



# Pienoislogiikan käyttö osana rakennusautomaatiojärjestel- mää

Juho Kattainen

OPINNÄYTETYÖ  
Toukokuu 2023

Talotekniikan tutkinto-ohjelma  
Sähköinen talotekniikka

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Talotekniikan tutkinto-ohjelma  
Sähköinen talotekniikka

KATTAINEN, JUHO:

Pienoislogiikan käyttö osana rakennusautomaatiojärjestelmää

Opinnäytetyö 31 sivua, joista liitteitä 2 sivua

Toukokuu 2023

---

Opinnäytetyön tavoitteena oli integroida Siemens Logo! 8 -pienosislogiikka Siemens Desigo CC -valvomoon Modbus TCP/IP -väyläprotokollalla. Lisäksi integraatiosta luotiin mallitiedosto, jolla voidaan tuoda Modbus TCP/IP -protokollaa käyttäviä laitteita Desigo CC valvomoon. DDC-Tekniikka Oy toimi opinnäytetyön toimeksiantajana. Yritys voi jatkossa hyödyntää mallitiedostoa projekteissa, joissa Desigo CC -valvomoon liitetään Modbus TCP/IP -protokollan laitteita.

Logo! 8 -pienosislogiikkaan päädyttiin ohjelmoimaan säätöpiiri, jolla ohjataan lattialämmityksen paluuviesitermostaatin toimintaa. Tästä rakennettiin yrityksen tiloihin testausympäristö, josta saatiin reaaliaikaiset mittaus-, ohjaus-, hälytys- ja säätöpisteet liitettäväksi Desigo CC -valvomoon konkreettisen lopputuloksen saavuttamiseksi.

Työn lopputuloksena todennettiin mahdollisuus hyödyntää Logo! 8 -pienosislogiikkaa toimeksiantajan tuotekehityksessä ja osana Desigo CC -automaatiojärjestelmää. Lisäksi luotiin mallitiedosto, jota voidaan hyödyntää Modbus TCP/IP -väylää käyttävien laitteiden liittämässä Desigo CC -valvomoon.

Logo! 8 -logiikkamoduulissa on hyvä pohja graafiselle käyttöliittymälle sen sisältämän näytön ja verkkoliittymän ansiosta. Näitä hyödyntämällä voitaisiin toteuttaa jatkossa automaatio-sovelluksista kokonaisuus, jota loppukäyttäjän on helppo kontrolloida.

---

Asiasanat: hajautettu automaatio, Logo!, Modbus TCP/IP, Siemens,

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Building Services Engineering  
Electrical Systems

KATTAINEN, JUHO:  
Use of Small Logic as Part of the Building Automation System

Bachelor's thesis 31 pages, appendices 2 pages  
May 2023

---

The aim for this thesis was to integrate a Siemens Logo! 8 logic module in a Siemens Desigo CC building management system. Building automation contractor DDC-Tekniikka Oy commissioned the thesis. In addition, the aim was to create a Modbus template that the company can use to import Modbus devices in Siemens Desigo CC.

The theoretical section explores the Modbus TCP/IP protocol and Siemens automation systems. Information for the theory section was collected from literature sources, standards, instructions, and websites. Data for this study were collected by a test environment that was created from Logo! modules. Measurements, controls, and alarm the test environment were linked with the Desigo CC management system using a Modbus TCP interface that runs over Ethernet.

As a result of this study, integration of the Logo! logic module to the Desigo CC management system via Modbus TCP/IP -protocol was successful. All implemented points and alarms were real time configurable from the management system. The Modbus template was complete and adopted by the company for their future projects.

---

Key words: automation, Logo!, Modbus TCP/IP, Siemens

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	5
2	NYKYAIKAINEN RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ.....	7
	2.1 Automaatiojärjestelmän rakenne.....	7
	2.2 Ohjelmitava logiikka .....	8
	2.3 Hajautettu ohjausjärjestelmä.....	9
3	MODBUS TIEDONSIIRTOPROTOKOLLA .....	11
	3.1 Modbus TCP/IP -protokolla .....	11
	3.1.1 Modbus TCP/IP -kehys.....	12
	3.1.2 Funktiokoodit ja rekisterit.....	13
4	SIEMENS DESIGO -KIINTEISTÖHALLINTAJÄRJESTELMÄ .....	14
	4.1 Desigo rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne .....	14
	4.2 Desigo PXC -prosessorimoduulit .....	15
	4.3 Ohjelmointityökalu.....	15
	4.4 Desigo CC -valvomo .....	15
5	SIEMENS LOGO! -PIENOISLOGIIKKA.....	17
	5.1 Logiikkamoduuli .....	17
	5.2 Ohjelmointityökalu.....	17
	5.3 Tiedonsiirto .....	18
	5.4 Yleisiä käyttökohteita .....	18
	5.5 Logiikan tietoturvallisuus.....	19
6	KÄYTÄNNÖN SOVELLUKSEN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS.....	20
	6.1 Testausympäristö.....	20
	6.2 Ohjelmointi.....	21
	6.3 Ohjelmointityökalun Modbus pisteet.....	22
	6.4 Modbus pisteiden vienti valvomoon .....	23
	6.5 Modbus pisteet Desigo CC -valvomossa .....	24
	6.6 Mittausten hälytyspisteet Desigo CC -valvomossa.....	26
7	POHDINTA .....	27
	LÄHTEET.....	28
	LIITTEET .....	30
	Liite 1. Desigo CC -ohjelmiston esimerkki CSV-tekstitiedostopohja ...	30
	Liite 2. Desigo CC -valvomoon liitettävä CSV-mallitekstitiedosto.....	31

## 1 JOHDANTO

Suomessa myös automaatioalan urakoitsijoihin vaikuttaa maailmanlaajuinen elektroniikka komponenttien heikko saatavuus. Logiikka- ja I/O-moduulien toimitusajat ovat pitkittyneet päivistä useisiin viikkoihin. Pitkistä toimitusajoista johtuen työn toimeksiantaja DDC-Tekniikka Oy on alkanut tutkia vaihtoehtoisia rakennusautomaatiojärjestelmiin liitettäviä laitteita ja niiden käyttömahdollisuuksia yrityksen omassa tuotekehityksessä.

DDC-Tekniikalla on vuosikymmenien urakointi kokemus useista rakennusautomaatiojärjestelmistä ja vuonna 2022 yritys laajensi rakennusautomaatiourakointin tarjontaansa Siemensin rakennusautomaatiojärjestelmiin yhteistyömallin kautta. Siemens Desigo uutena automaatiojärjestelmänä yritykselle toikin esille kysymyksen siihen liitettävistä vaihtoehtoisista I/O-pisteistä. Tähän I/O-pisteiden vaihtoehtoisen liitettävyyden selvitykseen valikoitui Siemensin oma Logo! 8 -pienoislogiikka sen Modbus TCP/IP -väyläprotokollan sekä moduulien nopean saatavuuden johdosta.

Siemens Logo! 8 on pienoislogiikka, jota käytetään rakennus- ja teollisuusautomaatiossa. Pienoislogiikalla ohjataan pienempiä automaatiosovelluksia, kuten verho- ja kuljetinhihnaohjauksia.

Opinnäytetyön tavoitteena on integroida Siemens Logo! 8 -pienoislogiikka Modbus TCP/IP -väyläprotokollalla Siemens Desigo CC -valvomoon. Tästä integraatiosta koostetaan mallitiedosto, jota yritys voi jatkossa käyttää uusissa projekteissa, joissa on tarve tuoda Logo! 8 -pienoislogiikka tai kolmannen osapuolen Modbus TCP/IP -protokollaa käyttäviä laitteita Desigo CC -valvomoon.

Toimeksiantajan tarpeiden kartoittamisen jälkeen päädyttiin toteuttamaan Desigo automaatiojärjestelmään Logo! 8 -pienoislogiikalla toteutettu säätöpiiri, jolla ohjataan esimerkkinä lattialämmityspiirin paluuvestermostaattia. Tästä toteutuksesta saadaan mittaus-, ohjaus- ja säätöpisteet liitettäväksi Desigo CC -valvomoon. Nämä pisteet liitetään valvomoon erillisellä CSV-mallitekstitiedostolla, jota voidaan muokata käyttötarpeen mukaan Microsoft Excel työkaluohjelmistolla.

Opinnäytetyön yhteydessä tuotetusta CSV-mallitekstiedostosta koostetaan valmis esimerkkipohja, joka jää yrityksen omaan käyttöön. Tällä esimerkkipohjalla voidaan jatkossa tuoda Modbus TCP/IP -väyläprotokollaa käyttäviä laitteita valmistajasta riippumatta Desigo CC -valvomoon. Esimerkkipohjan avulla voi ohjelmoija määrittää valvomoon lisättävät pisteet ja hälytykset oman projektinsa tarpeiden mukaisesti.

Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja DDC-Tekniikka Oy on Pirkanmaalainen rakennusautomaatioalan yritys yli 30 vuoden ja 700 urakointikohteen kokemuksella. Perheyritys on alun perin perustettu Tampereella vuonna 1992, josta yritys on siirtynyt Pirkkalaan uuden toimipisteen valmistuttua vuonna 2020. Yritys palvelee koko Etelä-Suomen alueella työllistäen 14 henkilöä. (DDC-Tekniikka 2023.)

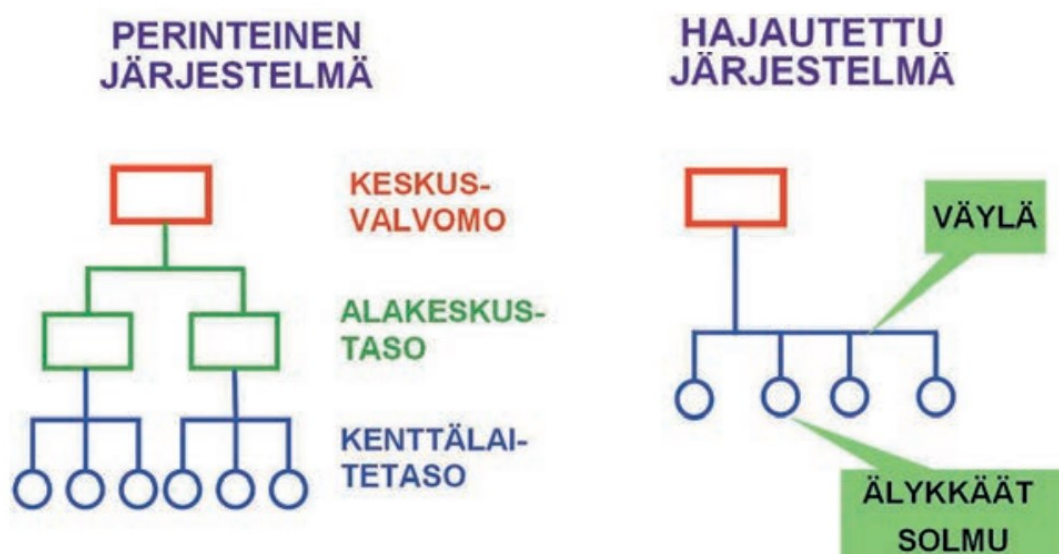
## 2 NYKYAIKAINEN RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ

Nykyaikaisessa rakennusautomaatiojärjestelmässä on yhä enemmän laitekoko-  
naisuuksia, joita ohjaavat niihin valmiiksi integroidut logiikat. Tätä mallia, jossa  
logiikoita tuodaan keskitetystä valvonta-alakeskuksesta lähemmäksi prosessia,  
kutsutaan automaation hajautukseksi. Tässä luvussa käsitellään hajautetun ra-  
kennusautomaation perusteita ja toimintaa.

