



Mika Munukka

Kiinteistöautomaatiojärjestelmän modernisointi

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

17.1.2022

Tiivistelmä

Tekijä: Mika Munukka
Otsikko: Kiinteistöautomaatiojärjestelmän modernisointi
Sivumäärä: 32 sivua + 1 liite
Aika: 17.1.2022

Tutkinto: Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine: Automaatiotekniikka
Ohjaajat: Jouni Häkkinen, Ryhmäpäällikkö
Reijo Leinonen, Lehtori

Insinööritö tehtiin osana Siemens Osakeyhtiön asiakasprojektia. Kokonaisprojektin tavoitteena oli luoda toimiva ja modernisoitu kiinteistöautomaatiojärjestelmä asiakkaan kaikkiin kiinteistöihin. Insinööritö rajattiin kiinteistöjen suuren lukumäärän vuoksi kokonaisprojektin alkuosaan, jolloin tarkastelussa oli ensimmäinen kohdekiinteistö.

Insinööritössä projektin osuus käsiteltiin sen etenemisen mukaan. Työ sisälsi alakeskustason ohjelman suunnitteluvaiheen ja ohjelmoinnin, valvomografiikkojen piirron sekä käyttöönoton ja testauksen toteutuksen kohteessa. Insinööritössä tarkasteltiin myös kiinteistöautomaation rakennetta, järjestelmiä, laitteita ja eri tiedonsiirto-menetelmiä. Tiedonkeruu toteutettiin eri verkkomateriaalien, alan kirjojen sekä yrityksen sisäisten dokumenttien avulla.

Insinööritöön lopputuloksena valmistui toimiva kiinteistöautomaatiojärjestelmä, jonka käyttöönotto ja testaukset menivät onnistuneesti ensimmäisessä kohdekiinteistössä. Insinööritössä tehtyjä alakeskusohjelmia, grafiikoita ja käyttöönoton huomioita tul- laan merkittävästi hyödyntämään tulevissa kokonaisprojektin kohteissa.

Avainsanat: Siemens, Automaatiojärjestelmä, Modernisointi

Abstract

Author: Mika Munukka
Title: Modernization of Building Automation System
Number of Pages: 32 pages + 1 appendix
Date: 17 January 2022

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Electrical and Automation Engineering
Professional Major: Automation Engineering
Supervisors: Jouni Häkkinen, Group Manager
Reijo Leinonen, Senior Lecturer

This bachelor's thesis work was done as part of a Siemens customer project. The goal of the overall project was to create a functional and modernized building automation system for all the customer's properties. Due to the large number of properties, the thesis work was limited to the beginning of the overall project, where the first target property was under review.

In the bachelor's thesis work, the project was dealt with according to its progress. The course of work included the design phase and programming of the automation station program, design of UI graphics, and the implementation of commissioning and testing at the site. The structure, systems, equipment, and various data transfer methods of building automation were also examined. The data collection was carried out with the help of various online materials, industry books and the company's internal documents.

As a result, a functioning building automation system was completed. The commissioning and testing took place successfully in the first target property. The program, graphics and implementation considerations in the thesis will be significantly utilized in future sites of the overall project.

Keywords: Siemens, automation system, modernization

Sisällysluettelo

1	Johdanto	1
2	Kiinteistöautomaatio	2
2.1	Automaatiojärjestelmä	2
2.1.1	Rakenne	2
2.1.2	Hallintotaso	3
2.1.3	Automaatiotaso	4
2.1.4	Kenttätaso	4
2.2	Alakeskusohjelmisto	5
2.3	Valvomojärjestelmä	7
2.3.1	Desigo Insight	7
2.3.2	Desigo CC	8
2.4	Valvonta-alakeskus (VAK)	9
2.4.1	I/O-moduulit	10
2.4.2	Proessori (alakeskus)	11
2.4.3	Mini-PC	12
2.5	Tiedonsiirto	13
2.5.1	Modbus	14
2.5.2	LON-väylä	14
2.5.3	KNX	15
2.5.4	BACnet	16
3	Automaatiojärjestelmän modernisointi osana energiansäästöä	18
3.1	Modernisointi	18
3.2	Energiankäyttö	18
3.2.1	Yleisesti	18
3.2.2	Projektissa	18
3.3	Kysyntäjousto	19
3.3.1	Yleisesti	19
3.3.2	Projektissa	20
4	Projektin osat	20
4.1	Suunnitteluvaihe	20
4.2	Alakeskusohjelmointi	20

