and was easily managed and programmed remotely.

Keywords

HVAC, Fan cooling unit, Modicon, SoMachine

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	7
2	KÄSITTEET	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
2.1	Rakennusautomaatio.....	Error! Bookmark not defined.
2.2	Novapolis (Technopolis)RV8	Error! Bookmark not defined.
2.3	Modicon M171	9
2.4	Väylä.....	9
2.5	Modbus	10
2.6	Käsitelistaus	Error! Bookmark not defined.
3	OHJELMOINTI.....	11
3.1	Ohjelmoinnin valmistelu	11
3.2	Ohjelmointikielet.....	12
3.2.1	Ohjelmointiympäristö ja ohjelma	13
3.2.2	IO-Listaus.....	14
3.2.3	Ohjelmalohkot	15
3.2.4	PID-Säädin	17
3.3	Ohjelman testaus.....	20
4	LAITTEEN VALMISTUS	22
4.1	KytKentäkotelon suunnittelu	22
4.2	Kaapelointi	24
4.3	Säätimien liittäminen automaatiopalvelimeen.....	25
4.4	Grafiikkakuvien luonti	26
4.5	Laitteiston testaus.....	28
5	POHDINTA.....	29
6	LIITTEET	31

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on luoda helposti laajennettava ja muokattava paikallisohjausjärjestelmä toimistorakennuksen puhallinkonvektoreille ja tutkia Modicon M171 säätimen käyttökelpoisuutta järjestelmän säätimenä. Ohjausautomaatiikka on myös kyettävä liittämään osaksi muuta rakennusautomaatiojärjestelmää.

Opinnäytetyö on osa suurempaa projektia, jonka kohteena on Kuopiolaisen Microkadun Novapoliksen (ent. Technopolis) RV8-laajennusprojekti. Projekti on osa Schneider-Electricin kokonaisvaltaista automaatiourakkaa kyseisessä kohteessa. Aihe puhallinkonvektoreiden ohjausjärjestelmän kehittämisestä tuli osana työni toimenkuvaa ja kyseisen projektin parissa työskentelyä.

Järjestelmä sulautettiin osaksi kiinteistön rakennusautomaatiojärjestelmää.

Rakennusautomaatiojärjestelmään väylällä kytketyt huonesäätimet toimivat väylässä tiedonkerääjänä ja lähettävät tiedot itsestään ylemmälle automaatiotasolle, eli rakennusautomaatiopalvelimelle. Rakennusautomaatiopalvelimella väylältä saadut tiedot eritellään Modbus laiterekisterin avulla ja niistä tuotetaan numeerisesti luettavaa tietoa.

Rakennusautomaatiopalvelimelle saatu data esitetään loppukäyttäjälle helposti luettavassa graafisessa muodossa. Tarkoituksena oli, että puhallinkonvektoreiden toimintaa voidaan seurata rakennusautomaation valvomosta ja lämpötilan asetusarvoja muokata toimiston tulevien asiakkaiden haluamiksi ilman fyysistä paikalla käyntiä.

Halusimme luoda Schneider-Electricille valmiin paikallisjärjestelmän puhallinkonvektorien ohjausta varten, joka olisi kustannustehokas ja helposti sovellettavissa myös toisiin kiinteistöihin. Työssä päädyttiin käyttämään Modicon M171 paikallislogiikkaa, jossa oli tiedonsiirtomahdollisuus muun automaatiojärjestelmän kanssa RS485 tietoliikenneporttiin kytkeytyvän Modbus väyläprotokollan avulla. M171 on Schneider-Electricin natiivi laite, joka takasi yrityksen tuen laitteille ja niiden ohjelmoinnille. Laitteen ohjelmoinnissa käytettiin apuna Schneider-Electricin SoMachine HVAC-ohjelmointiohjelmistoa, joka on suunniteltu Modicon laitteiden ohjelmointia varten.

2 NOVAPOLIS (TECHNOPOLIS) RV8

Novapolis RV8 on Tehnopolis Oyj kiinteistöyhtiön rakennusprojekti. Kiinteistö on viisikerroksinen rakennus, joka on osa Microkatu 1 rakennuskompleksia. Rakennus nimettiin valmistuessaan Microkatu 1 T-osaksi. Microkatu 1 kuuluu Kuopion tunnettuihin maamerkkeihin yhteensä yli 100 000 bruttoneliön toimitiloillaan. Se tarjoaa vuokrattavaksi nykyaikaista toimisto- ja laboratoriotilaa Itä-Suomen yliopiston, Savonia ammattikorkeakoulun ja 150 muun yrityksen yhteisössä. (Novapolis)

3 RAKENNUSAUTOMAATIO

Rakennusautomaatiolla tarkoitetaan rakennuksen toiminnallisuuksien automaattista ohjaamista. Rakennusautomaation piiriin kuuluu yleisesti lämmönjakelu, ilmanvaihto, hälytykset ja valvonta. Se kokoaa kaikki nämä laitteistot yhteen ja pyrkii muodostamaan niistä kaikista yhden helposti hallittavan kokonaisuuden. Se on koko ajan toiminnassa oleva prosessi, joka valvoo rakennuksessa vallitsevia olosuhteita ja pyrkii näiden tietojen avulla parantamaan tilojen käyttömukavuutta, vähentämään kiinteistön energiankulutusta, sekä ilmoittaa ennakkoon kiinteistöä uhkaavista vaaroista hälytyksien avulla. Rakennusautomaatioon voidaan liittää myös kiinteistöautomaation komponentteja, kuten valo tai sähköpisteohjauksia.

3.1 Käsitteet

DI (digital input)

Digitaalinen sisääntulo on/off tyyppisten kärkitietojen mittaukseen. Voidaan käyttää myös "counter", eli pulssimittauksissa

AI (analog input)

Analoginen sisääntulo. Käytetään jänniteviestin tulkintaan, sekä resistiivisten arvojen, kuten lämpötila-antureiden mittaukseen

AO (analog output)

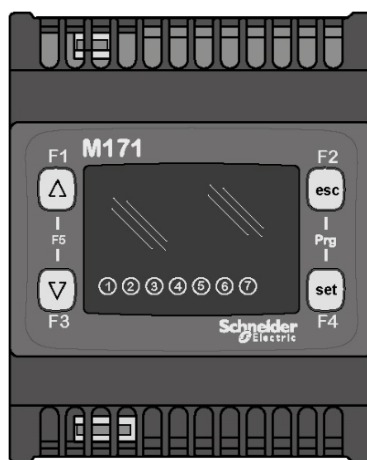
Analoginen jänniteviestin ulostulo. Tyypillisesti 0-10V

DO (digital output)

Digitaalinen ulostulo. Relelähtö, jota ohjataan on/off tyyppisesti.

3.2 Modicon M171

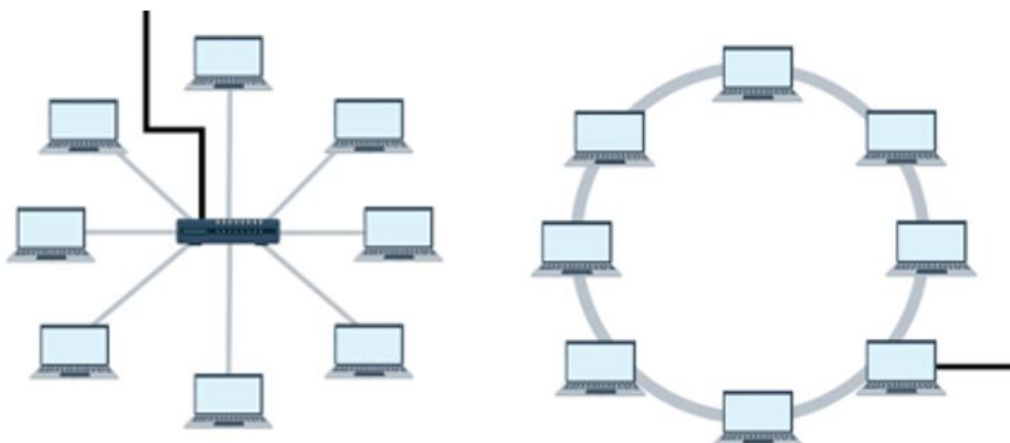
Puhallinkonvektorin paikallishjauksessa logiikkapiirinä toimi Modicon M171 sarjan TM171ODM22R logiikka. (kuva 1.) Tuote on alun perin kehitetty HVAC (rakennusautomaatio) sekä Pumppaamosovelluksia varten kevyeksi paikallislogiikaksi, joka kuitenkin kykenee kommunikoimaan myös kiinteistön muun rakennusautomaatiojärjestelmän kanssa käyttämällä Modbus RS485 väylää. Tuote valittiin käyttötarkoitukseensa sen edullisen hankintahinnan, monipuolisten ominaisuuksien ja erittäin laajojen liitännäismahdollisuuksien takia. Logiikka on joustava myös syöttöjännitteensä kannalta, koska se voi hyödyntää sekä rakennusautomaatiojärjestelmissä yleisimmin käytettävää 24VAC vaihtojännitettä, kun myös 24VDC tasajännitettä riippuen siitä, kumpaa jännitettä on helpointa ja kustannustehokkainta käyttää. (Schneider-Electric)



Kuva 1. Modicon M171

3.3 Väylä

Tietoliikenneverkossa väylällä tarkoitetaan tietoliikenneverkon alijärjestelmää, jossa siirretään tietoa, virtaa tai kumpaakin laitteiden välillä. Väyläverkossa laitteet kytketään yhteen yhdistettävään kaapeliin, jonka molemmissa päissä on päätevastukset. Väylä on vain yksi fyysisen verkkotopologian muodoista. Muita fyysisen topologian muotoja ovat rengastopologia, tähtitopologia, puutopologia tai harvemmin käytetty vapaa topologia. Heikkoutena väylätopologiassa on aina laitteiden rajattu määrä ja mahdolliset kaksisuuntaisesta tiedonsiirrosta aiheutuneet tiedonsiirtovirheet. Väylä eroaa muista topologioista, koska siinä on vain yksi alkupiste ja yksi päätepiste. (kuva 2.)