### 2.1 Automaatiojärjestelmän rakenne

Jatkuvasti kehittyvät talotekniset järjestelmät ja niiden kasvavan datan määrä  
vaatii jatkuvasti enemmän liikennöintiänopeutta. Nykyaikaisilla lähiverkkokaape-  
leilla voidaan siirtää dataa verkossa suuria määriä, kuitenkin yleisesti raken-  
nusautomaatiojärjestelmässä yhtenä verkon kokoa rajoittavana tekijänä on siihen  
syötetty teho. Tästä johtuen järjestelmä on jaettava pienempiin osiin sen luotet-  
tavan toimivuuden kannalta. (Piikkilä & Sahlstén 2017, 15.)

Rakennusautomaatiojärjestelmät voidaan perinteisesti jakaa kahdenlaisiin ra-  
kenteisiin: keskitettyihin- ja hajautettuihin järjestelmiin (kuvio 1). Molemmissa jär-  
jestelmissä on kolme päätasoa: valvomo-, alakeskus- ja kenttälaitetasot.



Kuvio 1. Järjestelmien rakenteet (Piikkilä & Sahlstén 2017, 16)

Valvomotasolta hallinnoidaan koko järjestelmän toimintaa tietokoneelta paikallisesti tai etäpalveluna. Alakeskustasolla sijaitsee kenttälaitteita ohjaavat logiikat. Kenttälaitetasolla sijaitsee järjestelmän prosessit ja niitä ohjaavat toimilaitteet sekä mitta-anturit. Keskitetyssä järjestelmässä on logiikat sijoitettu valvonta-alakeskukseen, jossa ohjataan samanaikaisesti useampaa eri prosessia. Hajautetussa järjestelmässä eriytetään logiikoita valvonta-alakeskuksista lähemmäksi niillä ohjattavia prosesseja. (Härkönen, P. Liedes, R 2018, 60.)

Useasti nykyaikainen rakennusautomaatiojärjestelmä koostuu keskitetyn- ja hajautetun järjestelmän yhdistelmästä, jossa logiikoita tai I/O-moduuleja tuodaan alakeskuksesta lähemmäksi prosessia. Tätä kutsutaan hajautetuksi ohjausjärjestelmäksi tai I/O:n hajautukseksi. Paketti-ilmanvaihtokoneet ovat hyvä esimerkki hajautetusta I/O:sta, jossa laitteen toimintaa ohjaava yksikkö on sijoitettu suoraan koneeseen ja mahdollinen integrointi muihin ohjausjärjestelmiin on toteutettu digitaalisesti ns. kenttäväylän avulla.

## **2.2 Ohjelmoitava logiikka**

Hajautetussa järjestelmässä lähtökohtaisesti alakeskustasolla prosessista saatua dataa käsittelee pieni ohjelmoitava tietokone eli PLC (programmable logic controller). Ensimmäisen ohjelmoitavan logiikan Modiconin kehitti Richard Morley General Motorsille vuonna 1968 (Controleng 2017). Se kehitettiin korvaamaan teollisuudessa paljon käytettyjä analogisia kellokytkimiä ja releohjauksia.

Nykyaikaiset logiikat ovat pienikokoisia ja niissä on hyvä laskentakyky, joilla voidaan suorittaa kohtuu suuria prosesseja sekä erilaisia säätöjä. Tästä johtuen myös rakennusautomaatiossa käytetään tänä päivänä pienislogiikoita ohjaamassa prosesseja.

Logiikan rakenne koostuu tyypillisesti: virtalähteestä, logiikkamoduulista, muisti- ja kommunikaatiokortista sekä tulo- ja lähtömoduuleista. Logiikkamoduulissa on prosessori sekä laitteen muisti, johon ohjelmisto ladataan. Moduuliin on myös tyypillisesti integroitu valmiiksi tulo- ja lähtöportteja. Tulo- ja lähtömoduuleita voidaan lisätä logiikkamoduuliin käyttötarpeen mukaan.



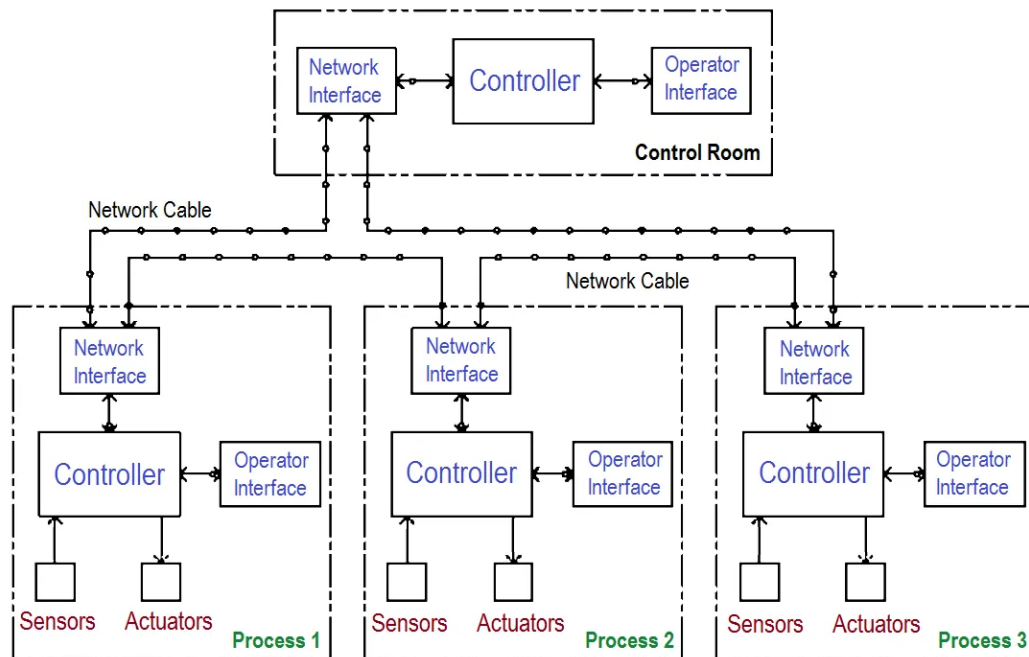
Logiikan ohjelmointiin käytetään tietokonetta ja siihen asennettavaa logiikan ohjelmointityökalua. Logiikoiden ohjelmointiin on viisi seuraavanlaista standardisoitua ohjelmointikieltä (SFS-EN 61131-3:2013, 9):

- tekstipohjainen Instruction List (IL)
- tekstipohjainen Structured Text (ST)
- graafinen Ladder Diagram (LD)
- graafinen Function Block Diagram (FDB)
- graafinen ja tekstipohjainen Sequential Function Chart (SFC)

Logiikan valmistaja määrittelee käytettävän ohjelmointikielen ja useasti ohjelmointityökalussa onkin valittavissa useampi kieli. Ensimmäisenä ohjelmointikielenä kehitetty tikapuulogiikka (LD) on yksi suosituimmista, kuitenkin käyttäjän mieltymyksistä riippuen kaikkia kieliä käytetään laajasti.

### **2.3 Hajautettu ohjausjärjestelmä**

Hajautetussa ohjausjärjestelmässä prosessien käyttövarmuus paranee huomattavasti, kun niitä ohjaava ohjelmisto ei ole yhden logiikan varassa vaan jaettuna käyttöpaikkojen mukaan. Tällaisessa järjestelmässä ei esimerkiksi ylemmän tason tai toisen logiikan vikaantuminen vaikuta muiden prosessien toimintaan. (TM 5-601 2006, 3–2). Järjestelmä on toteutettu kahdensuuntaisella tiedonsiirrolla, joten tarvittaessa ylemmältä hallintatasolta voidaan prosessin toimintaa valvoa tai ohjata (kuvio 2). Hajautetun järjestelmän etuna on kaapeloinnin väheneminen perinteiseen järjestelmään verrattuna, kun tiedonsiirto laitteiden välillä voidaan toteuttaa lähiverkkokaapelilla.



Kuvio 2. Hajautetun ohjausjärjestelmän periaatekaavio (TM 5-601 Supervisory Control and Data Acquisition 2006, 3–3)

Ohjausjärjestelmän hajauttamisella saavutetut hyödyt (TM 5-601 2006, 3–3):

- Moduulien lähtö- ja tuloporttien johdotuksen ovat lyhyitä ja näin ollen johdotukset ovat vähemmän alttiita niin fyysisille kuin elektromagneettisille häiriöille.
- Vika järjestelmän toisella alueella ei vaikuta toisen alueen toimintaan.
- Paikallinen ohjain toimii itsenäisesti, vaikka yhteys ylempään tasoon menettäisiin.

Ohjausjärjestelmän hajauttamisen uhkia ovat (TM 5-601 2006, 3–3):

- Paikallisen lähiverkon yhdistäminen internettiin altistaa ulkopuoliselle uhalle.
- Ohjaimien liittäminen toisiinsa pitkillä etäisyyksillä ja huono maadoitus voi aiheuttaa maasilmukan ja tätä kautta jännitteitä kaapelointiin.
- Jos ylemmällä tasolla on mahdollisuus antaa komentoja ohjaimille voi siihen ilmentynyt ohjelmistovika vaikuttaa koko järjestelmän toimintaan.