4.3	Valvomojärjestelmän asennus	24
4.4	Valvomografiikoiden piirto	25
4.5	Käyttöönotto ja testaus	26
4.5.1	Työn kulku	26
4.5.2	Mini-PC	27
5	Yhteenveto	28
6	Loppusanat	30
	Lähteet	31

Lyhenteet

- AC: *Alternating current*. Vaihtovirta.
- AI: *Analog Input*. Analoginen tulo.
- AO: *Analog Output*. Analoginen lähtö.
- ASCII: *American Standard Code for Information Interchange*. 128 merkki-
paikan laajuinen sähköisen viestinnän merkkikoodausstandardi.
- BACnet: *Building Automation and Control network*. Tietoliikenneprotokolla.
- CAT 6: Kieritetty parikaapeli verkon käyttöön.
- CPU: *Central Processing Unit*. Prosessori.
- DCS: *Distributed Control Systems*. Hajautettu ohjausjärjestelmä.
- DI: *Digital Input*. Digitaalinen tulo.
- DIN-kisko: Sähköasennuksissa ja koteloidissa käytetty standardoitu kisko.
- DO: *Digital Output*. Digitaalinen lähtö.
- I/O: Input/Output. Signaalit tiedonsiirtoon.
- IP: *Internet Protocol*. Päätelaitteiden osoitteellistaja.
- IV-kone: Ilmanvaihtokone.
- KNX: Avoin tiedonsiirto-protokolla.
- LAN: *Local Area Network*. Lähiverkko.

LON: *Local Operating Network*. Avoin standardi verkkoalustoille.

LVI: Lämpö, vesi ja ilma.

M-bus: *Meter Bus*. Kenttäväylästandardi.

PLC: *Programmable Logic Controller*. Ohjelmoitava logiikka.

RAU: Rakennusautomaatio.

RTU: *Remote Terminal Unit*. Etäpääte-laite.

TCP-IP: *Transmission Control Protocol / Internet Protocol*. Usean internet tietoliikenneprotokollan yhdistelmä.

VAK: Valvonta-alakeskus.

VDC: *Volts of direct current*. Tasavirta.

WLAN: *Wireless Local Area Network*. Langaton lähiverkko.

XML-kieli: *Extensible Markup Language*. Merkintäkielien standardi

1 Johdanto

Siemens toteuttaa kiinteistöautomaatiojärjestelmän modernisoinnin asiakkaan tilaamana projektityönä. Asiakkaalle tehdyn kokonaisprojektin tavoitteena on vähentää kohteen kiinteistöjen energiankulutusta uudelleenohjelmoimalla jo olemassa olevia rakennusautomaatiojärjestelmiä. Tehdyt muutokset ovat ohjelmallisia toimintoja, eikä hankkeessa uusita laitteita. Energiansäästötoimenpiteet suoritetaan määriteltyihin asiakkaan kiinteistöihin. Järjestelmän käyttöönotot eri kiinteistöissä on asetettu ohjelmien ja grafiikoiden valmistumisen myötä koko projektin ajalle.

Ennen energiatehokkuustoimien ohjelmointia asiakas on kartoittanut kiinteistöjen LVI-prosessit, joita ei ole liitetty rakennusautomaatiojärjestelmään. Ohjelman ja asetusarvojen muodostuksessa kyseiset LVI-prosessit on huomioitu siten, ettei niiden toiminta kärsi tai vaaraa pääse muodostumaan. Siemensin käyttöönottaja ja asiakas yhdessä määrittävät lopulliset asetusarvot ja toimenpiteet käyttöönotossa, minkä jälkeen vastuu asetusarvojen hienosäädöstä siirtyy asiakkaalle. Kaikki asetusarvot ja aikaohjelmat ovat käyttäjän määriteltävissä valvomografiikalta.