Kuva 2. Tähtitopologia (vas.) Rengastopologia (oik.) (muokattu Creative Commons)

3.4 Modbus

Modbus on Modiconin kehittämä väyläpohjainen sarjaliikenneprotokolla, joka on alun perin tarkoitettu Modiconin ohjelmoitavien PLC logiikoiden väliseen tiedonsiirtoon. Modbus väyläprotokolla on myöhemmin standardisoitu ja sitä käytetään yleisesti elektroniikkalaitteiden välisessä kommunikoinnissa, etenkin teollisuudessa ja rakennusautomaatiossa. Jokaisessa väylään liittyneessä modbuslaitteessa on oma yksilöllinen osoitteensa. Modbus-väylässä on vain yksi isäntälaitte (master), joka pystyy kirjoittamaan komentoja muille 247:lle väylälaitteille. Muut laitteet, joita kutsutaan rengeiksi (slave) seuraavat isäntälaitteen antamia käskyjä ja toimivat niiden mukaisesti. Ainoastaan isäntälaitte voi aloittaa tiedonsiirron ja tiedonsiirto tapahtuu pelkästään isännän ja renkien välillä. Rengit eivät siis vaikuta toistensa toimintaan väylällä. (Modicon, 1996)

Modbus-viestin osoite ja toimintakenttä ovat molemmat yksitavuisia. Toimintakenttää seuraa maksimissaan 252 tavua sisältävä datakenttä, jonka jälkeen viestissä on kaksi tavua pitkä summatarkastuslohko. Modbus viestin sanoma päättyy vähintään 3,5 tavua pitkään taukoon. (taulukko 1.) (Sähkötieto Ry, 2017)

Taulukko 1. Modbusviestin sisältö

Aloitus	Osoite	Toiminto	Data	Lopetus
Väh. 3,5 tavua pitkä tauko	1 tavu	1 tavu	0-252 tavua	Väh. 3,5 tavua pitkä tauko

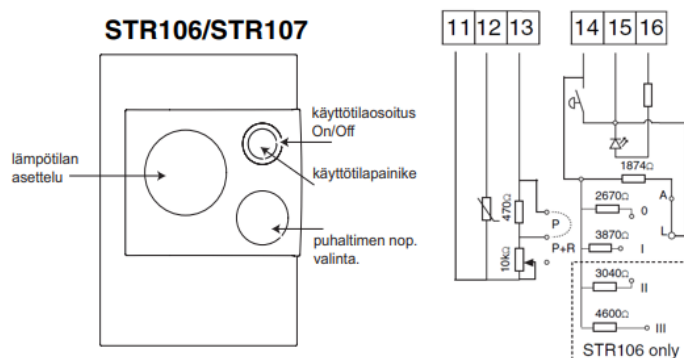
4 OHJELMOINTI

4.1 Ohjelmoinnin valmistelu

Ohjelman peruseriaate rakentuu jäähdytystä säätelevän PID säätimen ympärille, jonka asetusarvoa ja kuollutta-aluetta hallitaan rakennusautomaatiolta saatavan aikaohjelman avulla. Kuollutta aluetta ja lämpötilan asetusarvoa muutetaan laitteiston energiatehokkuuden parantamiseksi. PID säädin tarvitsee toimiakseen tilassa olevan lämpötilamittauksen, jota se vertaa automaatiojärjestelmään asetettuun huonelämpötilan asetusarvoon ja laskee tilaan tarvittavan jäähdytyksen määrän. Tilan jäähdytys toteutetaan antaen jäähdytysventtiilille, sekä puhallinkonvektorille 0-10V ohjausviesti. Päätimme toteuttaa jäähdytyksen ensisijaisesti jäähdytysventtiilillä. Tämä vaati sen, että ohjelman säätöalue määritettiin kaksiosaiseksi. Säätimen ulostulon puoliväliin ajetaan venttiä täysin auki, jonka jälkeen toisella puolikkaalla kiihdytetään puhallinta minimiasetusarvosta täydelle teholle. Jouduimme siksi määrittämään ohjelmaan puhallinkonvektorin miniminopeusarvon, jolla konvektori pyörisi ennen säätimen säätöviestin puolenvälin ylittämistä.

Ohjelman oli myös kyettävä ohjaamaan puhallinkonvektorin puhallinnopeutta kolmella eri nopeudella, pysäyttämään konvektori, sekä palauttamaan puhallinkonvektori automaation säädeltäväksi. Laitteiston on tunnistettava puhallinkonvektorin haluttu puhallusasetus STR106 huoneanturin nopeudentalantarullasta. Ohjelmaan oli tehtävä myös mahdollisuus jäähdytyksen lisäajalle huoneanturissa olevalla läsnäolopainikkeella, jolloin huoneen lämpötilan asetusarvo ja huonesäätimen kuollut alue palautuisivat aikaohjelmaan säädelyihin aktiivisen käytön arvoihin.

Ohjelman perusrakenteen muodostamisen jälkeen aloitimme STR106 huoneanturin sovittamisen Modicon TM171ODM22R säätimeen. (kuva 3.) Kaikki huoneanturin komponenteista olivat resistiivisiä, joten perusidea toiminnallisuuksien määrittämiselle oli kytkeä huoneanturin pisteet säätimen AI (Analog input) pisteisiin ja määrittää millaisia arvoja säädin antaa ohjelmallisesti. Saamistamme tiedoista koostettiin ohjelma, joka vertaa AI mittapistestä saatua tietoa ohjelmalle annettuihin vastusarvon ylä, sekä alarajoihin ja näin ollen määrittää missä asennossa nopeudentalantarulla milläkin hetkellä on. Ohjelman oli kyettävä myös havaitsemaan käyttäjän tekemä lämpötilan asetusarvomuutos tilassa olevasta STR106 huonesäätimen lämpötilan asetteluun potenttiometrillä. Lämpötilan potentiometrille, eli lämpötilan asetusarvon käsin poikkeutukselle oli saatavissa valmis resistiivisyyskäyrä, joten hyödynsimme sitä ohjelmoinnissa.



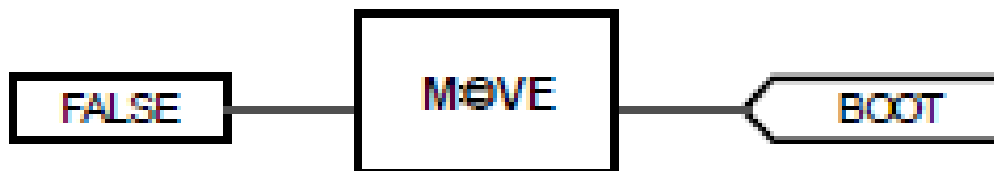
Kuva 3. STR106 Huoneanturi

4.2 Ohjelmointikielet

Ohjelman luomista varten SoMachine ohjelmistossa on käytettävissä viisi eri IEC 61131-3 standardin mukaista ohjelmointikieltä: Instruction list (IL), Function block diagram (FBD), Ladder diagram (LD), Structured text (ST) ja Sequential function chart (SFC)

Instruction List (IL), eli Beckhoff Information system ja Structured text ovat tekstipohjaisia ohjelmointikieliä, Instruction list koostuu nimensä mukaisesti ”ohjeista”, jotka ovat sijoitettu alekkain numeroiduille riveille. Structured text muistuttaa ulkoasullisesti javan tyyppistä koodiohjelmointia ja on kaikista IEC61131 Standardoiduista ohjelmointikielistä monipuolisin. (Beckhoff)

Function block diagram (FBD), Ladder diagram, sekä Sequential function chart ovat graafisia ohjelmointikieliä. Function Block Diagram (FBD) on suunniteltu ohjelmitavien logiikoiden helppoon ja nopeaan perusohjelmointiin. Se on erittäin yleinen ohjelmointikieli, etenkin aloittelevien PLC ohjelmoijien keskuudessa, koska ohjeita ja tietoa sen opetteluun on laajasti saatavilla, sekä sen opettelu on loogista ja nopeaa. Ladder diagramia (LD:tä) kutsutaan nimensä mukaisesti tikapuumalliksi. Siinä jokainen ohjelma alkaa input pisteestä ja loppuu output pisteeseen. Ohjelma kirjoitetaan näiden kahden pisteen väliin. Sequential Function Chart (SFC) on ylhäältä alaspäin etenevä blokkeista ja säännöistä koostuva ohjelmaketju. SFC on hyvin laaja ohjelmointikieli, joka on sekoitus Graafista ohjelmointia, sekä tekstimuotoisia komentoja.