### 3 MODBUS TIEDONSIIRTOPROTOKOLLA

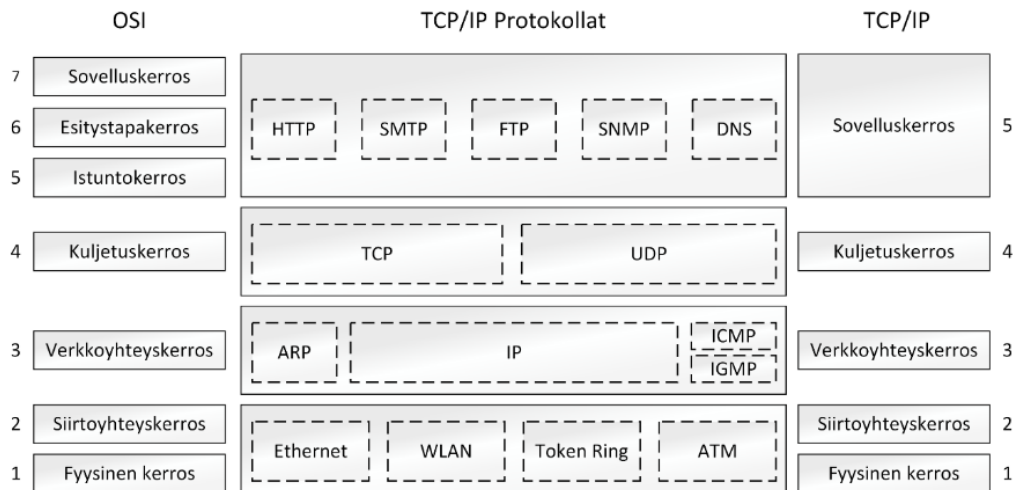
Modicon kehitti Modbus tiedonsiirtoprotokollan vuonna 1979, niiden teollisuudessa käytettävien logiikoidensa reaaliaikaiseen valvontaan sen aikaisilla tietokoneilla. Schneider Electric osti yhdessä AEG:n kanssa Modiconin vuonna 1994 ja perusti vuonna 2004 avoimen, käyttäjäpohjaisen ja voittoa tavoittelemattoman Modbus yhdistyksen. (Modbus Organization 2023.)

Avoimeen arkkitehtuuriin perustuvasta protokollasta onkin sen suosion myötä tullut alalla ”de facto” standardi, jonka kuka tahansa voi ladata ilman maksua yhdistyksen sivuilta ja käyttää siten itse valmistamissaan laitteissa. Tämän johdosta aikaisemmin teollisuudessa paljon käytetystä tiedonsiirtoprotokollasta onkin tullut hyvin suosittu myös rakennusautomaation puolella.

Modbus-protokollasta on olemassa kolme erilaista versiota: Modbus RTU (Remote Terminal Unit), Modbus ASCII (American Standard Code for Information Interchange) ja Modbus TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol). Näistä kaksi ensimmäistä RTU ja ASCII käyttävät fyysisen tason tiedonsiirrossa RS-485 liitäntää (kierrettyä parikaapelia). Kolmas TCP/IP käyttää tiedonsiirrossa Ethernet liitäntää verkkokaapelilla, joka mahdollistaa suuremman tiedonsiirtokyvyn kuin kierretty parikaapeli sekä helpomman liitännän. Nämä kolme versiota käyttävät datan sisäiseen käsittelyyn samaa protokollamallia ja suurimmat eroavaisuudet ovatkin fyysisissä liitynnöissä. Tässä luvussa syvennytään Modbus TCP/IP -siirtoprotokollan toimintaan.

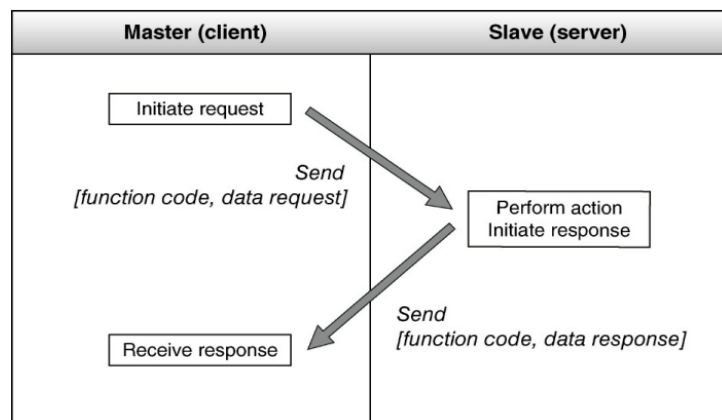
#### 3.1 Modbus TCP/IP -protokolla

Modbus TCP/IP on sovelluskerroksen viestintäprotokolla eli se käyttää tietoliikenteessä OSI-viitemallin seitsemää kerrosta (kuvio 3). Kuitenkin TCP/IP protokollan sovelluskerrokseen on sisällytetty OSI-viitemallin esitystapa- ja istuntokerros. TCP/IP protokolla on tarkoituksella kevennetty versio OSI-viitemallista. (Kaurto 2018.)



Kuvio 3. OSI-viitemallin ja TCP/IP-viitemallin välinen riippuvuus sekä TCP/IP-protokollapino (Kaurto 2018, 17).

Protokolla mahdollistaa sujuvan tietoliikenteen laitteiden välillä, josta Modbus käyttää nimitystä client – server (asiakas – palvelin malli). Mallin toiminta perustuu pyyntö ja vastaus viestintään, jossa asiakas laite lähettää väylään kyselyn, josta vastaanottava palvelin laite saa indikaation ja aloittaa viestin lähetyksen (kuvio 4). Protokolla on yksinkertainen ja toimiakseen se vaatii vain ennalta aseteltavat laiteosoitteet ja funktiokoodit sekä niiden rekisterit. (Modbus Organization 2023.)

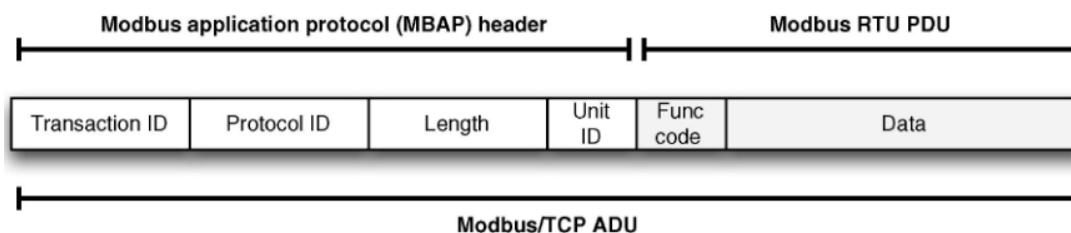


Kuvio 4. Modbus protokollan client – server -kysely. (Knapp, Eric D. & Joel Langgill. Industrial Network Security 2014, 125)

### 3.1.1 Modbus TCP/IP -kehys

Modbus TCP -protokollan viestin kehys (Application Data Unit) sisältää sovelluskerroksen protokollan (Modbus Application Protocol) ja protokollan tietoyksikön

(Protocol Data Unit) (kuvio 5). Sovelluserroksen protokolla (MBAP) on viestin ensimmäinen osa, josta vastaanottava laite saa viestin tunnistetiedot. Viesti sisältää: transaktio tunniste (Transaction ID), protokolla tunniste (Protocol ID), viestin pituuden (Length) ja yksikkö tunnuksen (Unit ID). Viestin toinen osa protokollan tietoyksikkö (PDU) sisältää funktiokoodin sekä data osuuden. (Modbus Organization 2023.)



Kuvio 5. Modbus TCP protokollan viestin kehys. (Knapp, Eric D. & Joel Langill. Industrial Network Security 2014, 128)

### 3.1.2 Funktiokoodit ja rekisterit

Laite, joka käyttää Modbus-protokollaa määrittelee valmistaja siihen funktiokoodien mukaiset toiminnot, jotka ovat luokiteltu neljään eri ryhmään ja rekisterialueeseen (taulukko 1.). Laitteen valmistaja määrittelee taulukkoa mukaillen laitteelle Modbus pisteet siihen rekisteri alueeseen, joista haluttua dataan voidaan lukea tai kirjoittaa. Yksinkertaisemmat yhden bitin sisältävät data lähetteet ovat tyypillisesti kytkimien tilatietoja, joita voidaan lukea tai myös kirjoittaa riippuen mihin rekisteri alueeseen laitteen valmistaja on määritellyt pisteen. Kuusitoista bittisellä läheteellä voidaan taas lukea esimerkiksi lämpötila-anturin vastuksen arvoa tai kirjoittaa esimerkiksi laitteelle asetusarvoja.

TAULUKKO 1. Modbus Data-taulukko

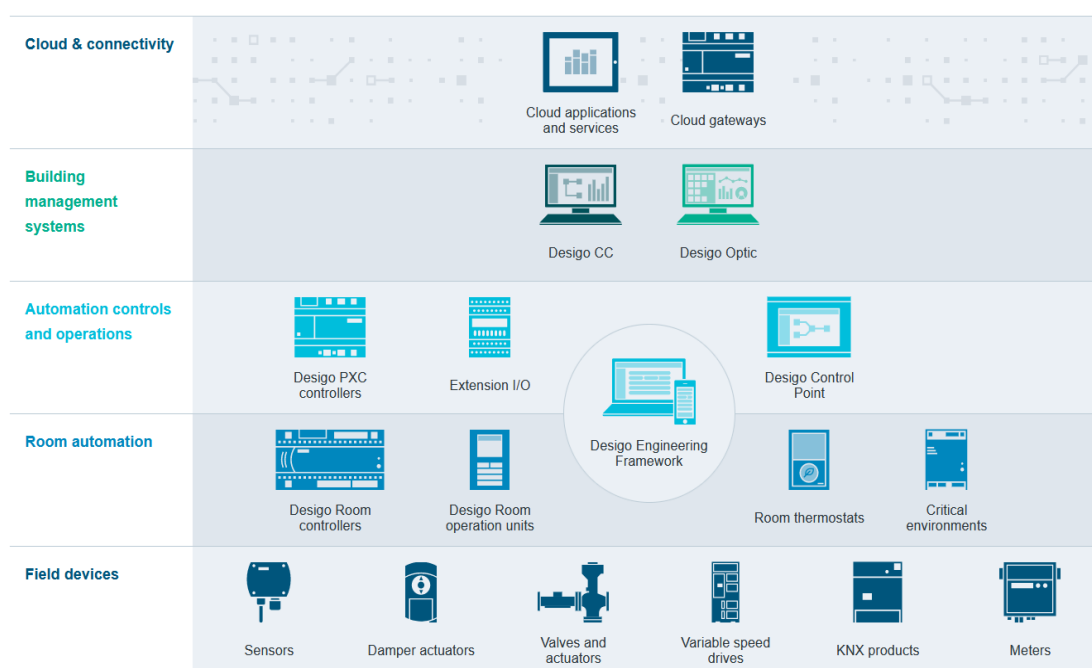
Modbus tyyppi	Sisältö	Käyttöoikeus	Datan kuvaus	Rekisteri alueet
Discrete input	1 bitti	Vain luku	Fyysinen I/O	00000-09999
Coil	1 bitti	Luku tai kirjoitus	Sovellusohjelma	10001-19999
Input register	16 bittinen sana	Vain luku	Fyysinen I/O	30001-39999
Holding register	16 bittinen sana	Luku tai kirjoitus	Sovellusohjelma	40001-49999

## 4 SIEMENS DESIGO -KIINTEISTÖHALLINTAJÄRJESTELMÄ

Siemens julkaisi vuonna 2014 uuden kiinteistöhallintajärjestelmän Desigon, jonka kehitystä on jatkettu sen julkaisusta lähtien. Uusin versio järjestelmästä on tällä hetkellä kuudes, joka julkaistiin Frankfurtissa Light and Building messuilla 2022. Uusimman version keskiössä on kiinteistöjen hallinta pilvipalveluiden kautta ja kyberturvallisuus, joka on toteutettu standardissa SFS-EN IEC 62443-3-3 määritellyn SL2-tason mukaisesti. (Siemens 2022.)