Insinööriyö tarkastelee kokonaisprojektin alkuosiota. Rajaus on tehty kokonaisprojektin kiinteistöjen suuren lukumäärän sekä projektin kokonaiskeston vuoksi. Tarkastelu pitää sisällään projektin ensimmäisen kiinteistön ohjelman suunnittelun, ohjelmoinnin, grafiikoiden piirron sekä käyttöönoton toteutuksen kohteessa. Tarkastelu sisältää myös projektin tavoitteiden ja tulosten läpikäynnin. Tietosuojaan vuoksi insinööriyössä on käsitelty tehtyä projektia yleisellä tasolla, eikä asiakasta tai muita tarkempia tietoja ole mainittu.

Siemens Osakeyhtiö toimittaa Suomessa ja Baltiassa ratkaisuja, tuotteita ja palveluita automaatioon, digitalisaatioon ja sähköistykseen. Yhtiön teknologiaratkaisut mahdollistavat kilpailukykyisen teollisuuden, tuottavat kiinteistöt ja älykkään sähköverkon. Siemens Osakeyhtiön toiminta ulottuu Suomen lisäksi Viroon, Latviaan ja Liettuaan. Liikevaihtoa yhtiöllä oli tilikautena 2020 noin 204

miljoonaa euroa ja henkilöstömäärä noin 430. Noin 200 maassa toimiva Siemens AG omistaa Siemens Osakeyhtiön. Siemens AG:n liikevaihto oli tilikaudella 2020 noin 57 miljardia euroa ja henkilöstömäärä noin 290 000. [1.]

2 Kiinteistöautomaatio

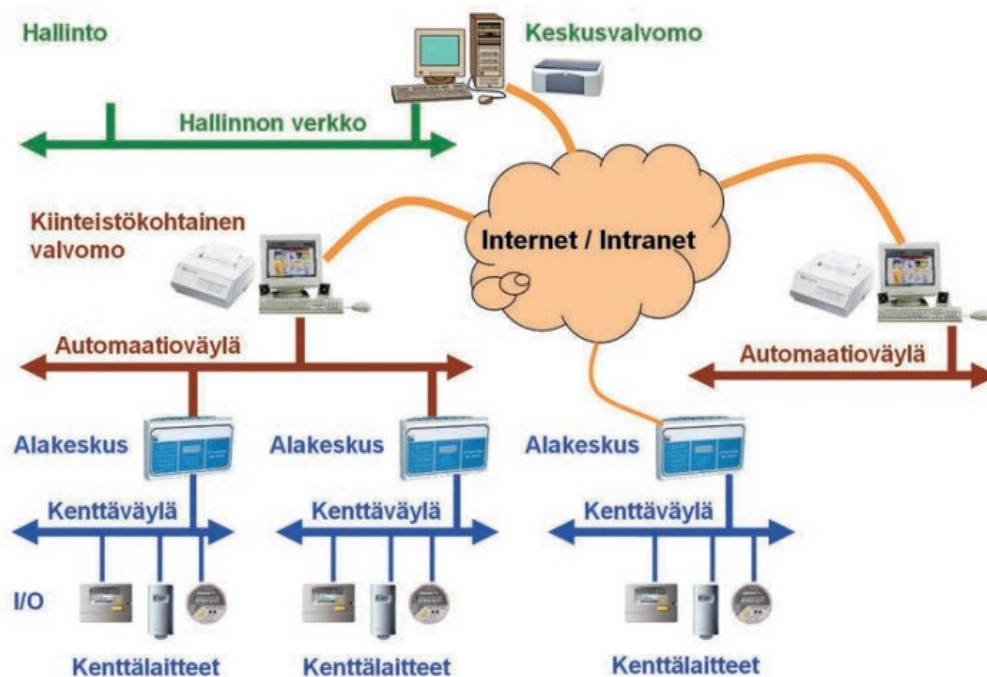
2.1 Automaatiojärjestelmä

Automaatiojärjestelmä tarkoittaa järjestelmäkokonaisuutta, jolla ohjataan ja valvotaan kokonaisprosessien toimintaa tehokkaasti ja turvallisesti. Kiinteistöautomaatio pitää sisällään toimintoja prosessien säätöön, ohjaukseen, valvontaan ja hälytyksiin. Näiden toimintojen avulla hallitaan kiinteistöjen taloteknilliset prosessit ja turvallisuusprosessit. [2, s. 9.]