Kuva 4. Esimerkki FBD ohjelmoinnista,

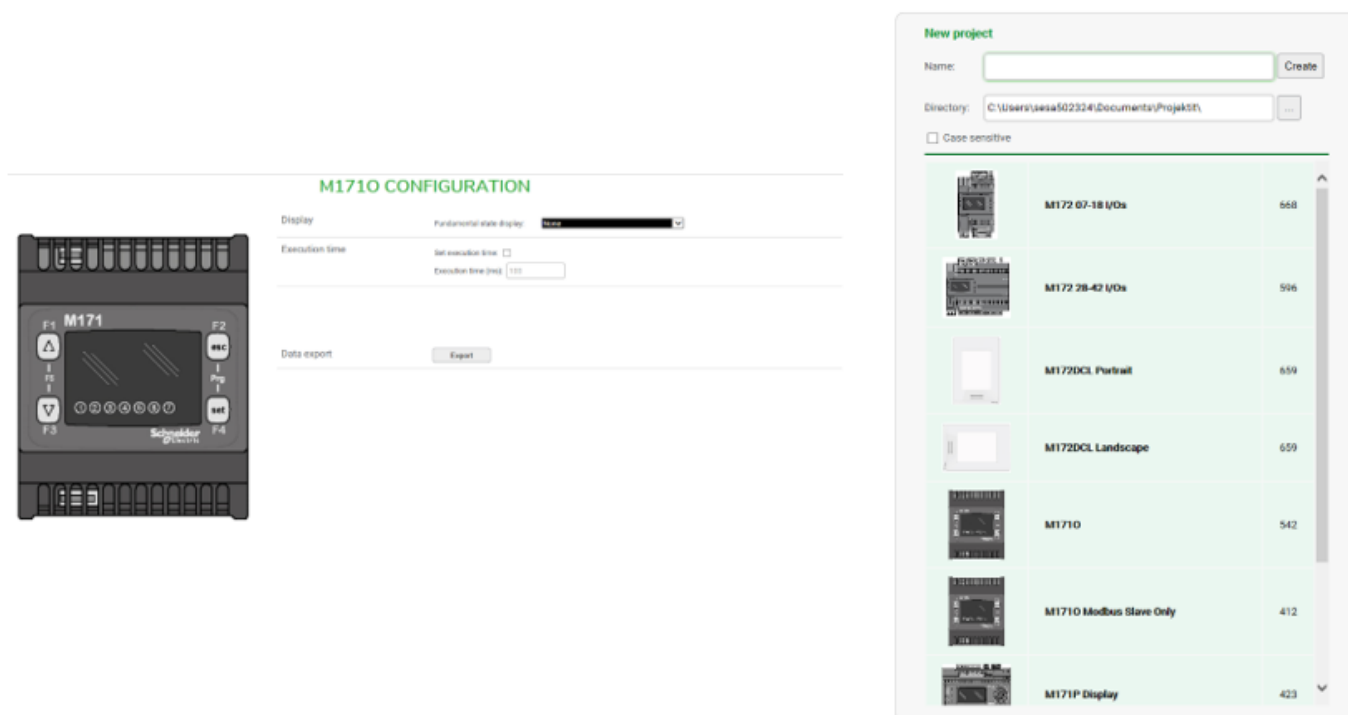
Valitsimme työssä käytettäväksi ohjelmointikieleksi Function block diagramin. (kuva 4.) Päädyimme siihen ohjelmointikielen nopean oppimisnopeuden sekä loogisen ulkomuodon takia. Koska työssä tarvittavat toiminnot olivat tavanomaisia, FBD kielellä pystyi toteuttamaan lähes kaikki ohjelman vaatimat toiminnot. FBD-ohjelmoinnin opettelu tuki myös henkilökohtaista uraani, koska suurin osa Schneider-Electricin kohteista on toteutettu ja toteutetaan kyseisellä ohjelmointikielellä.

4.2.1 Ohjelmointiympäristö ja ohjelma

Ohjelmointi aloitettiin määrittämällä haluttu ohjelmitava logiikka SoMachine ohjelmistolle. SoMachine antoi listan laiteen fyysisistä liityntäpisteistä, joita pystyimme hyödyntämään työssä. Ohjelmassa pystyy myös lisäämään ohjelmitavalle logiikalle laajennuksia, kuten ylimääräisen liityntäpiste moduulin (I/O-module), tai verkkokortin.

Säätimen sisäinen ohjelma luotiin SoMachine HVAC ohjelmistossa olevalla Application ohjelmanluontiohjelmalla. Ennen varsinaista laitteen sisäisen ohjelman tekoa oli kuitenkin määritettävä ohjelmalle tarvittavat fyysiset tulot sekä lähdöt, joita kutsutaan IO-pisteiksi (Input/Output points).

Pistelistausten määrittely tapahtui SoMachinen Configuration ohjelman avulla. (kuva 5.) Pistelistausten luominen aloitettiin luomalla ohjelmiston sisälle projekti ja valitsemalla työssä käytettävä säädin listalta. Tämän jälkeen ohjelma avautuu laitteiston määrittelynäkyymään (configuration) ja fyysisen pistelistausten teon voi aloittaa.



Kuva 5. M171 Configurointi

4.2.2 IO-Listaus

Työn kokoonpano ja käytettävät laitteet määrittävät tarvittavat IO-pisteet. (kuva 6.) SRT106 huoneanturi vaati kolme AI (Analog Input) pistettä lämpötilan mittaukselle, potentiometrin vastusarvon määrittämiseksi, sekä yhden läsnäolopainikkeen ja nopeudenvälintakytkimen tilan tarkkailuun. Tarvitsimme myös kaksi AO jänniteulostuloa (Analog Output) jäähdytyspatterin venttiiliin, sekä puhallinkonvektorin nopeuden ohjaamiseksi. Myöhemmin ohjelmaan määritettiin myös DO (Digital Output) piste läsnäolopainikkeen indikointivalolle, sekä pisteet kolmelle digitaaliseen nopeustiedolle. Tämä mahdollisti sen, että pystyimme käyttämään myös markkinoilla olevia digitaalisesti ohjattuja puhallinkonvektoreita, jos järjestelmään tulevaisuudessa sellaisia lisätään. IO-Pisteiden määrittämisen jälkeen oli vuorossa Function block ohjelman tekeminen

#	Name	Variable	Type	Description
1	AIL1	TE16_M_APU	INT	AIL1 analogue input
2	AIL2	TE16_POIK	INT	AIL2 analogue input
3	AIL3		INT	AIL3 analogue input
4	AIL4	PIR16_T	INT	AIL4 analogue input
5	AIL5		INT	AIL5 analogue input
6	DIL1		BOOL	DIL1 digital input
7	DIL2		BOOL	DIL2 digital input
8	DIL3		BOOL	DIL3 digital input
9	DIL4		BOOL	DIL4 digital input
10	DIL5		BOOL	DIL5 digital input
11	DIL6		BOOL	DIL6 digital input
12	DOL1	PKN_DO_MIN	BOOL	DOL1 digital output
13	DOL2	PKN_DO_1	BOOL	DOL2 digital output
14	DOL3	PKN_DO_2	BOOL	DOL3 digital output
15	DOL4	PKN_DO_3	BOOL	DOL4 digital output
16	DOL5		BOOL	DOL5 digital output
17	DOL6	PIR16_LED	BOOL	DOL6 digital output
18	AOL1		INT	AOL1 analogue output
19	AOL2		INT	AOL2 analogue output
20	AOL3	PKN_Y	INT	AOL3 analogue output
21	AOL4	FV_Y	INT	AOL4 analogue output
22	AOL5		INT	AOL5 analogue output
23	TCL1		INT	TCL1 analogue output

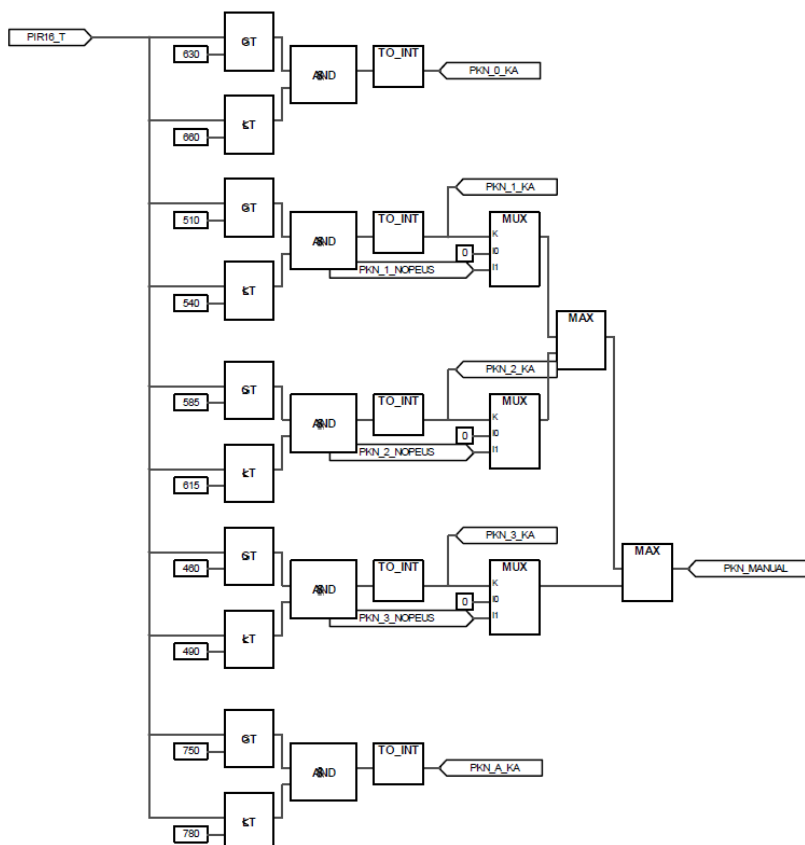
Kuva 6. I/O Listaus

4.2.3 Ohjelmalohkot

Säätimen pääohjelma jakautui kolmeen ohjelmalliseen lohkokoon. Ensimmäisessä lohkokossa oli nopeudenvälintarullan mittaustuloksen vertailuohjelma. (kuva 8.) Siinä PIR16_T (analog input) pisteestä saatavaa mitta-arvoa verrattiin ohjelmaan syötettyihin raja-arvoihin. Kun mittaustulos oli tiettyjen raja-arvojen sisällä, saatiin tieto siitä, missä asennossa nopeudenvälintakytkin on. Pienin mitta-arvo saatiin nopeudenvälintakytkimen ollessa asennossa 3. Loput mitta-arvot kasvoivat lineaarisesti, joten mittaustiedon määrittely pystyttiin toteuttamaan hyödyntämällä GT (greater than), eli suurempi kuin ohjelmablokkeja hyödyntämällä. Nopeudenvälintakytkimen ollessa asenoissa 1-3 ohjelma syöttää PKN_MANUAL nimiseen muuttujaan 0-100 integraalitietoa, jotka voidaan määrittää PKN_X_NOPEUS muuttujien avulla. Nopeudenvälintakytkimen ollessa A, eli automaatti asennossa, aktivoituu PKN_A_KA muuttuja tämä tieto palauttaa puhallinkonvektorin pyörimisnopeuden PID-säätimen säädeltäväksi. Nopeudenvälintakytkimen ollessa asennossa 0, aktivoituu PKN_0_KA muuttuja. Tämä muuttuja pudottaa sekä puhallinkonvektorin, sekä jäähdytysventtiilin ohjausviestin nollaan, jolloin tilan jäähdytys loppuu. (kuva 7.)