### 4.1 Desigo rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne

Desigo on suunniteltu kiinteistöhallintajärjestelmäksi, jolla voi kokonaisvaltaisesti toteuttaa automaatiojärjestelmän kiinteistöön sen käytötavasta riippumatta. Rakennusautomaatiojärjestelmän lisäksi sillä voidaan hallita kiinteistön paloturvallisuus- ja turvajärjestelmiä, kuten kamera-, murto- ja kulunvalvontalaitteita. Siemens on kehittänyt järjestelmästä myös avoimen kolmannen osapuolen laitteille ja järjestelmään voidaan integroida useita eri väyläprotokollia mukaan lukien Modbus, BACnet, OPC ja SNMP. (Siemens 2023.) Järjestelmän hierarkkinen rakenne on tavanomaisen rakennusautomaatiojärjestelmän mukainen, joka koostuu pilvipalveluista aina kenttälaitetasolle asti (kuvio 6.).



Kuvio 6. Desigo rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne (Siemens 2023.)

## 4.2 Desigo PXC -prosessorimoduulit

Järjestelmässä kentälaitteita ohjataan alakeskustasolta Desigo PXC -prosessorimoduuleilla, joita on kolme erilaista versiota: PXC4 HVAC controller, jolla voidaan ohjata pienen tai keskisuuren kiinteistön LVI-laitteita, PXC5 Integration controller, jolla voidaan yhdistää järjestelmään BACnet, Modbus tai KNX protokollia tukevia laitteita ja PXC7 HVAC controller, jolla voidaan ohjata suuren kiinteistön LVI-laitteita (kuva 1.). Näistä prosessorimoduuleista on markkinoilla saatavissa eri käyttötarpeen mukaisia versioita 40 datapisteestä 400 pisteeseen asti. (Siemens 2023.)



Kuva 1. Desigo PXC -prosessorimoduulit (Siemens 2023.)

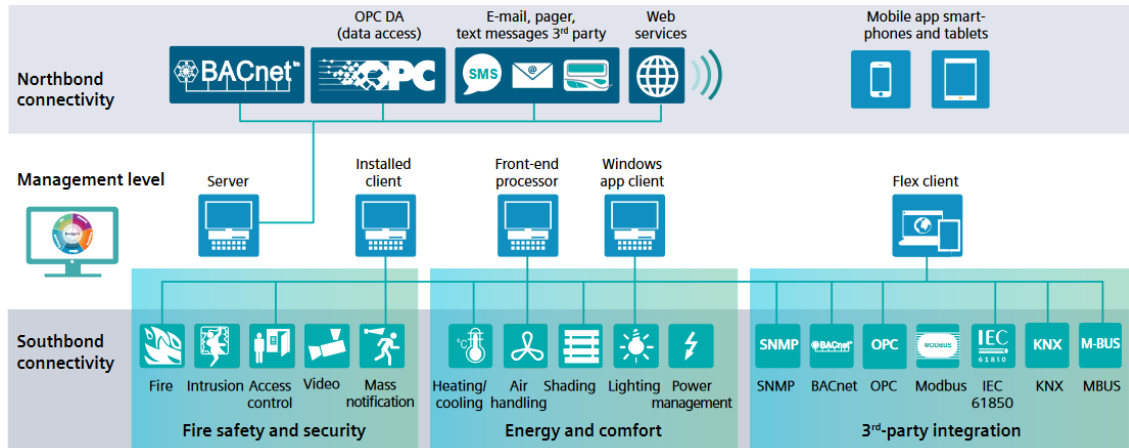
## 4.3 Ohjelmointityökalu

Prosessorimoduuleiden ohjelmointiin käytetään Siemensin ABT Site Engineering and Commissioning Tool -ohjelmointityökalua. Ohjelmointityökalussa on laaja kirjasto LVI-sovelluksille sekä simulaatioympäristö, jolla voidaan koestaa ohjelmisto ilman tarvetta fyysisille laitteille. Automaatiojärjestelmän käyttöönottoa varten on ABT:stä saatavilla mobiilisovellus, jolla voidaan ottaa kuva tarkastettavasta kentälaitteesta ja tehdä tarvittavat muistiinpanot, joista sovellus kokoaa valmiin raportin dokumentaatiota varten. (Siemens 2023.)

## 4.4 Desigo CC -valvomo

Rakennusautomaatiojärjestelmää hallinnoidaan Desigo CC -valvomosta, johon voidaan liittää useita projekteja riippuen lisenssin koosta. Valvomo perustuu so-

vellusten integraatioon ja siihen voidaan liittää kiinteistön kaikki järjestelmät rakennusautomaatiosta palo-, turva- ja kulunvalvontajärjestelmiin (kuvio 7.). (Siemens 2023.) Valvomossa on eri väyläprotokollien integraatioita varten template mallit CSV-tiedostoformaattissa. Tässä opinnäytetyössä käytetään Modbus mallitiedostoa yhdistämään Logo! -pienoislogiikka Desigo CC -valvomoon.



Kuvio 7. Desigo CC -valvomon integraatiojärjestelmät (Siemens 2023.)



## 5 SIEMENS LOGO! -PIENOISLOGIIKKA

Siemens LOGO! -pienoislogiikka tuoteperhe julkaistiin markkinoille ensimmäisen kerran vuonna 1996 pienempien automaatioprojektien tarpeisiin ja sitä on kehitetty jatkuvasti julkaisusta lähtien. Pienoislogiikan uusin versio on 8.3, joka on julkaistu 2020. Versiossa 8.3 on parannettu logiikan kyberturvallisuutta ja lisätty IoT (Internet of Things) mahdollisuus pilvipalvelun kautta. (Siemens 2023.)

### 5.1 Logiikkamoduuli

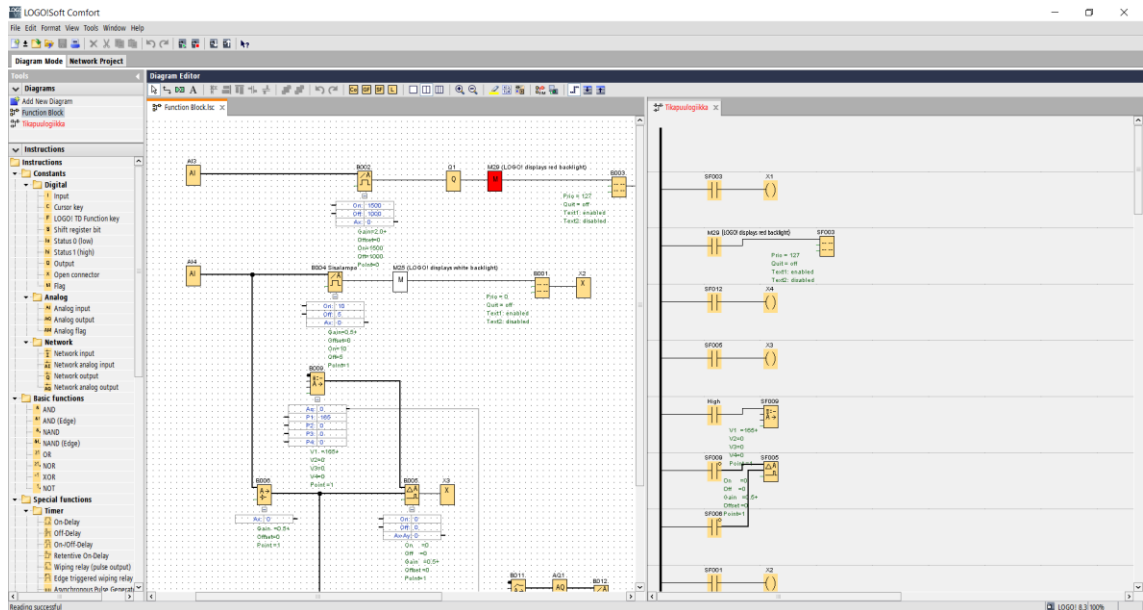
Logiikkamoduuli sisältää integroituna kahdeksan digitaalista tuloporttia, joista neljää voidaan käyttää analogisina sisääntuloina sekä neljä digitaalista uloslähtöä tai relettä riippuen mallista (kuva 2.). Logiikkaa voidaan laajentaa lisämoduuleilla, joista voidaan saada yhteensä 24 digitaalista sisääntuloa, 20 digitaalista uloslähtöä, kahdeksan analogista sisääntuloa ja kahdeksan analogista uloslähtöä. (Siemens 2023.)



Kuva 2. LOGO! 8 -logiikkamoduuli näytöllä ja näytöttömänä (Siemens 2023.)

### 5.2 Ohjelmointityökalu

Pienoislogiikkaa ohjelmoidaan Siemensin LOGO! Soft Comfort -ohjelmointityökalulla, jossa graafisena ohjelmointikielenä on valittavissa tikapuulogiikka tai function block diagram (kuva 3.). Ohjelmakirjasto sisältää ennalta 36 erilaista funktiota, tavallisista operaattoreista PI-säätimeen asti. Logiikkamoduulin ohjelmaan voi liittää enintään 400 erilaista funktioblokkia. (Siemens 2023.)



Kuva 3. Soft Comfort -ohjelmointityökalu molemmilla ohjelmointikielillä.