2.1.1 Rakenne

Automaatiojärjestelmän rakenteella on suora merkitys siihen, miten oheisjärjestelmät esimerkiksi talouden järjestelmät sekä laatujärjestelmät, keskustelevat muiden järjestelmän osien kanssa. Oleellinen osa järjestelmässä on jakaa laitteistoresurssit eri tasoille. Keskitetyssä järjestelmässä on yksi tietokone, joka hoitaa järjestelmän kaikki toiminnot ja tehtävät. Hajautetussa järjestelmässä puolestaan prosessien ohjaus ja valvonta sekä niitä vastaavat resurssit on liitetty lähemmäksi prosessia. [2, s. 9.]

Nykyisin käytössä olevat kiinteistöautomaatiojärjestelmät voidaan jakaa kolmeen hierarkkiseen tasoon, jotka ovat hallinto-, automaatio- ja kenttätaso. [3, s. 59.]



Kuva 1. Automaatiojärjestelmän hierarkkinen rakenne. [2, s. 10.]

2.1.2 Hallintotaso

Hallintotaso koostuu PC-valvomoista, joiden tehtävänä on toimia käyttäjärajapintana järjestelmään päin. Valvomoita voi olla yksi tai useampi automatisoitavan kiinteistön sisällä olevalla paikallistasolla. Tätä kokonaisuutta kutsutaan paikallisvalvomoksi. Myös etävalvomossa eli keskusvalvomossa voi olla vaihteleva määrä PC-valvomoita. Etävalvomo sisältää usean kiinteistön keskitetyn valvonnan. Itse käyttäjä voi valvomon välityksellä esimerkiksi tarkastella graafisia prosessikuvia, tehdä muutoksia aikaohjelmiin ja asetusarvoihin sekä katsoa eri hälytystietoja. [3, s. 59.]

Kommunikaatio etävalvontaverkossa yhdistää yksittäisten kiinteistöjen alakeskuksia ja valvomoita keskusvalvomoon. Yhteyden muodostus on mahdollista toteuttaa monella eri tavalla. Usein olemassa olevaa lähiverkkoa käytetään yhteyden muodostukseen kohteissa, joissa ei välttämättä ole omaa valvomoa. [2, s. 10.]

Yleisesti kommunikointi paikallisissa kohteissa perustuu Ethernet-väylään, ja etävalvontaa käyttävissä kohteissa käytetään laajakaistatekniikkaan perustuvia internetyhteyksiä. Internet- ja LAN-yhteydet pohjautuvat TCP-IP-protokollaan. Myös avoimia tiedonsiirtoratkaisuja on mahdollista käyttää, ja ne tuovat joustavuutta etähallintaan, mutta vastaavasti ne voivat aiheuttaa tietoturvallisia haasteita. [3, s. 60.]

2.1.3 Automaatiotaso

Automaatiotaso sisältää itsenäiset alakeskukset ja niihin liitetyt I/O-moduulit. I/O-pisteisiin liitettyjen kenttälaitteiden prosessien ohjaus tapahtuu alakeskusten sisällä ohjelmoitujen ohjelmien kautta. [3, s. 60.]

Alakeskuksissa on oma käyttöjärjestelmä ja säätöohjelmat, jotka toimivat käyttäen laitteen prosessoria ja muistia. Kaikki ohjaus-, säätö- ja valvontaoperaatiot suoritetaan alakeskusten avulla. Tyypillisissä alakeskuksissa on 30–200 tulo- ja lähtöpisteen liitännämahdollisuus. I/O-pisteisiin liitettävät kenttälaitteet ovat esimerkiksi antureita, venttiilejä, pumppuja tai muita toimilaitteita. [2, s. 11.]