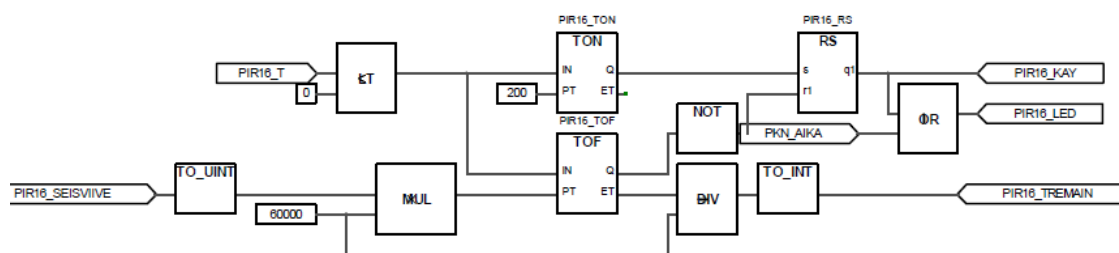
Kuva 7. Nopeudenvälinnan prosessi



Kuva 8. Nopeudenvälinnan ohjelma

Ohjelman toisessa lohkossa toteutettiin huoneanturissa olevan läsnäolopainikkeen toiminta. (kuva 9.) Säästötoimenpiteistä johtuen läsnäolopainikkeella korvattaisiin läsnäololmaisimen tarve. HavaitSIMME huonesäädintä testattaessa, että tieto painamisesta välittyi säätimelle samaan pisteeseen, kuin nopeudenalintarullan asentotieto nopeutta vaihtaessa. Painiketta painaessa nopeudenalintarullan vastusarvo nousi äärettömään, joka sotki nopeudenalinnan arvotietoa. Parhaaksi ratkaisuksi tähän oli sen, että ohjelmaan lisätään viivettä antava Delay Block, joka jättäisi huomioimatta tietyn ajan sisällä tapahtuvan AI-pisteen tilan muutoksen. Tämä vaati kuitenkin sen, että käyttäjä painaa nappia tietyn ajan, ennen kuin läsnäolotieto aktivoituisi. Tilannetta helpotti kuitenkin mahdollisuus ilmaista läsnäolon havaitseminen käyttäjälle Huoneanturissa olevan LED:in avulla. Näin ollen päädyttiin siihen ratkaisuun, että Aikaohjelman ollessa aktiivinen, Led valo palaisi jo valmiiksi, eikä käyttäjän tarvitsisi erikseen ilmaista läsnäoloaan.

Ohjelman periaate rakentuu TON (timer on) ja TOF (timer off) ajastinblockien ympärille. Ohjelma aktivoituu, kun käyttäjä painaa STR106 huoneanturissa olevaa läsnäolopainiketta. Tämä aktivoi TON ajastimen, joka aktivoi RS-kiikun. Ohjelmaan aseteltava PIR16_SEISVIIVE muuttujalla voidaan määrittää kuinka pitkään ohjelman läsnäolon aktiivisuuden tilamuutos kestää. PIR16_TREMAIN muuttuja kertoo, kuinka paljon läsnäolon tilamuutoksen aikaa on jäljellä. Tätä muuttujaa ei kuitenkaan hyödynnetty muussa kuin ohjelman testausvaiheessa. PIR16_LED muuttuja kytketty suoraan M171 säätimen DO (digital output) pisteeseen, joka ohjaa huoneanturissa olevaa läsnäolotilaa ilmaisevaa lediä. Ulostulo aktivoituu, jos automaatiopalvelimelta saatava aikaohjelman tilatieto on aktiivinen, tai käyttäjä on painanut läsnäolopainiketta.



Kuva 9. läsnäolon ilmaisinohjelma

PIDAdvanced on Modiconin ohjelmakirjastosta valmiiksi löytyvä monipuolinen valmissäädin. (kuva 10.) Siitä löytyy valmiiksi kaikki tarpeelliset ominaisuudet, kuten lämpötilan asetusarvon määrittäminen (rSetp) ja kuolleiden alueen määrittäminen (rDeadband). (taulukko 2 ja 3.) Säätimen parametrien edessä olevat kirjaimet kertovat millaista tietoa kukin piste vaatii toimiakseen. Säätimen rPv pisteeseen tuotu lämpötilatieto tuodaan ohjelmaan CONV_LAMPOTILA muuntimen läpi. Tässä muuntimessa AI-pisteeseen mittatustieto muunnetaan 1.8k lämpötila-anturin resistiivisyyskäyrän avulla celsiusasteiksi [C°], jonka jälkeen muuntimelta saatava arvo muutetaan (to real) blockilla säätimen tarvitsemaksi reaalitylukuarvoksi. Kaikki laitteen input pisteet tuottavat oletuksena luvusta integraalimuotoisen (integer) arvon. Tämän voi vaihtaa halutessaan reaalitylukuvuksi joko muuntimella, tai muokkaamalla mittapistettä I/O määrittelyssä.

Säätimen rSetp pisteeseen syötettävään TE16_AS muuttujaan lisätään huoneanturin potentiometriltä saatava asetusarvon poikkeustieto add blockin, eli yhteenlaskun avulla. Säätimen kuolleiden alueen määrittelyyn vaikuttaa, onko tilassa olevaa läsnäolopainiketta painettu, tai olettaako laitteisto aikaohjelman avulla tilan olevan käytössä. PIR16_LED muuttujan ollessa aktiivinen pienennetään MUX blockia käyttäen rDeadband pisteeseen syötettävää kuolleiden alueen rajaa viidestä celsiusasteesta, puoleen celsiusasteeseen. Tämä suurentaa hieman jäähdäytymiseen tarvittavaa energiankulutusta, mutta tilan käyttömukavuus paranee huomattavasti.

Ohjelmassa olevia välimuuttujien, kuten TE16_LAS tai PIR16_LED tiedot siirretään ModBus väylän kautta automaatiopalvelimelle, jossa tiedot siirretään trendiseurantaan. Trendiseurannan avulla voidaan koostaa tietoa esimerkiksi huonelämpötiloista tai läsnäolopainikkeen käytöstä. Näiden tietojen avulla voidaan jatkossa tehdä aikaohjelmiin tai lämpötilan asetusarvoihin käyttäjän viihtyvyyden ja energiatehokkuuden parantamiseksi.

Input:

Taulukko 2. PID-Säätimen sisääntulot

Nimi	Tyyppi	Kuvaus
xEn	BOOL	Säätimen käyntilupa
rPv	REAL	Lämpötilan mittaus
rSetp	REAL	Asetusarvon poikkeutus
xManualMode	BOOL	jos TOSI ManualValue säätöalueen muutos käytössä.
rManualValue	REAL	Säätimen toiminta-alue prosentteina
xHold	BOOL	iAnalog ulostulon arvon hetkellinen jäädytys
rHighLimit	REAL	iAnalog ulostulon yläraja
rLowLimit	REAL	iAnalog ulostulon alaraja
rDeadband	REAL	Säätimen kuollut alue
xAutoTune	BOOL	Säätimen P,I,D arvojen automaattinen säätö
rAutoTuneValue	REAL	Automaattisen säädön arvo
rKp	REAL	Proportional gain (säätimen vahvistus) (-300.0 to 300.0 Default: 4.0)
uiTi	UINT	Integral time (integrointiaika) (0 to 6000 *0.1 s Default: 0)
uiTd	UINT	Derivate time (derivointiaika) (0 to 6000 *0.1 s Default: 0)
xReset	BOOL	Säätimen hälytystilan resetointi

Output:

Taulukko 3. PID-Säätimen ulostulot

Name	Type	Description
rAnalog	REAL	Analoginen ulostulo (reaaliluku)
iAnalog	INT	Analoginen ulostulo 0-100%
rError	REAL	Häiriökoodin ulostulo
uiAlarmID	UINT	Hälytyskoodi
uiAlertID	UINT	Varoituskoodi

4.3 Ohjelman testaus

Ohjelman testausvaiheessa Modicon M171 säätimelle rakennettiin testausympäristö. (kuva 12.) Testausympäristö matki kenttäolosuhteissa olevaa laitteistoa lähes kaikilta osin ja koostui monista eri komponenteista, joita laitteistossa olisi normaalisti. Testausympäristön rakentaminen alkoi jännitelähteen määrittämisellä. Huonesäädintä oli mahdollista käyttää sekä vaihto, että tasajännitteellä, joten käytimme laitteistossa valmiiksi koteloitua 24V tasavirtalähdettä. Sisällytimme testauslaitteistoon myös STR106 huonesäätimen ja jäähdytyksen venttiilitoimilaitteen.

Testauksen tarkoituksena oli löytää kaikki mahdolliset virheet ohjelmoinnista, jotka vaikuttaisivat laitteiston toimintaan tulevaisuudessa. Sen tarkoituksena oli myös testata Modicon M171 säätimen käyttökelpoisuutta kenttäolosuhteissa.