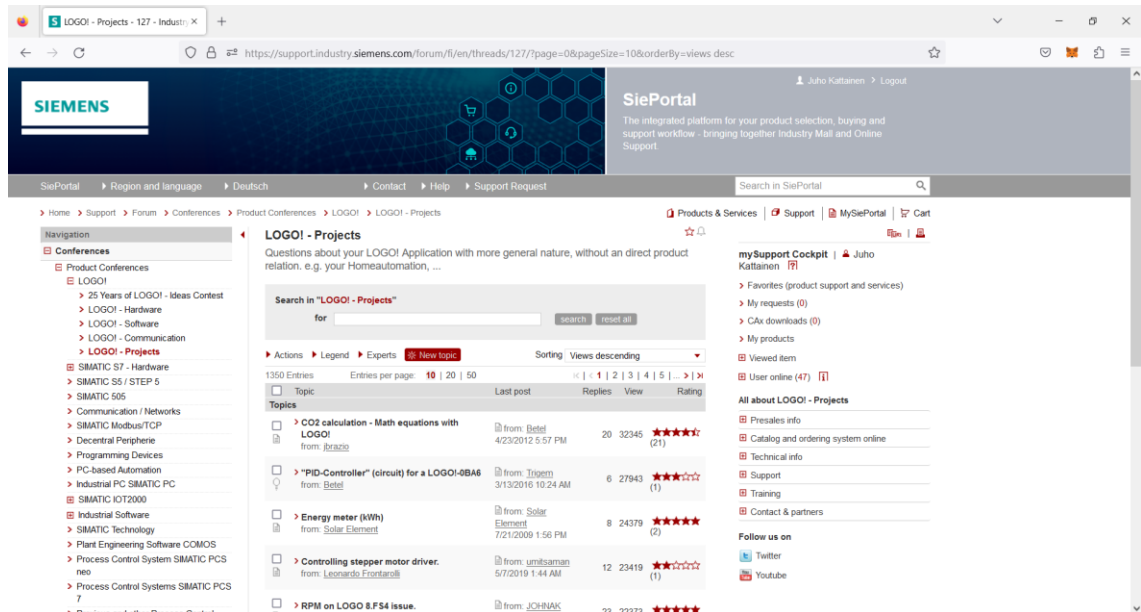
### 5.3 Tiedonsiirto

Tiedonsiirtoa varten logiikkamoduulissa on yksi RJ45-portti verkkoliittynälle, jonka kautta on mahdollista ohjelmoida moduulia verkon ylitse. Logiikkamoduuliin on integroitu verkkopalvelin, jonka kautta voidaan valvoa moduulin toimintaa verkkoselaimella ja uusimalla versiolla yhdistää Amazonin Web Services pilvipalveluun. Logiikkamoduulin versiot 8.1, 8.2 ja 8.3 tukevat Modbus TCP/IP -väyläprotokollaa sekä laajennusmoduulilla on mahdollista liittää logiikkamoduuliin Modbus RTU- ja KNX -protokollat. (Siemens 2023.)

### 5.4 Yleisiä käyttökohteita

Alun perin teollisuuden pienempien prosessien, kuten kuljetinhihnojen, pumppujen, poistoilmakoneiden ja mitta-antureiden hallintaan kehitetyllä pienoilogiikalla on toteutettu yhä enemmän sovelluksia rakennusautomaation puolella. Rakennusautomaatiossa yleisiä käyttökohteita logiikalla on toteutettu valaistuksen, pimennysverhojen, sisäänkäyntiporttien, pumppujen ja releiden ohjaukseen sekä valvontaan. Ohjelmointityökalu sisältää valmiin kirjaston useilla ohjelmasovelluksilla, jotka ovat suoraan käytettävissä ja muokattavissa. Käyttökohteisiin ja ohjelmoinnin avuksi Siemensillä on käytössä verkkoselain pohjainen SiePortal tuki-palvelu, jossa on aktiivinen keskustelufoorumi alue (Kuva 4.). Keskustelufoorumi

on osoittautunut hyödylliseksi työkaluksi ohjelmoinnissa ilmentyneiden ongelmien ratkaisuihin.



Kuva 4. Siemens SiePortal tukipalvelun keskustelufoorumi Logo! -projekteista.

## 5.5 Logiikan tietoturvasuus

Siemens julkaisi marraskuussa 2022 tiedotteen liittyen LOGO! 8 -logiikkamoduulien suuren tietoturvariskin haavoittuvuuteen. Tiedotteessa mainitaan mahdollisen hyökkääjän pääsyn laitteen tietoihin TCP-lähetyspaketteja käsittelevän ohjelman sisäisen virheen avulla sekä palvelunestohyökkäyksellä estämään käyttäjän pääsyn laitteeseen. Siemensillä ei toistaiseksi ole ratkaisua korjaamaan näitä haavoittuvuuksia. Siemens suosittelee rajaamaan TCP-portin käytön vain luotetuille IP-osoitteille. (Siemens 2022).

## 6 KÄYTÄNNÖN SOVELLUKSEN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

### 6.1 Testausympäristö

Testausympäristön sovellus päätettiin toteuttaa yrityksen tiloissa olevalle testiseinälle havainnollistamaan reaaliaikaista tiedonsiirtoa valvomon ja pienoislogiikan välillä. Tiedonsiirtoa varten pienoislogiikka ja valvomo on yhdistetty yrityksen lähiverkkoon.

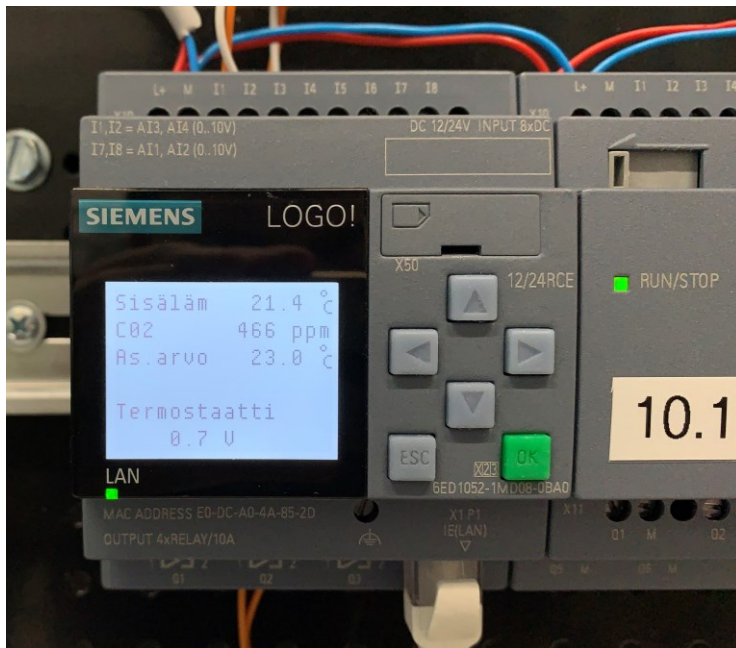
Testausympäristön laitteet lattialämmitys sovelluksen toteutuksessa (kuva 5.):

- Siemens Logo! 8 12/24RCE -logiikkamoduuli näytöllisenä
- Siemens Logo! 8 DM16 24 digitaalinen I/O-moduuli puolijohdelähdöillä
- Siemens Logo! 8 AM AQ2 analoginen lähtömoduuli
- Produal HDH, CO<sub>2</sub>- ja lämpötila-anturi huone
- Merkkilamppu 24 V
- Siemens STA 63, toimilaitte 24VAC, 0–10 V



Kuva 5. Testausympäristön laitteet yrityksen testiseinällä.

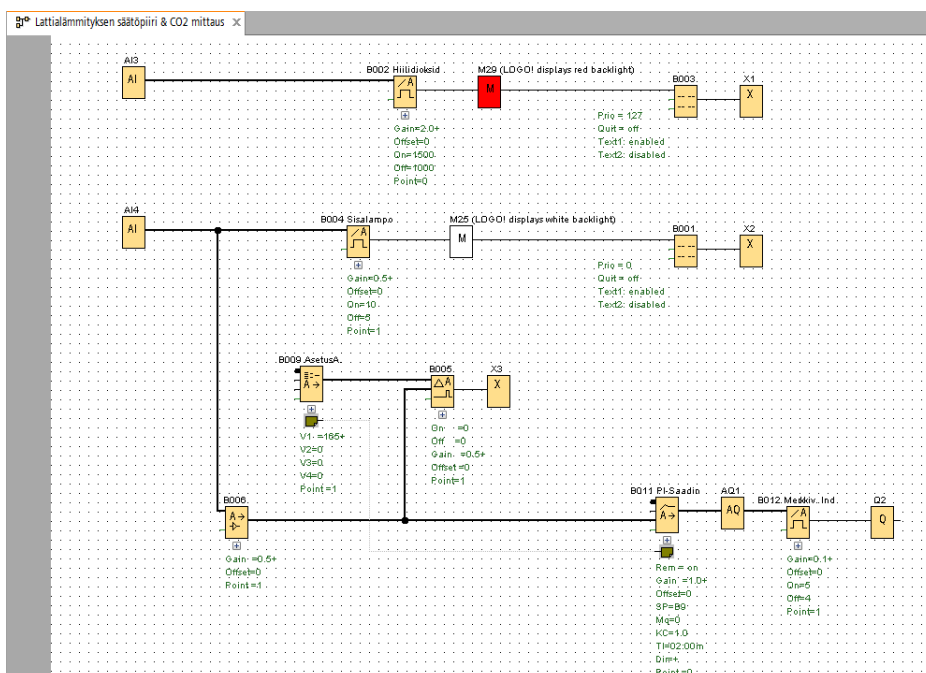
Pienoislogiikan näytöltä voidaan lukea mittausarvot huonelämpötilasta, huoneen hiilidioksidipitoisuudesta ja termostaatille syötettävästä jännitetasosta. Lisäksi näytölle voidaan asetella haluttu huonelämpötilan asetusarvo (kuva 6.). Hiilidioksidipitoisuuden määrä on sisällytetty sovellukseen erillisenä mittauksena valvomon reaaliaikaisten hälytysten simulointia varten. Hiilidioksidipitoisuuden mittaus ei vaikuta termostaatin säätöpiirin toimintaan.



Kuva 6. Logon logiikkamoduulin näytölle asetetut mittaukset sekä asetusarvo.

## 6.2 Ohjelmointi

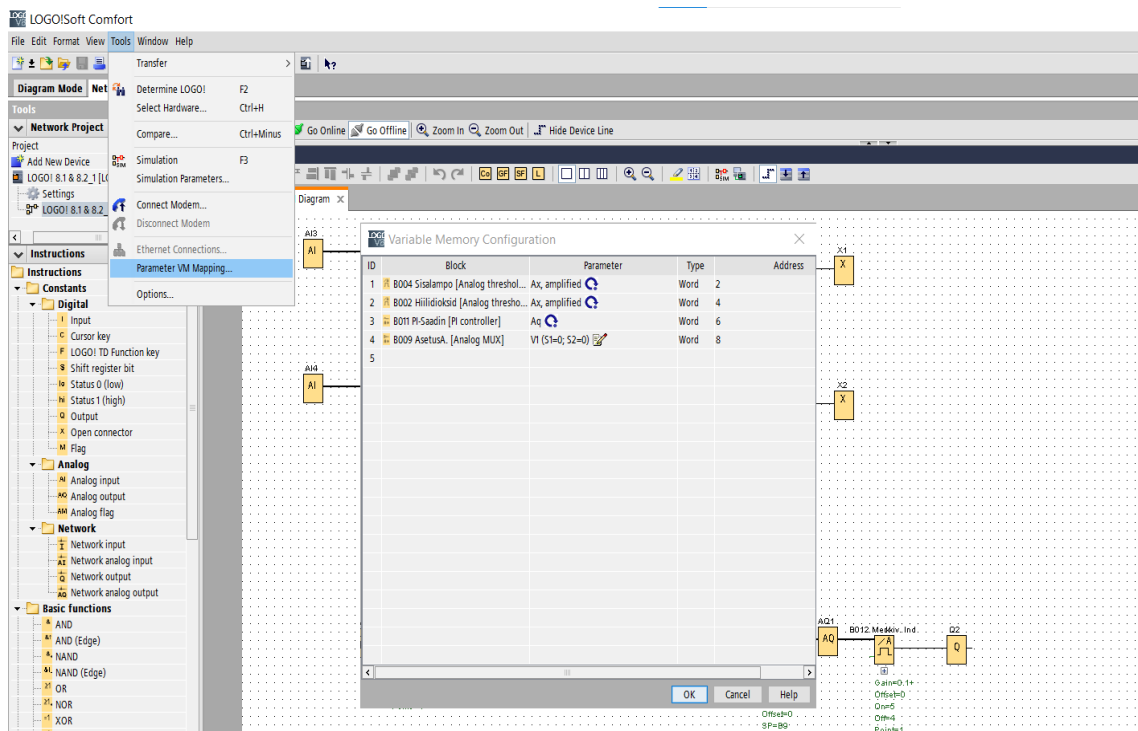
Pienislogiikan ohjelmointiin käytettiin siihen tarkoitettua Logo! Soft Comfort -ohjelmointityökalua ja ohjelmointikieleksi valikoitui graafinen function block diagram. Näillä blokeilla ohjelmoitiin hiilidioksidipitoisuudelle 1500 ppm ylärajahälytys ja termostaatin ohjausta varten PI-säädin, jossa säätimen asetusarvo on muutettavissa (Kuva 7.).