Kommunikaatio automaatiotasolla perustuu yleisesti LAN-verkkoon ja TCP-IP-protokollaan. Käytetty paikallisverkko on yleensä Ethernet-verkko, joka sisältää standardin CAT 6 mukaisen kaapeloinnin. Pidemmässä verkkokaapeloinneissa käytetään optisia kuituja. Mobiilien käyttölaitteiden yhteyden muodostuksessa käytetään puolestaan langatonta WLAN-verkkoa. [3, s. 61.]

2.1.4 Kenttätaso

Kenttätaso pitää sisällään kaikki kenttälaitteet, kuten anturit ja toimilaitteet. Anturit mittaavat reaaliaikaisen tiedon prosesseista ja niiden olosuhteista. Alakeskusten ohjelmat käyttävät anturien välistä vertailtua dataa automaatiosuunnitelmien ja käyttäjän asettamien tavoitteiden saavuttamiseksi. Anturien datan avulla ohjataan toimilaitteita halutulla tavalla. Kenttätasolla voi olla myös alakeskuksen väylän kautta kommunikoivia I/O-moduuleita, joita kutsutaan hajautetuksi

I/O:ksi. Myös itsenäisiä huonesäätimiä ja integroituja säätimiä on kasvavissa määrin nykyisellä kenttätasolla. [3, s. 61.]

Kenttälaitteiden tiedonsiirtoa alakeskuksiin kutsutaan kenttäväyläksi. Kenttäväylä on mahdollista toteuttaa osoitteellisen sarjaliittimen avulla, jolloin kenttälaitteiden täytyy olla digitaalisia. On myös tavallista, että jokainen kenttälaitte yhdistetään alakeskukseen omalla kaapelilla, jolloin viestien liike tapahtuu jännitteen ja virran avulla. [2, s. 11.]

Yleisesti tunnetuimpia kenttäväylästandardeja ovat BACnet, ModBus, KNX ja M-bus. Käytetty väylä riippuu täysin asiakkaan valinnoista sekä urakoitsijan käyttämistä vaihtoehdoista. [3, s. 61.]

2.2 Alakeskusohjelmisto

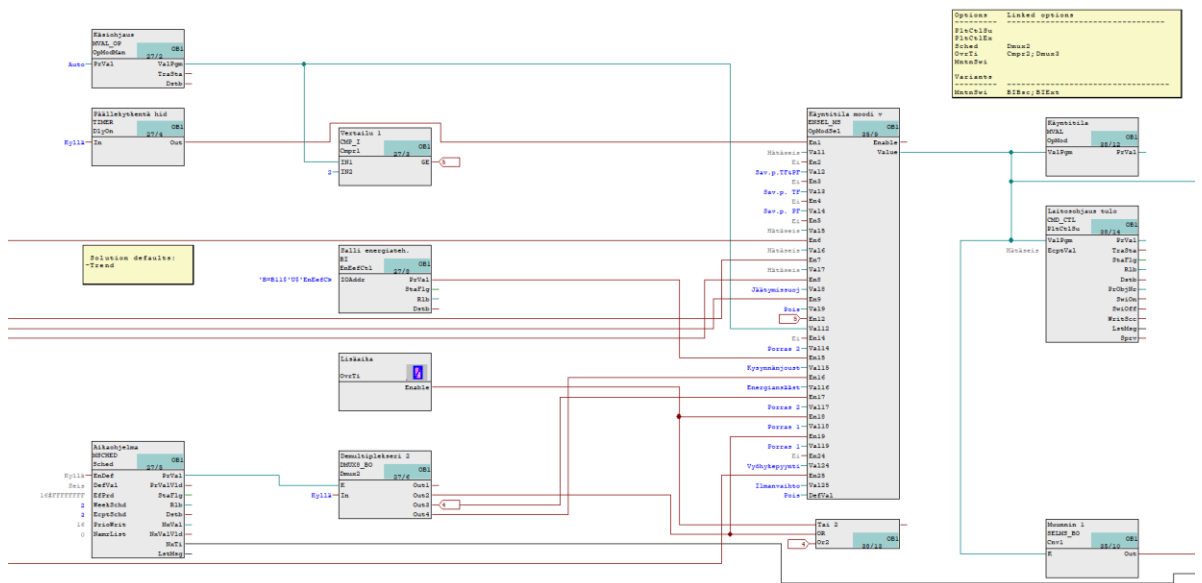
Nykyisin alakeskuksen täytyy selvitä entistä vaativammista tehtävistä, mikä asettaa suuret vaatimukset käyttöjärjestelmälle ja alakeskustason ohjelmistolle. Uusia vaatimuksia alakeskustasolle asettavat esimerkiksi TCP/IP-tiedonsiirto, selainpohjaiset graafiset käyttöliittymät sekä avoimien tiedonsiirtoprotokollien sisältämät toiminnot. [3, s. 75.]