Testausympäristössä valvottiin laitteiston toimintaa valvomalla säätimen ulostuloja mittaamalla niiden jännitteitä yleismittarilla. Teimme listauksen kaikista mahdollisista tilanteista, joihin laitteisto voi joutua käytössä. Ensimmäiseksi testasimme STR106 huonesäätimen toiminnot testaamalla nopeudenvallinnan jokaisen pisteen ja varmistamalla, että ohjelma ja säätimen ulostulot tottelevat tehtyjä muutoksia. Testasimme myös, kuinka potentiometrin asentomuutos vaikuttaa laitteiston lämpötilan asetusarvoon ja totteleeko ohjelma käyttäjän tekemää muutosta.

Testausvaiheessa tuli myös testata laitteiston toiminta poikkeustilanteissa, kuten sähkökatkon jälkeen. Havaitimme, että säätimen ohjelma ei jatkanut normaalia ohjelmasykliä sähkökatkon jälkeen, vaan laitteiston ohjelma pysähtyi. Tämän vuoksi lisättiin säätimen pääohjelman rinnalle pienempi ohjelma, joka käynnistää ja resetoi pääohjelman uudelleen tietyin väliajoin ja näin ollen varmistaa ohjelman toimivuuden myös poikkeustilanteessa.

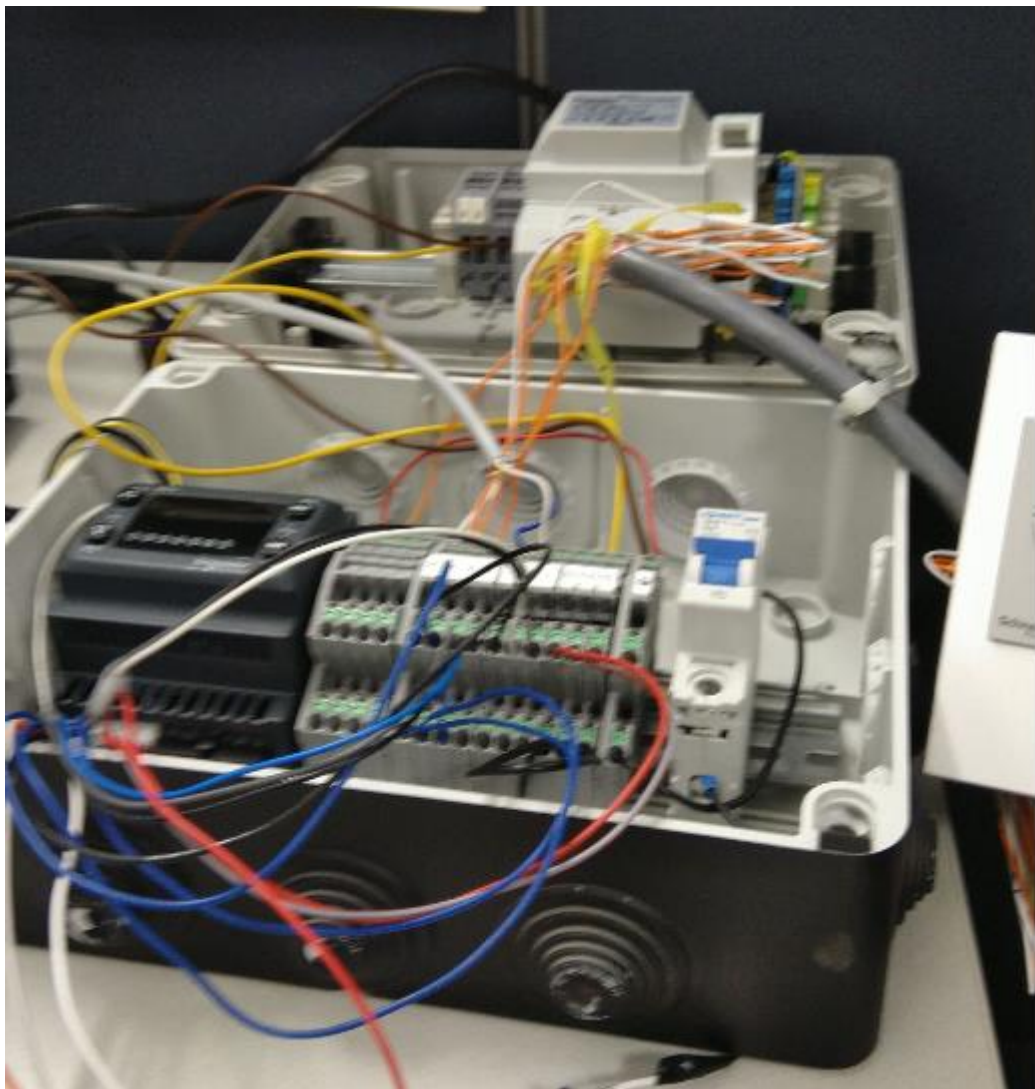
Ohjelman testausvaiheen jälkeen havaittiin ongelma käytettäessä tasajänniteviestillä toimivaa venttiilitoimilaitetta. Referenssipisteen jännitetasoeron johdosta, käyttämällä logiikasta saatavaa G0 referenssipistettä ja tasajännite ulostuloja venttiilitoimilaitteen ohjaukseen, sen ohjausviesti muuttui radikaalisti. Venttiilitoimilaite toimi 2-10VDC ohjausviestillä ja 24VAC käyttöjännitteellä.

Kun huomasimme venttiilitoimilaitteen avautumisen takkuilevan 100% asetusarvolla tarkastimme laitteistosta saadun jänniteviestin, jonka tulisi olla 10V laitteiston toimiessa oikein.

Venttiilitoimilaitteessa käytetään samaa G0 referenssipistettä, sekä ohjaus, että käyttöjännitteelle, joka aiheutti sen, että logiikkapiiristä saatu ohjausjännite vaihteli 0,5V ja -13V välillä referenssipisteen ollessa tasajännitteelle väärä. Ongelmaa ei kuitenkaan ollut aikaisemmassa vaiheessa, kun laitteiston ohjelmointi oli kesken. Ainoana erona esitestausvaiheeseen oli ohjelmoitavan logiikkapiirin jännitelähteen vaihtaminen tasajännitteisestä vaihtojännitteiseksi. Laitteistoa testattiin jälleen käyttämällä logiikkapiirille 24VDC tasajännitteistä syöttöä ja muille toimilaitteille 24VAC vaihtojännitettä.

Ongelman kenttäolosuhteissa ratkaisi jokaiseen säädinkoteloon asennettava Produal JY jännitteenmuunnin, joka mahdollisti 24VDC jännitteen saamisen jokaiselle logiikalle suoraan laitekotelosta, eikä erillistä 24VDC Väylävirtajohtoa ja erillistä muuntajaratkaisua tarvinnut toteuttaa.

Ohjelman testauslaitteessa havaittiin pieniä ongelmia Modicon M171 säätimen ja PC:n välisen tiedonsiirron kanssa. Kun säätimen ohjelma saatiin valmiiksi, se oli tarkoitus siirtää säätimeen käyttäen USB:llä toimivaa RS-485 väylämuunninta. Väylämuuntimen käytössä havaittiin kuitenkin useita tiedonsiirtovirheitä ja ohjelman lataaminen keskeytyi useasti, ennenkuin säätimeen saatiin sisälle ehjõ ja toimiva ohjelma. Tätä ongelmaa ei ollut aikaisemmin, vaan se ilmaantui kaikkien ohjelman toiminnallisuuksien yhteenkasaamisen jälkeen yhdeksi suureksi ohjelmakokonaisuudeksi. Saimme lopulta ladattua ohjelman kaikkiin rakennukseen tullessiin säätimiin, mutta lataukseen kului ylimääräistä aikaa useiden uudelleenyrityksien takia.