Kuva 7. Sovelluksen ohjelmointikaavio Logo! Soft Comfort -ohjelmointityökalulla.

### 6.3 Ohjelmointityökalun Modbus pisteet

Logo! Soft Comfort -ohjelmointityökalussa Modbus TCP/IP -protokollaa tukevaa tiedonsiirtoa varten on variable memory configuration -työkalu. Työkaluun määritetään Modbus-datapisteet ohjelmassa käytetyistä funktioblokeista. Tässä sovelluksessa työkaluun määriteltiin sisälämpötilan, hiilidioksidin, PI-säätimen ja asetusarvon blokit (kuva 8.) Variable memory configuration -työkaluun voidaan määrittää 64 luettavaa tai kirjoitettavaa funktioblokkia.



Kuva 8. Logo! Soft Comfort -ohjelmointityökalun variable memory configuration Modbus-pisteet.

Näiltä sovelluksessa käytetyiltä funktioblokeilta luetaan sisälämpötilaa, hiilidioksidipitoisuutta ja PI-säätimen lähtöjännitettä. Asetusarvossa on pisteen lukemisen lisäksi mahdollista kirjoittaa haluttu arvo kyseiseen pisteeseen.

Huomioitavana asiana pisteitä määriteltäessä oli, että laitteiden välisessä kommunikaatiossa datapisteen osoitetta ei lueta työkalun address-kentästä. Luettavalle laitteelle määriteltäessä datapisteen osoitetta käytetään siihen ID-sarakkeen osoitteita. Esimerkkinä funktioblokin B004 sisälämpö datapisteen osoite on numeroltaan yksi.

## 6.4 Modbus pisteiden vienti valvomoon

Desigo CC -valvomoon Modbus TCP/IP -protokollan pisteet vietään siihen tarkoitettulla erillisellä CSV-tekstitiedostolla. Desigo CC -ohjelmiston asennuksen mukana tulee Modbus data template -tiedostokansio, joka sisältää esimerkkipohjia CSV-tiedostomuodossa Modbus-datapisteiden liittämistä varten. Modbus-pisteet liitettiin valvomoon käyttäen SystemDefPointInstances.csv -pohjatiedostoa (liite 1.) muokkaamalla siitä yhteensopiva versio sovelluksen kanssa.

Pohjatiedoston muokkaaminen onnistui parhaiten Excel-ohjelmistotyökalulla. Excelissä tiedostoon määriteltiin pienoislogiikan IP-osoite, Modbus pisteet ja niiden hälytykset (kuva 9.).

[DRIVER]													
Modbus TCP													
#For detailed description of tags and columns please refer to Modbus EM document.													
[FILE VERSION]													
#File Version													
51													
[TEXTS]													
#LabelName	#Index	#Text											
T16_StateText1	0	Unknown											
T16_StateText1	1	Succeeded											
T16_StateText1	4	Partially Succeede											
T16_StateText1	6	Failed											
T16_StateText1	10	Purging											
T16_StateText1	15	Error											
T16_StateText2	0	Normal											
T16_StateText2	1	Alarm											
T16_StateText2	2	Alarm Reset											
T16_StateText2	3	Alarm Closed											
T16_StateText3	0	In											
T16_StateText3	1	Out											
[HIERARCHY]													
#MandatoryCommon	#OptionalCommon	#OptionalCommon	#OptionalCommon	#OptionalCommon	#OptionalCommon	#OptionalCommon	#OptionalCommon	#OptionalCommon	#OptionalCommon	#OptionalCommon	#OptionalCommon	#OptionalCommon	#OptionalCommon
#Name	#Description	#LogicalHierarchy	#UserHierarchy	#FunctionName	#DisciplineID	#SubdisciplineID	#TypeID	#SubtypeID					
Flr1	Floor 1	0tagB	VMUserB	Measure	0	1	200	200					
[POLYGROUPS]													
#MandatoryName	#Interval												
[LIBRARY]													
#Library Tag is not required for points of In/Out and custom objcs													
#MandatorySubsys													
#LibraryName	Global_Modbus_HQ_1												
[CONNECTIONS]													
#MandatoryCommon	#MandatoryCommon	#MandatorySubsys	#MandatorySubsys	#MandatorySubsys	#OptionalSubsys	#OptionalSubsys	#OptionalSubsys	#OptionalCommon	#OptionalCommon	#OptionalCommon	#OptionalCommon	#OptionalCommon	#OptionalCommon
#ConnectionName	#ConnectionDescription	#SlaveID	#IP_Address	#Port	#BitEndianness	#Active	#Offset	#FrameCoding	#Alias	#FunctionName	#DisciplineID	#SubdisciplineID	#TypeID
Interface_1	TCP Connector/Interface 1	1	10.15.168	502	TRUE	TRUE	0	TCP	VMConnectorInterfaceMonitor		0	3	100
[DEVICES]													
#MandatoryCommon	#MandatoryCommon	#MandatoryCommon	#OptionalCommon	#OptionalCommon	#OptionalCommon	#OptionalCommon	#OptionalCommon	#OptionalCommon	#OptionalCommon	#OptionalCommon	#OptionalCommon	#OptionalCommon	#OptionalCommon
#ParentConnectionName	#DeviceName	#DeviceDescription	#DeviceCode	#AddressProfile	#Alias	#FunctionName	#DisciplineID	#SubdisciplineID	#TypeID	#SubtypeID	#LogicalHierarchy	#UserHierarchy	
Interface_1	Meter_1	Siemens Logo				MonitorStatus							
[POINTS]													
#MandatoryCommon	#MandatoryCommon	#MandatoryCommon	#MandatoryCommon	#MandatorySubsys	#MandatorySubsys	#MandatorySubsys	#MandatorySubsys	#OptionalSubsys	#OptionalCommon	#OptionalCommon	#OptionalCommon	#OptionalCommon	#OptionalCommon
#ParentConnectionName	#ParentDeviceName	#PointName	#PointDescription	#FunctionCode	#Offset	#Data Type	#Direction	#LowLevelComparison	#ByteOrder	#Property	#AddressProfile	#Alias	#DataType
Interface_1	Meter_1	AnalogInput_1	Temperature	3	1	0	INT8	I	TRUE				Measure
Interface_1	Meter_1	AnalogInput_2	CO2	3	2	0	INT8	I	TRUE				Measure
Interface_1	Meter_1	AnalogInput_3	Voltage	3	3	0	INT8	I	TRUE				Measure
Interface_1	Meter_1	AnalogOutput_1	Seipant	4	0					GM5_HOODGUS_Analog-DL			Monitor

Kuva 9. Valvomoon liitettävä tekstitiedosto avattuna Excel-ohjelmistolla.

Valvomoon vietävälle tekstitiedostolle määritettiin pienoislogiikkaan ohjelmoidut neljä analogista Modbus-datapistettä (kuva 10.). Lämpötila, hiilidioksidipitoisuuden määrä ja jännite ovat 16 bittisiä kokonaislukuja, joita luetaan pienoislogiikan holding-rekisteristä funktiokoodilla kolme. Lämpötilan asetusarvo on muutettava suoraan pienoislogiikan näytöltä. Pisteelle haluttiin luku- ja kirjoitustoiminto samanaikaisesti myös valvomosta. Tämä onnistui käyttämällä asetusarvon pisteelle Desigo CC:n sisältämän Modbus kirjaston kustomoitua InOut-objektimallia, johon on ennalta määritetty pisteen luku- ja kirjoitustoiminto samanaikaisesti.

[POINTS]										
#MandatoryCommon	#MandatoryCommon	#MandatoryCommon	#MandatoryCommon	#MandatorySubsys	#MandatorySubsys	#MandatorySubsys	#MandatorySubsys	#MandatorySubsys	#MandatorySubsys	#C
#[ParentConnectionName]	[ParentDeviceName]	[PointName]	[PointDescription]	[FunctionCode]	[Offset]	[SubIndex]	[DataType]	[Direction]	[L	
Interface_1	Meter_1	AnalogInput_1	Temperature	3	1	0	INT16	I	TR	
Interface_1	Meter_1	AnalogInput_2	CO2	3	2	0	INT16	I	TR	
Interface_1	Meter_1	AnalogInput_3	Voltage	3	3	0	INT16	I		
Interface_1	Meter_1	AnalogOutput_1	Setpoint		4	0				

Kuva 10. Desigo CC- valvomoon vietävät pienoislogiikan Modbus-datapisteet.