Alakeskustason ohjelmistojen kautta tapahtuvat kaikki prosessienhallinnalliset toimet. Valvonta-alakeskuksen toiminnallisuuksia ohjaava ohjelma tuotetaan alakeskusohjelmiston avulla, jonka jälkeen tehty ohjelma ladataan prosessoriin. Prosessorin kautta ohjelma suorittaa kaikki halutut tehtävät ja toimintaprosessit.

Sovellusohjelmointi siis määrittää ohjattavien prosessien toimintaperiaatteet ja niihin yhdistetyt I/O-pisteet. Sovellusohjelmointi kokoaa aliohjelmat ja sovittaa ne asiakaskohtaiseen prosessiin, esimerkiksi kohteen IV-koneen säätöön. Käytetyt sovellusohjelmointikielet ovat yleisesti valmistajakohtaisia tai standardeihin pohjautuvia, kuten Pascal, IEC 61131-3, Basic ja C. Käytössä on myös grafiikkaan pohjautuvia sovelluskehittämiä, joissa eri prosessit kuvataan graafisina ohjelmalohkoina. Näissä sovelluskehittimissä on yleensä graafinen käyttöliittymä,

jonka avulla ohjelmalohkojen ja I/O-pisteiden väliset yhteydet esitetään graafisesti. Ohjelmointivaiheessa sovelluskehittimien käytön etuina ovat havainnollisuus ja selkeys. Graafisien ohjelmalohkojen käyttö vähentää virheiden määrää ja nopeuttaa merkittävästi sovellusohjelmointia. Sovelluskehittimet toimivat yleisesti ohjelmointivaiheen työkaluna, ja ne ovat harvoin tarpeellisia loppukäyttäjälle. [3, s. 76.]

Siemens käyttää Xworks Plus -ohjelmistoa kiinteistöautomaatiojärjestelmän suunnitteluun, käyttöönottoon ja huoltoon. Ohjelmiston eri työkalujen avulla voidaan esimerkiksi määrittää kaikki verkko- ja väyläasetukset, järjestelmän I/O-pisteet sekä projektin rakenne. Itse ohjelmointi koostuu graafisista ohjelmalohkoista. Työkaluja löytyy myös ohjelman konfigurointiin, simulointiin ja lataukseen, huoneautomaation toteutukseen, I/O-pisteiden testaukseen sekä tietojen raportointiin.



Kuva 2. Näkymä Xworks Plus -ohjelman CFC-työkalusta ja sen graafisista ohjelmalohkoista.

Insinööritöiden ohjelmointivaiheessa on asiakkaalle tuotettu Xworks Plus -ohjelmistolla uusi alakeskusohjelma, joka pitää sisällään myös uudet energiansäästölliset muutokset. Uusi ohjelma sisältää muutoksia mm. verkostojen

lämpötilansäätöön, IV-koneiden käyntiin, prosessien aikaohjaukseen sekä valaistuksen ja huonesäätöjen toimintaan.

2.3 Valvomojärjestelmä

Valvomot ovat tärkeänä osa kiinteistöautomaatiojärjestelmiä sekä niiden hyödynnettävyyttä. Valvomojärjestelmän oikea ja tehokas käyttö ovat kiinteistöjen toimivuuden, energiatehokkuuden ja turvallisuuden perusedellytyksiä. [4, s. 4.]