Kuva 12. Testauslaitteisto

5 LAITTEEN VALMISTUS

5.1 Kytkentäkotelon suunnittelu

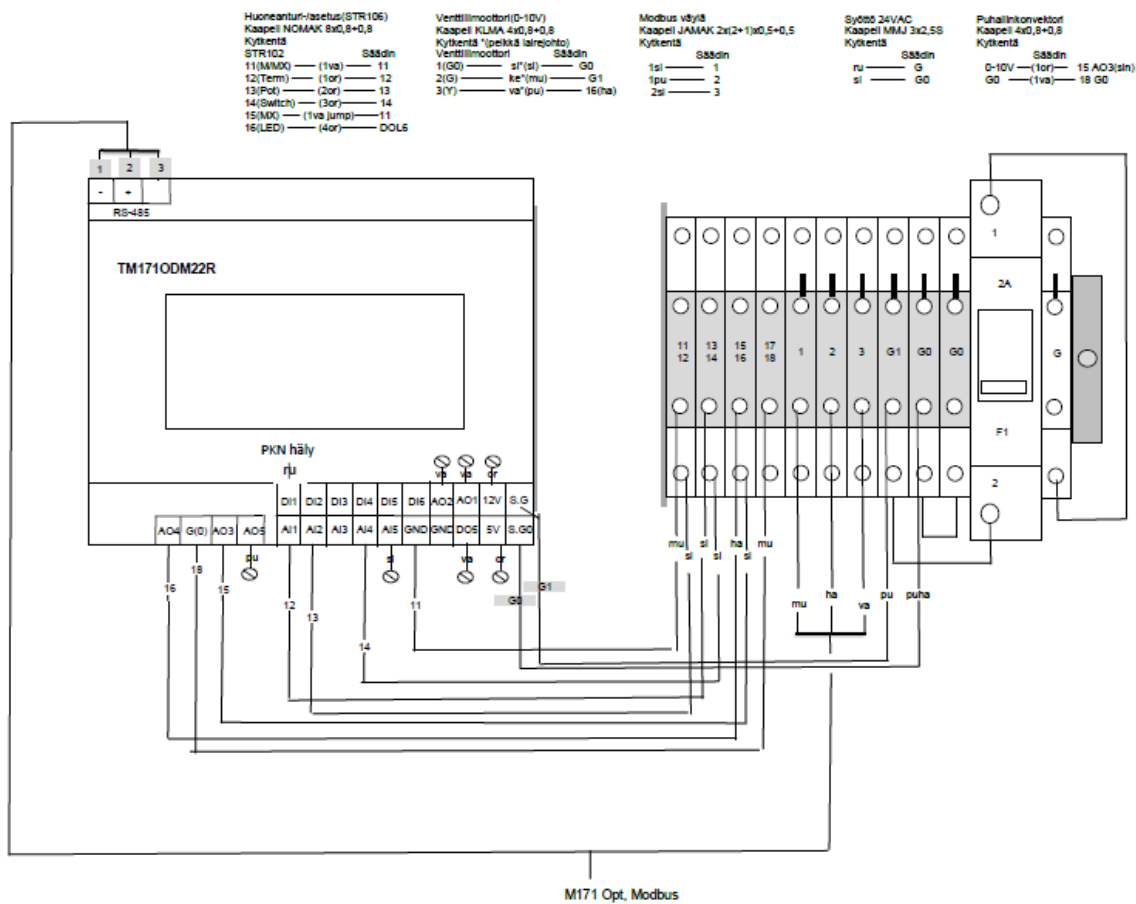
Koska huonesäätimiä tuli kiinteistöön yli kaksikymmentä kappaletta, päätettiin laitteistolle suunnitella kytkentäkotelo. Kytkentäkotelon tarkoituksena oli helpottaa laitteiston kytkemistä työvaiheessa, sekä suojata säädintä pölyltä, sekä muilta ulkoisilta uhilta. Laitteessa itsessään ei ollut liittämiä kytkentää varten, vaan laitteen mukana toimitettiin pelkästään tarvittavat johtosarjat laitteiston kytkemistä varten. Tämän takia laitekoteloon oli mahdutettava tarvittava määrä riviliittämiä jokaista kytkentää varten. Käytimme työssä Schneider-electricin ohuita kaksirivisiä riviliittämiä, jotka mahdollisivat pienemmän kotelon käyttämisen. Sisälle asennettavien laitekoteloiden tulee olla suojausluokitukseltaan vähintään IP20. Sen tulee myös suojata laitteiston sähköisiä osia kosketukselta.

Suojataksemme laitteistoa sähköverkon ongelmatilanteita lisäsimme koteloon 250VAC C2A johdonsuojakatkaisijan, turvaamaan säätimen, sekä toimilaitteiden sähkönsyöttöä. Päädyimme käyttämään juuri kyseistä johdonsuojakatkaisijaa, jotta voisimme olla varmoja johdonsuojakatkaisijoiden selektiivisyydestä. Kun laitteistolle virtaa syöttävä 24VAC muuntaja on suojattu toisiopuolelta 250VAC C10A johdonsuojakatkaisijalla, tulee sähköverkossa seuraavilla laitteilla olla suhteessa pienempi johdonsuojakatkaisija, että huonesäätimellä olevassa poikkeustilanteessa vain yhden huonesäätimen johdonsuojakatkaisija laukea pois päältä, eikä poikkeustilanne vaikuta koko laitteiston toimintaan. Johdonsuojakatkaisija toimisi myös sähkön erottimena huoltotilanteissa, jos laitteisto tulisi saada niiden aikana sähköttömäksi.

Päädyimme käyttämään Schneider-Electricin 40x30x12 laitekotelo, jonka pohjaan pystyi kiinnittämään DIN-laitekiskon. DIN-kisko mahdollisti sekä huonesäätimen, että kytkentään tarvittavien riviliittimien helpon ja nopean kiinnityksen laitekoteloon. (kuva 13.)

Riviliittimien lukumäärä pyrittiin mitoittamaan siten, että jokaiselle laitteeseen kytkettävälle johtimelle olisi oma numeroitu liitin. Näin ollen huonojen kytkentöjen määrä vähentyisi ja laitteiden asennus helpottuisi. Halusimme kuitenkin jättää laitekoteloon myös varaa laajennuksille, kuten jännitteensäätimelle tai ulkoiselle releelle. Tämä laajennusvara osoittautui erittäin käytännölliseksi, kun jouduimme lisäämään jokaiselle säätimelle Produal JY jännitteenmuuntimen laitetestauksessa havaittujen ongelmien takia.

Huonesäätimen kytkentää varten tuli koostaa kytkentäkuvat kenttähenkilöstöä varten. Valmistaja tarjosi meille valmiin excelpiirroksen laitteesta. Jouduimme kuitenkin lisäämään piirroksen riviliittimet sekä johdonsuojakatkaisimet. Tämän jälkeen tuli numeroida riviliittimien pisteet ja yhdistää ne kytkentäviivoin säätimen kytkentäpisteisiin. Koostimme kytkennöistä myös listan, jossa esitettiin säätimen kytkentäpiste, sekä sitä vastaava riviliitin. Lisäsimme listaan myös säätimen johtosarjasta tulevan johdon värin helpottamaan huoltohenkilöstöä ongelmatilanteissa.



Kuva 13. Kytentäkotelo

5.2 Kaapelointi

Kyt Kentäkotelon kokoonpanon valmistuttua oli suunniteltava laitteen kenttäkaapelointi. (kuva 14.) Venttiilitoimilaitteen vaatiessa kolme eri johdinta toimiakseen valitsimme sen kenttäkaapeloinniksi KLMA 4x0.5+0.5 kaapelin. KLMA on automaatio-sovelluksissa yleisesti käytetty kaapeli sen edullisen hankintahinnan vuoksi. Sitä ei kuitenkaan voi käyttää vaativimpiin sovelluksiin, kuten väyläkaapelointiin. Vaikka KLMA-johdin on kierretty, se ei tarjoa lähes lainkaan häiriösuojausta kaapelissa kulkevalle virralle tai signaalille. Huoneanturin vaatiessa viisi eri johdinta kaikkien toimintojen ylläpitämiseksi päädyin käyttämään sen kaapeloinnissa NOMAK 4x2x0.5+0.5 Punottua parikaapelia. Kaapelista jäi yli kolme johdinta tulevaisuuden sovelluksia, kuten hiilidioksidi- ja kosteusmittausta varten.

Puhallinkonvektorien tarkempien tietojen ollessa pimennossa miltei projektin loppusuoralle asti, päätimme varautua tulevaan kaapeloinnin suhteen. Valitsimme puhallinkonvektorin kaapeloinniksi saman NOMAK 4x2x0.5+0.5 kaapelin, kuin huoneanturille. Kaapelista tuli käyttöön kuitenkin vain kaksi johdinta 0-10V viestiä varten. Muut johtimet johtimet päätettiin päätellä säätimessä, sekä puhallinkonvektorin kytkentäkotelossa. Näin johtimet ovat mahdollista ottaa käyttöön jos laitteistoon on syytä tehdä muutoksia. Näitä muutoksia voivat olla esimerkiksi digitaaliohjauksen mahdollistaminen tai puhallinkonvektorin tila- ja hälytystiedon siirtäminen automaatiopalvelimelle.

Säätimien laitevalmistajan Modiconin vähimmäisvaatimuksena laitteiden väliselle väyläkaapeloinnille oli suojattu, halogeeniton ja punottu parikaapeli, jossa on häiriönpoistoa varten lisätty TE-häiriönpoistojohdin. Valitsimme väyläkaapeliksi JAMAK 2x(2+1)x0.5+0.5 parikaapelin. Kaapelia käytetään yleisesti väylälaittekaapelina sen hyvän häiriösuojauksen vuoksi. Kaapeli on hyväksytty myös käytettäväksi taajuusmuuttajien heikkovirtakaapelina.

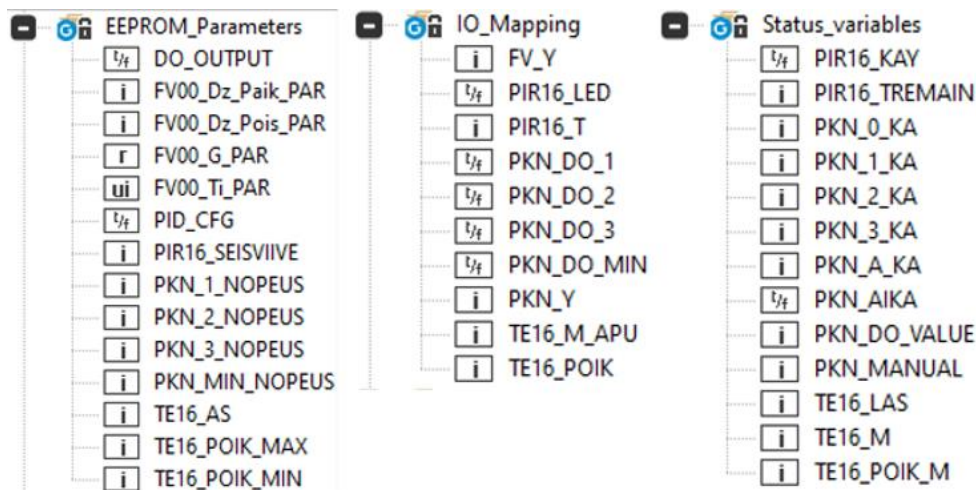


Kuva 14. Kaapelit NOMAK (vas), JAMAK (kesk), KLMA (oik.)