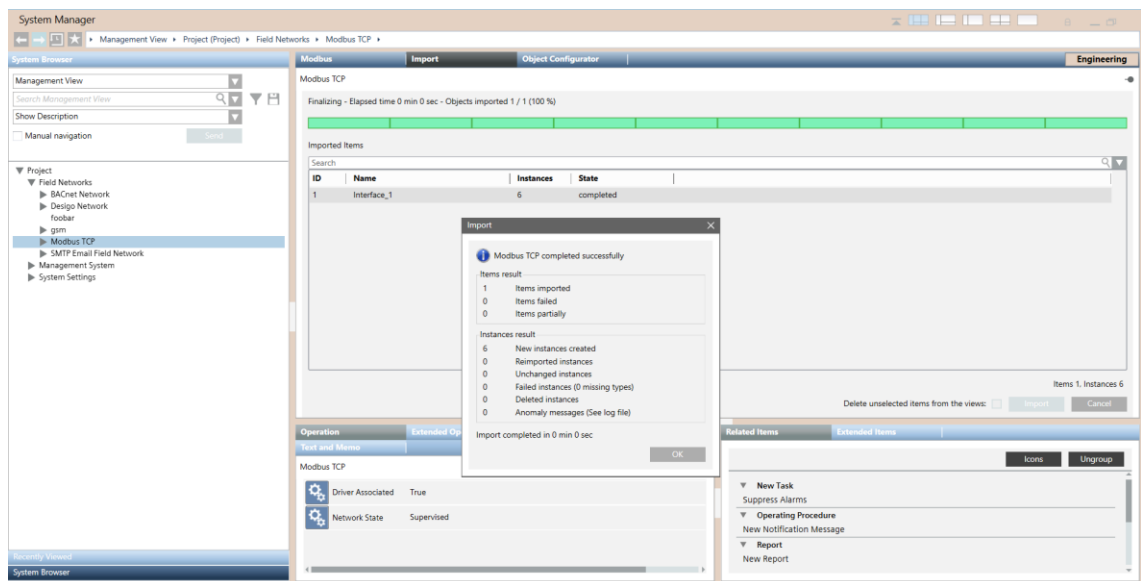
Tekstiedostoon aseteltiin lämpötilan ja hiilidioksidin määrän mittauksille hälytyspisteet (kuva 11.). Lämpötilalle aseteltiin alarajahälytykseksi 15 °C ja hiilidioksidipitoisuudelle ylärajaksi 1500 ppm.

#OptionalCommon	#OptionalCommon	#OptionalCommon	#OptionalCommon	#OptionalCommon	#OptionalCommon	#OptionalCommon	#OptionalCommon	#
[Unit]	[StateText]	[PollGroup]	[AlarmClass]	[AlarmType]	[AlarmValue]	[EventText]	[NormalText]	[I
°C			Alarm	LT	150	Temperature Warning	Temperature Normal	
ppm			Alarm	GT	1500	Co2 Warning	Co2 Normal	
V								

Kuva 11. Desigo CC -valvomoon vietävien pienoislogiikan Modbus-datapisteiden hälytykset ja niiden rajat.

## 6.5 Modbus pisteet Desigo CC -valvomossa

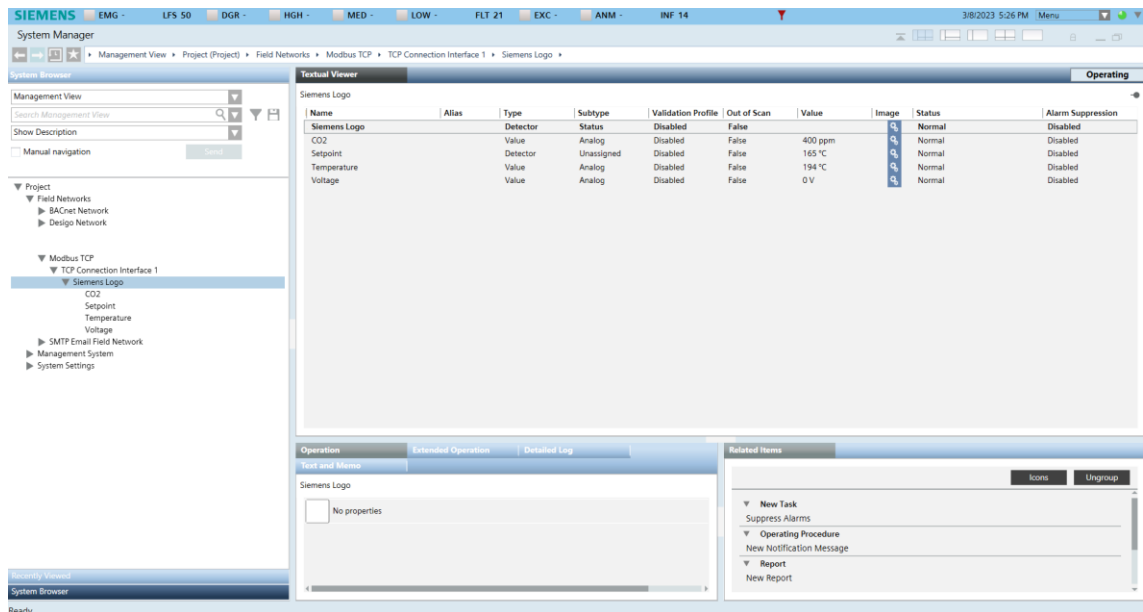
Desigo CC -valvomoon Modbus-datapisteiden tuontia varten määritettiin kenttälaite verkon alle Modbus TCP/IP -ajuri, johon valmis CSV-tiedosto voitiin ladata. Valvomo ohjelmisto ilmoittaa latauksen tilan ja onnistuiko pisteiden tuominen tiedostosta (kuva 12.). Mahdollisessa virheellisen tiedoston latausyrityksessä ohjelmistossa on analyysityökalu, joka osoittaa tiedoston sisältämät virheet.



Kuva 12. Onnistunut CVS-tiedoston lataus Desigo CC -valvomoon.

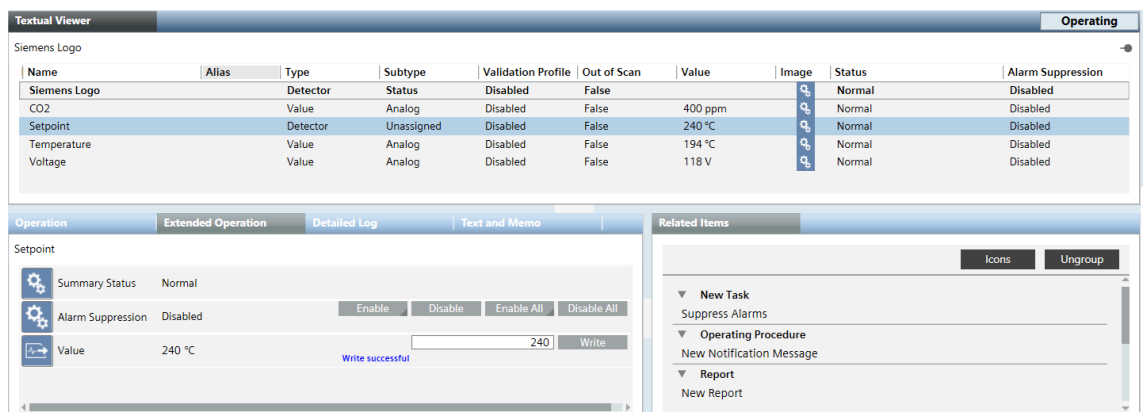


Modbus-datapisteiden tuonnin jälkeen reaaliaikaiset mittaukset saatiin onnistuneesti näkymään Desigo CC -valvomossa (kuva 13.). Desigo CC -valvomossa ei voinut määrittää suoraan luettavalle datapisteeseen arvolle jakajaa, joten arvot ovat valvomönäkymässä kokonaislukuina. Mittausarvojen skaalaus vastaamaan pienoilogiikan mittauksia onnistui jakamalla lämpötilan arvo kymmenellä ja jänniteviestin arvo sadalla. Hiilidioksidipitoisuuden arvo on sama kuin pienoilogiikassa, joten sitä ei tarvitse skaalata.



Kuva 13. Reaaliaikaiset Modbus-datapisteet Desigo CC -valvomossa.

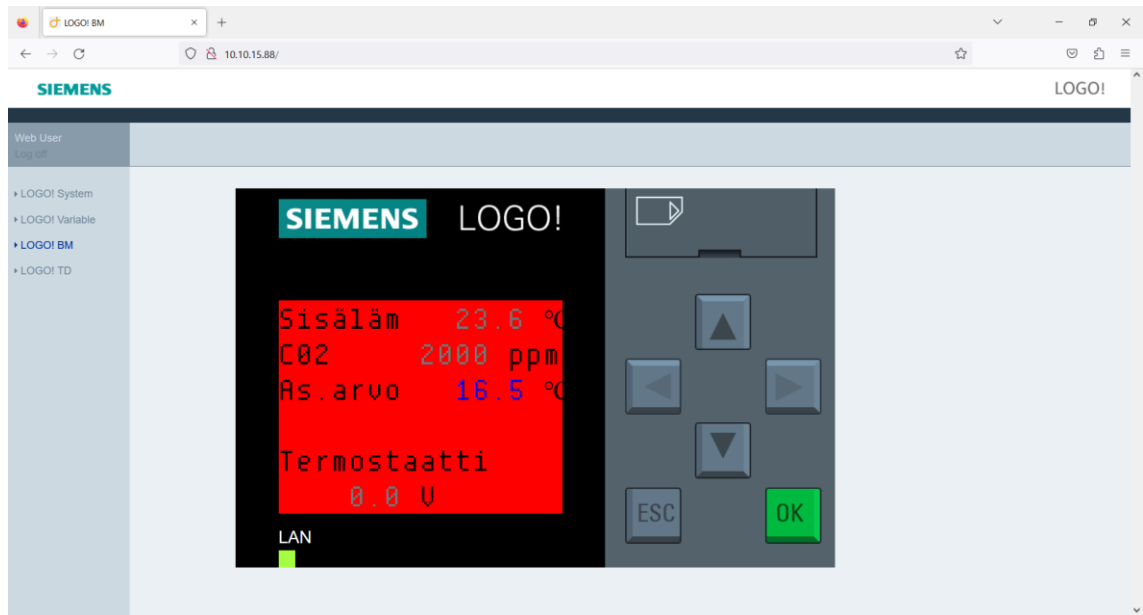
Desigo CC -valvomoon määritetyllä Setpoint-datapisteellä voitiin uudelleen kirjoittaa pienoilogiikan huonelämpötilan asetusarvoa. Uudeksi asetusarvoksi pienoilogiikan PI-säätimelle valvomossa kirjoitettiin 24 °C, joka nosti termostaatin ohjausviestin jännitettä onnistuneesti (kuva 14.).



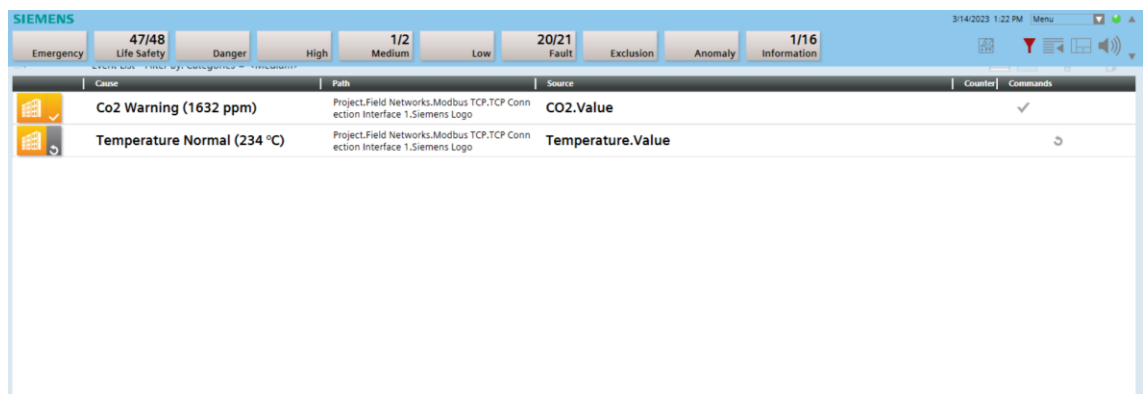
Kuva 14. Asetusarvon kirjoitus pienoilogiikalle Desigo CC -valvomosta.

## 6.6 Mittausten hälytyspisteet Desigo CC -valvomossa

Mittauspisteille asetettujen hälytysten ja niiden indikointien toimivuutta Desigo CC -valvomossa koestettiin nostamalla hiilidioksidinmäärää yli asetetun ylärajan 1500 ppm. Hiilidioksidimäärän ylärajahälytys aktivoitui pienoislogiikassa (kuva 15.) sekä varoituksena Desigo CC -valvomossa (kuva 16.).



Kuva 15. Hiilidioksidinmäärän (yli 1500 ppm) hälytys pienoislogiikan näytöllä.



Kuva 16. Hiilidioksidinmäärästä ilmoittava hälytys Desigo CC -valvomossa.

## 7 POHDINTA

Työn tavoitteena oli integroida Siemens Logo! 8- pienoislogiikka Modbus TCP/IP -väyläprotokollalla Siemens Desigo CC -valvomoon ja koostaa integraatiosta CSV-mallitekstitiedosto. Pienoislogiikalla rakennettu testausympäristö saatiinkin liitettyä Modbus TCP/IP -väyläprotokollalla Desigo CC -valvomoon onnistuneesti ja mittausdataa sekä jatkohälytyksiä käsiteltiin reaaliaikaisesti valvomosta.

Työstä syntyi toimeksiantaja yritykselle CSV-tiedostopohja, jolla voi liittää Modbus TCP/IP -väyläprotokollaa tukevia laitteita Siemens Desigo CC -valvomoon (liite 2.). CSV-tiedostopohja on yrityksen käytössä ja muokattavissa tulevaisuuden projekteja varten.

Hajautetun automaatiojärjestelmän suurimpana etuna on sen käytön luotettavuus ja logiikoiden sijoittaminen lähemmäksi prosessia vähentää kaapeloineista aiheutuneita kustannuksia. Huomioitavana on ohjausyksikkö laitteiden kustannukset, jotka vaihtelevat suuresti tarkoitetusta käytötavasta riippuen. Siemens Logo! 8- logiikkamoduulia saa markkinoilta kilpailukykyiseen hintaan, mutta laajennusmoduulit voivat lisätä kustannuksia huomattavasti.

Logon onnistunut liittäminen valvomojärjestelmään on osoittanut sen hyödyllisyyden ja potentiaalin yrityksen tuotekehityksessä. Jatkossa Logolla voisi toteuttaa ilmanvaihtokoneen ohjauksen hyödyntämällä logiikkamoduulin näyttöä ja verkkoliittymän grafiikkaa loppukäyttäjää ajatellen. Onnistunut kokonaisuus hyvällä käyttöliittymällä olisi kilpailukykyinen vaihtoehto suurempien automaatiojärjestelmien tarjontaan verrattuna.

Itselläni ei ollut aikaisempaa kokemusta Siemensin rakennusautomaatiojärjestelmistä tai niiden ohjelmoinnista. Opinnäytetyön loppuun saattamiseksi täytyikin syventyä teoreettisen taustan lisäksi käytännön tekemiseen, joka oli mielekästä ja samalla hyvin opettavaa. Siemensin järjestelmiä opetellessa huomasin heidän kehittävän järjestelmissään kolmannen osapuolen liitettävyyksiä ja uskonkin, että tulevaisuudessa rakennusautomaatiojärjestelmien valmistajat tuotteissaan keskittyvät yhä enemmän avoimeen integraatioon.

## LÄHTEET

DDC-Tekniikka 2023. Rakennusautomaation edelläkävijä. Viitattu 5.3.2023  
<https://ddc-tekniikka.fi/yritys/>

Härkönen, P. Liedes, R. Mikkola, J. Piikkilä, V. Pusa, K. Sahala, A. Sahlstén, T. Sandström, B. Sirviö, A. Spangar, T. & Sulku, J. 2018. Rakennusautomaation-järjestelmän rakenne. Rakennusautomaatiojärjestelmät. Espoo: Sähköinfo oy.

Kaurto, A. 2018. Ethernet-pohjaisten automaatioverkkojen reaaliaikainen kunnonvalvonta. Automaatiotekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma. Tampereen teknillinen yliopisto. Diplomityö. Viitattu 23.1.2023.  
<https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/123456789/26818/Kaurto.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Knapp, Eric D. & Joel Langill. 2014. Industrial Network Security: Securing Critical Infrastructure Networks for Smart Grid, SCADA, and Other Industrial Control Systems. Elsevier Science & Technology Books.  
<https://doi.org/10.1016/B978-1-59749-645-2.00024-0>

Modbus Organization. 2006. MODBUS MESSAGING ON TCP/IP IMPLEMENTATION GUIDE V1.0b. Viitattu 2.2.2023  
[https://modbus.org/docs/Modbus\\_Messaging\\_Implementation\\_Guide\\_V1\\_0b.pdf](https://modbus.org/docs/Modbus_Messaging_Implementation_Guide_V1_0b.pdf)

Piikkilä, V. & Sahlstén, T. 2017. Järjestelmien rakenne. Kiinteistöjen tiedonsiirtoväylät. Espoo: Sähköinfo oy.

SFS-EN 61131-3. 2013. Lähde- ja tekstiviitteitä koskevat ohjeet. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS. Luettu 20.1.2023. Vaatii käyttöoikeuden.  
<https://online.sfs.fi/fi/index.html.stx>

SFS-EN IEC 62443-3-3. 2019. Lähde- ja tekstiviitteitä koskevat ohjeet. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS. Luettu 10.2.2023. Vaatii käyttöoikeuden.  
<https://online.sfs.fi/fi/index.html.stx>

Siemens 2022. SSA-955858: Multiple Vulnerabilities in LOGO! 8 BM Devices. 11.10.2022. Viitattu 16.2.2023  
<https://cert-portal.siemens.com/productcert/pdf/ssa-087240.pdf>

Siemens 2023. Advanced building management system. Viitattu 12.2.2023  
<https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:1ce6f894-ce99-4ac2-b5ff-95caa243708b/desigo-brochure-2021.pdf>

Siemens 2023. LOGO! – the compact controller with a cloud interface. Viitattu 14.2.2023 <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/logo.html>

Siemens. 2022. Desigo PXC controller family - Getting started. 5.9.2022. Viitattu 12.2.2023 <https://support.industry.siemens.com/cs/document/109780758/desigo-pxc-controller-family-getting-started?dti=0&lc=en-FI>

Siemens. 2022. New Desigo CC V6 building management platform adds native cloud connectivity. 30.9.2022. Viitattu 11.2.2023 <https://press.siemens.com/global/en/pressrelease/new-desigo-cc-v6-building-management-platform-adds-native-cloud-connectivity>

Siemens. 2023. Desigo system – build the future today. Viitattu 11.2.2023 <https://new.siemens.com/global/en/products/buildings/automation/desigo.html>

TM 5-601 Supervisory Control and Data Acquisition. 2006. Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) Systems for Command, Control, Communications, Computer, Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance (C4ISR) Facilities. Chapter 3 system architecture. Viitattu 17.1.2023. <https://www.wbdg.org/ffc/army-coe/technical-manuals-tm/tm-5-601>

Vavra, C. 2017. Dick Morley remembered as ‘Father of the PLC’. Control engineering. 20.10.2017. Viitattu 18.1.2023. <https://www.controleng.com/articles/dick-morley-remembered-as-father-of-the-plc/>



## Liite 2. Desigo CC -valvomon liitettävä CSV-mallitekstiedosto

```

2 [HEADER]
3 #ListSeparator:
4 " "
5 #DecimalSeparator:
6
7
8 [BRVER]
9 Modbus TCP
10
11 #For detailed description of tags and columns, please refer to Modbus EM documentation:
12 [FIELD]
13 # File Version:
14 5.1
15
16 [TEXTS]
17 #TabName:#Index:#Text:
18 Tng_StateText1:0:Unknown:
19 Tng_StateText1:1:Succeeded:
20 Tng_StateText1:4:Partially Succeeded:
21 Tng_StateText1:8:Failed:
22 Tng_StateText1:10:Running:
23 Tng_StateText1:19:Error:
24 Tng_StateText2:0:Normal:
25 Tng_StateText2:1:Alarm:
26 Tng_StateText2:2:Alarm Reset:
27 Tng_StateText2:3:Alarm Closed:
28 Tng_StateText3:0:In:
29 Tng_StateText3:1:Out:
30
31 [HIERARCHY]
32 #MandatoryCommon:#OptionalCommon:#OptionalCommon:#OptionalCommon:#OptionalCommon:#OptionalCommon:
33 #Name: [Description] [LogicalHierarchy] [ObjectHierarchy] [FunctionName] [DescriptionID] [SubdescriptionID] [TypeID] [SubTypeID]
34 F11:Floor 1; BldgSV; Wgsets; Measure; 0; 1; 200; 201;
35
36 [POLARITIES]
37 # [PolarityPlane] [Interval]
38
39 [LIBRARY]
40 #Library tag is not required for points of InOut and custom object models:
41 #MandatorySubsys:
42 # [LibraryName]:
43 Global_Modbus_HQ_1;
44
45 [CONNECTIONS]
46 #MandatoryCommon:#MandatoryCommon:#MandatorySubsys:#MandatorySubsys:#OptionalSubsys:#OptionalSubsys:#OptionalCommon:#OptionalCommon:
47 # [ConnectionName] [ConnectionDescription] [SlaveID] [IP Address] [Port] [Latitude/Longitude] [Active] [Offset] [FrameCoding] [Alias] [FunctionName] [SubdescriptionID] [TypeID] [SubTypeID]
48 IntraFace_1:TCP Connection IntraFace_1:1110.10.15.89:502:RND:RND:0:TCP:HWConnectionIntraFace:Monitor:0:3:1700:1702;
49
50 [DEVICES]
51 #MandatoryCommon:#MandatoryCommon:#MandatoryCommon:#OptionalCommon:#OptionalCommon:#OptionalCommon:#OptionalCommon:#OptionalCommon:
52 # [ParentConnectionName] [DeviceName] [DeviceDescription] [ObjectCode] [AddressPrefix] [Alias] [FunctionName] [TypeID] [SubTypeID] [LogicalHierarchy] [ObjectHierarchy]
53 IntraFace_1:Meter_1:Siemens Logo; ; MonitorStatus;
54

```