5.3 Säätimien liittäminen automaatiopalvelimeen

Modicon M171 huonesäätimeltä saatavat väylätiedot pystytään lukemaan rakennuksessa olevan automaatiotietokoneen toimesta. Jotta väylällä olevia arvoja pystytään lukemaan, pitää tiedot yksilöidä Modbus rekisterinumerolla. I/O pisteistä saataville tiedoille m171 säätimessä oli määritetty valmiiksi rekisterinumerot. Ohjelman sisäisille parametreille, kuten huonelämpötilan asetusarvolle ohjelma määrittää rekisterinumeron, kun ohjelmaan luodaan uusi muuttuja. (kuva 15.) Parametrit, jotka määräytyvät modbus-verkon isäntälaitteen toimesta ovat nimeltään EEPROM parametrejä. (kuva 16.) Nämä parametrit ovat read/write muotoisia, eli isäntälaitteena oleva automaatiopalvelin lukee säätimellä olevan parametrin ja antaa säätimelle uuden parametrin arvon, jos se on muuttunut.

Säätimen fyysisen puolen ohjelmoitavat parametrit ovat listattu I/O Mapping listan alle. Laitteen fyysisten pisteiden määrittely tapahtuu aiemmin mainitulla SoMachinen Configurarion välilehdellä, jossa laitteen fyysiset ulostulot ovat listattuina. Fyysisen ulostulon piste tulee nimetä, jotta siitä saa luotua ohjelmoitavan pisteen.



Kuva 15. Ohjelman muuttujat

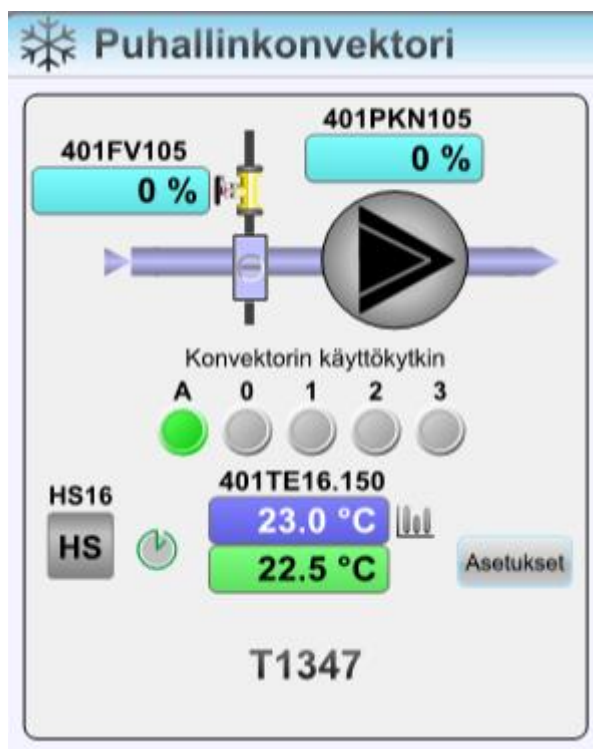
Address	Name	Value	Um	Default	Min	Max	Description
16384	TE16_AS	200		200			Huonelämpötila asetus
16385	TE16_POIK_MAX	30		30			Huonesäätimen lämpötilapoiikkeuksien maksimiarvo
16386	TE16_POIK_MIN	10		10			Huonesäätimen lämpötilapoiikkeuksien minimiarvo
16387	PIR16_SEISVIIVE	60		60			Läsnäolon käyttökäynnin aika
16388	FV00_Dz_Pois_PAR	50		50			Lämpötila-alueen läsnäoloa
16389	FV00_Dz_Paik_PAR	5		5			Lämpötila-alueen läsnäoloa
16390	PKN_MIN_NOPEUS	300		300			Puhallinkonvektorin nopeus MN asennolla
16391	PKN_1_NOPEUS	333		333			Puhallinkonvektorin nopeus (1) asennolla
16392	PKN_2_NOPEUS	667		667			Puhallinkonvektorin nopeus (2) asennolla
16393	PKN_3_NOPEUS	1000		1000			Puhallinkonvektorin nopeus (3) asennolla
16394	FV00_G_PAR	10		10			PID säätimen Kp parametri
16396	FV00_Ti_PAR	1200		1200			PID säätimen Ti parametri
16397	DO_OUTPUT	False		False			Digitaalilinjien päälle/pois
16398	PID_CFG	False		False			Lämmitys/jäähdytys valinta (lämmitys=TRUE)

Kuva 16. Modbusrekisteri

5.4 Grafiikkakuvien luonti

Laitteiston käytön helpottamista varten automaatiopalvelimelle luotiin grafiikkakuvapohja säätimen käyttöä ja sen asetusten muokkaamista varten. Tämä mahdollistaa huoltohenkilöstölle helpon tavan tarkkailla laitteiston toimintaa, sekä tarpeellisten muutosten tekemisen esimerkiksi laitteiston asetusarvoihin. Grafiikkakuvien luontiin käytettiin Schneider-Electricin TGLM graphic editor ohjelmaa. Ohjelmassa oli mahdollista hyödyntää valmiita grafiikkakomponentteja, joiden avulla kuvia ei tarvinnut piirtää, vaan ainoastaan koostaa tarpeellisista komponenteista toimiva kokonaisuus.

Päätimme tehdä säätimelle kaksi eri kuvaa. Ensimmäisessä kuvassa esitettiin puhallinkonvektorin, venttiilitoimilaitteen, sekä huoneanturin toiminnot ja mittaukset. (kuva 17.) Kuvassa on esitettyä sekä huonelämpötilamittaus vihreällä pohjalla, sekä huonelämpötilan asetusarvo violetilla pohjalla. Asetusarvokomponentin vieressä on painike, joka linkittyy huonelämpötilamittauksen, sekä huonelämpötilan asetusarvon trendiseurantaan. Kuvasta käy myös ilmi toimilaitteiden tunnuksat, sekä puhallinkonvektorin vaikutusalue tai tilan huonetunnus. Säätimen grafiikkakuvassa on myös komponentti aikaohjelmalle. Käyttäjä voi muokata ja tarkistaa aikaohjelman painamalla vihreää kellokuvaketta. Sama kuvake toimii myös aikaohjelman tilaindikaattorina. Kun aikaohjelma on aktivoituneena kellokuvake muuttuu kirkkaan vihreäksi. Kellokuvakkeen vieressä oleva HS16 komponentti muuttuu myös vihreäksi aikaohjelman ollessa aktiivinen, tai jos tilan käyttäjä on painanut tilassa olevaa läsnäolopainiketta. Kuvan yläosassa olevat vaaleansiniset komponentit indikoivat puhallinkonvektorin ja jäähdytysventtiilin ohjausviestiä 0-100% alueella.



Kuva 17. Puhallinkonvektorin grafiikka

Laitteiston kaikki muokattavat parametrit kasattiin huonesäätimen asetussivulle. (kuva 18.) Asetussivulle luotiin oma ASETUKSET linkkipainike huonesäädin grafiikkaan, joka avaa automaattisesti asetussivun. Asetussivulla on mahdollista muokata huonelämpötilan asetusarvoa, sekä muita huonesäätimen parametrejä kuten kuollutta aluetta ja läsnäolopainikkeen antamaa lisäaikaa. Sivulla on mahdollista myös muuttaa PID säätimen vahvistusta, sekä integroitaikaa. Toiselle asetussivulle lisäsimme puhallinkonvektoriin liittyvät parametrit, kuten nopeudenvälintakytkimen asetusarvot, sekä mahdollisuuden käyttäjälle aktivoida säätimessä olevat nopeudenvälinnan DO-lähdöt puhallinkonvektorin digitaalista ohjausta varten.

Huonesäätimien asetukset 1

401PKN105

MITTAUS 401TE16.150 22.5 °C

ASETUS 23.0 °C

POIKKEUTUS 0.0 °C

POIKKEUTUS MAKSIMI 3.0 °C

POIKKEUTUS MINIMI -3.0 °C

LASKETTU ASETUS 23.0 °C

YLÄRAJA 30.0 °C

ALARAJA 15.0 °C

LÄSNÄOLOTUNNISTIN VIIVE 6 min

SÄÄDIN

VAHVISTUS 0.0

INTEGROINTIAIKA 120 s

PAIKALLA 0.5 °C

KUOLLUT ALUE POISSA 5.0 °C

Puhallinkonvektorin nopeusasettelut

Puhallinkonvektorin miniminopeus 30 %

Puhallinkonvektorin (1) nopeus 33 %

Puhallinkonvektorin (2) nopeus 67 %

Puhallinkonvektorin (3) nopeus 100 %

Digitaalitulo Painikkeet piilotettu

Kääntö jäähdytys/lämmitys

Kuva 18. Puhallinkonvektorin ASETUKSET-sivu

6 LAITTEISTON TESTAUS

Laitteiston testaus toteutettiin muun RAU-järjestelmän tavoin kenttätestausmenetelmää käyttäen. Yrityksen ohjesäännön mukaan jokainen fyysinen piste, toimilaite ja anturi on testattava ja niiden toiminnan on oltava moitteetonta ennen järjestelmän asiakkaalle luovuttamista.

Järjestelmän testausta varten oli odotettava muun automaatiojärjestelmän valmistumista siihen pisteeseen, että Modbusväylään liitettyjä Modicon M171 säätimiä pystyi valvomaan rakennusautomaatiojärjestelmän valvomosta käsin. Kohteessa ei ole tavanomaista valvomopäätettä, jonka avulla automaatiojärjestelmää voitaisiin tarkkailla. Sen sijaan rakennuksen automaatiojärjestelmä liitetään Schneider-Electricin kehittämään ja ylläpitämään eValvomo rakennusautomaatiopalvelimeen. Emme kuitenkaan halunneet liittää puolivalmista automaatiojärjestelmää eValvomoon vaan päätimme suorittaa laitetestauksen kytketymsällä rakennusautomaatiojärjestelmään paikallisesti rakennusautomaatiopalvelimen ethernet-portin kautta. Ethernet portti mahdollisti sen, että testauksen pystyi suorittamaan yksin luomalla automaatiopalvelimen ja tietokoneen välille langattoman lähiverkkoyhteyden. Tätä varten automaatiopalvelimeen oli kytkettävä langaton reititin ja yhdistettävä se kannettavaan tietokoneeseen tai älypuhelimeseen. Tämän jälkeen laitteistoa pystyi hallitsemaan langattomasti, joko internetselaimen kautta laitteen IP-osoitteella tai laitteiston määrittämiseen käytettävällä SmartStruxure Workstation sovelluksella.

Aloitimme laitteiston testaamisen tarkastamalla grafiikalta lämpötilamittauksen paikkaansapitävyyden. Tämän jälkeen siirryimme lämpötila-anturille. Testasimme lämpötila-anturin toiminnan muuttamalla anturissa olevaa huonelämpötilan poikkeuspainikkeen asentoa ensin mahdollisimman suureksi, jonka käänsimme sen mahdollisimman pieneksi. Tarkastimme jokaisen työvaiheen jälkeen automaatiopalvelimen grafiikasta muutoksen paikkaansapitävyyden ja teimme tarvittavia korjaustoimenpiteitä tarvittaessa. Lämpötilan asetusarvopoikkeutuksen tarkastuksen jälkeen testasimme puhallinkonvektorin nopeudenvälintapainikkeen toimivuuden käymällä läpi sen jokaisen asennon ja tarkastamalla grafiikasta tilamuutoksen paikkaansapitävyyden. Tarkastimme tässä työvaiheessa myös läsnäolopainikkeen toimivuuden painamalla sitä ja odottamalla, että näimme tilamuutoksen valvomossa ja varmistamalla, että huoneanturissa oleva LED syttyi palamaan.

Huoneanturin testaamisen jälkeen testasimme venttiilitoimilaitteen jänniteviestin irroittamalla venttiilitoimilaitteessa olevan liittimen ja mittaamalla huonesäätimeltä tulevan ohjausviestin G0 ja Y liittimen väliltä. Tämän jälkeen vertasimme mittaustulosta huonesäätimen antamaan viestiin. Toimimme samoin myös puhallinkonvektorin ohjauksen toimivuuden varmistamiseksi.

Dokumentoimme jokaisen testatun säätimen merkitsemällä ne rakennusautomaation testausluetteloon, joka luovutetaan asiakkaalle rakennusautomaation luovutuksen yhteydessä.

7 POHDINTA

Asetimme työn tavoitteeksi toimivan ja helposti laajennettavan puhallinkonvektorijärjestelmän luomisen, sekä tutkinnan Modicon M171 säätimen soveltuvuuteen puhallinkonvektoriohjauksen toteuttamisessa.

Saimme toteutettua helppokäyttöisen järjestelmän, joka parantaa kiinteistön viihtyvyyttä, sekä laskee tilojen jäähdytykseen käytettävää energiamäärää tarkan olosuhdemittauksen ja säädön avulla. Pääsimme siis tavoitteeseen, joka asetetaan kaikille rakennusautomaatiojärjestelmille, niiden luontivaiheessa.

Järjestelmän laajennus on osoittautunut suhteellisen helpoksi, vaikka se vaatiikin jonkin verran fyysistä työskentelyä kytkentöjen ja kaapeloinnin osalta. Uusi laite on erittäin helppoa lisätä automaatiojärjestelmään, sekä nopea testata ja ottaa käyttöön.

Modicon M171 säätimen soveltuvuus puhallinkonvektoriohjaukseen oli kuitenkin ratkaiseva osa projektin jatkon kannalta. Havaitimme suuria ongelmia säätimien latausvaiheessa tietokoneen ja säätimen välisen tiedonsiirron kanssa. Tiedonsiirtovaiheessa tuli eteen useita tiedonsiirtovirheitä, sekä ohjelman lataaminen laitteeseen oli erittäin hidasta. Tähän ongelmaan ei kiinnitetty huomiota, ennen ohjelmointiosuuden päätöstä, mutta heti kun ohjelman koko suureni, alkoivat tiedonsiirrolliset haasteet.

Havaitimme ongelmia myös laitteen laadussa ja toimivuudessa. Jouduimme korvaamaan osan säätimistä uusilla, koska havaitimme ongelmia niiden tietoliikenneportissa.

Laitteiston asiakkaalle luovutuksen jälkeen päätimme keskittyä etsimään uutta laitteistoa huonejäähdytykselle, jossa olisi enemmän ohjelmallista kapasiteettia ja vähemmän laiteongelmia. Technopoliksen RV8 jäi toistaiseksi viimeiseksi projektiksi, jossa Modicon M171 säädintä käytettiin puhallinkonvektoriohjauksen toteuttamiseen. Päätimme kuitenkin toteuttaa Microkatu 1 (T-osan) kiinteistöön tulevat laitelisäykset käyttämällä kyseistä säädintä siihen asti, kun Schneider-Electric tarjoaa laitteelle tuotetukea.

8 LÄHTEET

Beckhoff. (ei pvm). Haettu 2019. 11. 27 osoitteesta

https://infosys.beckhoff.com/english.php?content=../content/1033/tcplccontrol/html/TcPlcCtrl_Languages%20IL.htm

Modicon. (1996). *Modicon modbus protocol refernce guide*. Massachusetts: Modicon, Inc.

Novapolis. (ei pvm). *Novapolis*. (KPY Novapolis) Haettu 16. 5. 2020 osoitteesta Novapolis:

<https://www.novapolis.fi/toimitilat/>

Ohtonen, O. (2007). *LÄMPÖTILAN PID-SÄÄTÖ REAALIAIKAJÄRJESTELMÄSSÄ*. Haettu 15. 5. 2020 osoitteesta

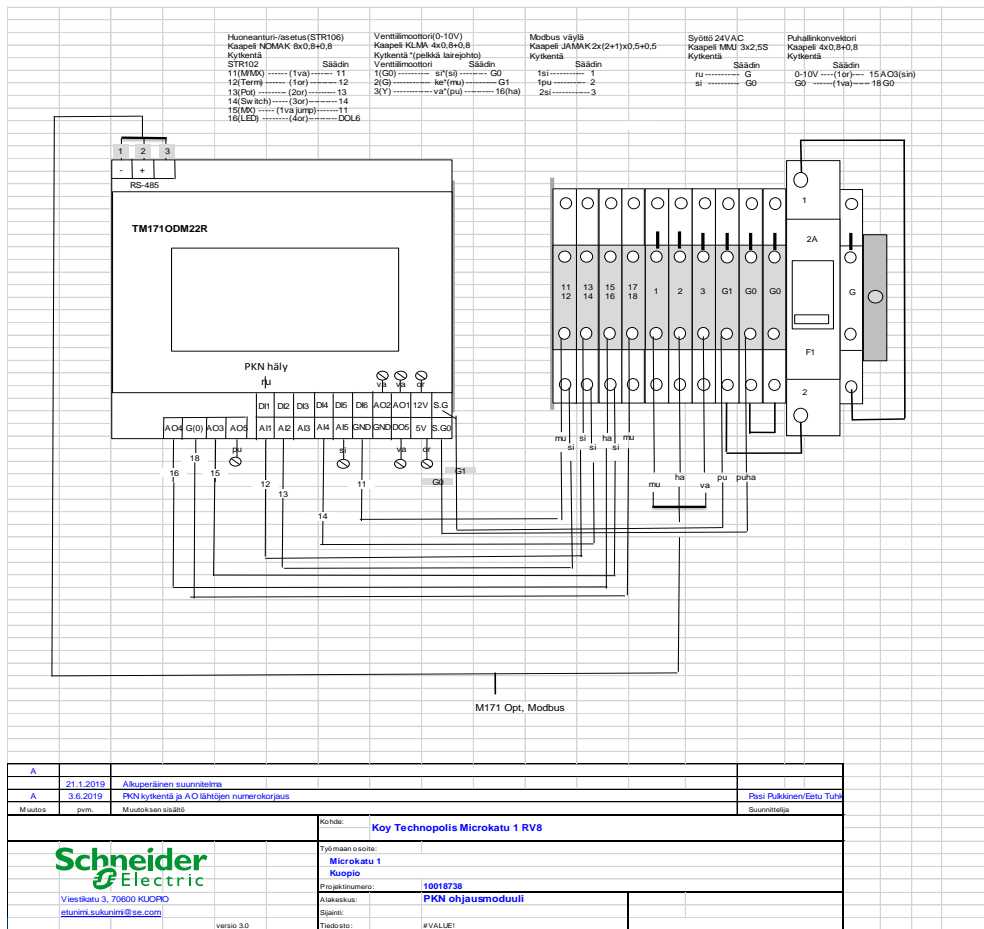
Theseus: <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/13008/TTI9SOLliO.pdf?sequence=1>

Schnider-Electric. (ei pvm). Haettu 27. 11. 2019 osoitteesta <https://www.se.com/ww/en/product/download-pdf/TM171ODM22R>

Sähkötieto Ry. (2017). *ST-Käsikirja 21*. Sähkötieto Ry.

Kuvat otettu ja muokattu: [Creative Commons Attribution 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). (16.5.2020)

9 LIITTEET



A	21.1.2019	Aikaperäisen suunnitelman		
A	3.0.2019	PKN-huoneiden ja AO-laitteiden numerointisuus		Pasi Pukkinen/Datu Tuuri
Muutos	ovm.	Muutokset 252805		Suunnittelija
		Kohde:	Koy Technopolis Microkatu 1 RV8	
		Työmaan osoite:	Microkatu 1	
		Projektitunnus:	10018738	
		Aluekeskus:	PKN ohjausmoduuli	
		Siirre:		
		Tekijä:	#VALLE!	

Liite 1. PKN_Layout