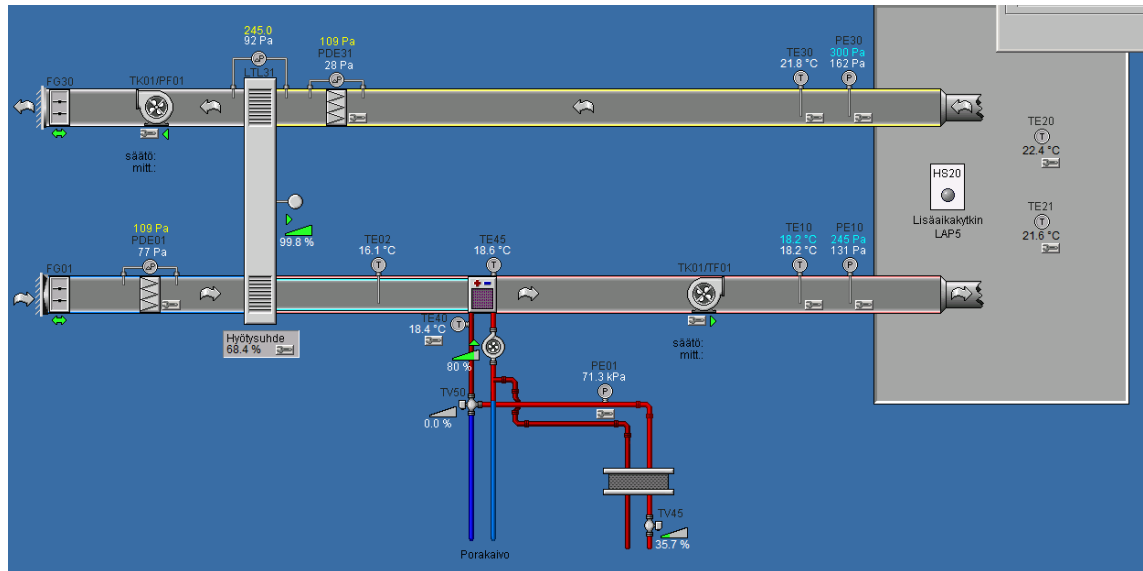
Kiinteistöjen kaikki ohjaukset, paikalliset- ja etävalvonnat sekä energiaseurannat suoritetaan valvomojärjestelmän kautta. Nykyisin käytössä on lukuisia valvomojärjestelmiä eri valmistajilta. Automaatiojärjestelmä ja valvomo ovat kiinteistön pitkän tähtäimen hankintoja, joiden vaikutus kestää vuosia. Kiinteistöjen elinkaaren kustannuksia tarkastelemalla nähdään, että rakennusvaiheen osuus on noin 25 % ja loput 75 % tulevat itse käyttövaiheesta. Käyttövaiheen keskeisin työkalu on valvomojärjestelmä. Järjestelmän avulla voidaan seurata mm. laitteiden toimintaa ja pitää yllä laadukkaita sisäolosuhteita sekä energiatehokkuutta. Esimerkkinä vuorokausi- ja viikkoseurannalla voidaan selvittää, milloin virhetoimintoja on ilmennyt. Yleensä myös seurannassa ovat toimintojen asetusarvot ja sisäolosuhteet sekä niiden pysyvyys. Lisäksi voidaan tarkastella esimerkiksi, kuinka hyvin lämmönsiirtimeltä tulevan veden lämpötila noudattaa asetusarvoa ja miten ilmanvaihtokoneiden käynnistyminen onnistuu sujuvasti. [4, s. 9.]

Siemens käyttää nykyisin Desigo CC -valvomojärjestelmää. Insinööriyössä on tehty Desigo CC:n avulla kohteen valvomografiikat sekä muut valvomon sovellukset ja asetukset. Tarkastelussa on myös kohteen aikaisempi valvomojärjestelmä Desigo Insight.

2.3.1 Desigo Insight

Desigo Insight on valvomojärjestelmä, jonka avulla voi suorittaa kiinteistöautomaation valvonnan, hallinnan ja prosessien visualisoinnin. Valvomojärjestelmän työkaluja ovat mm. graafinen käyttöliittymä, järjestelmäselain, hälytyspaneeli,

hälytyksien reititys, ajastettujen toimintojen käsittely sekä trendityökalu. Järjestelmää on mahdollista käyttää paikallisesti, etänä tai selaimen kautta. [5, s. 18–19.]

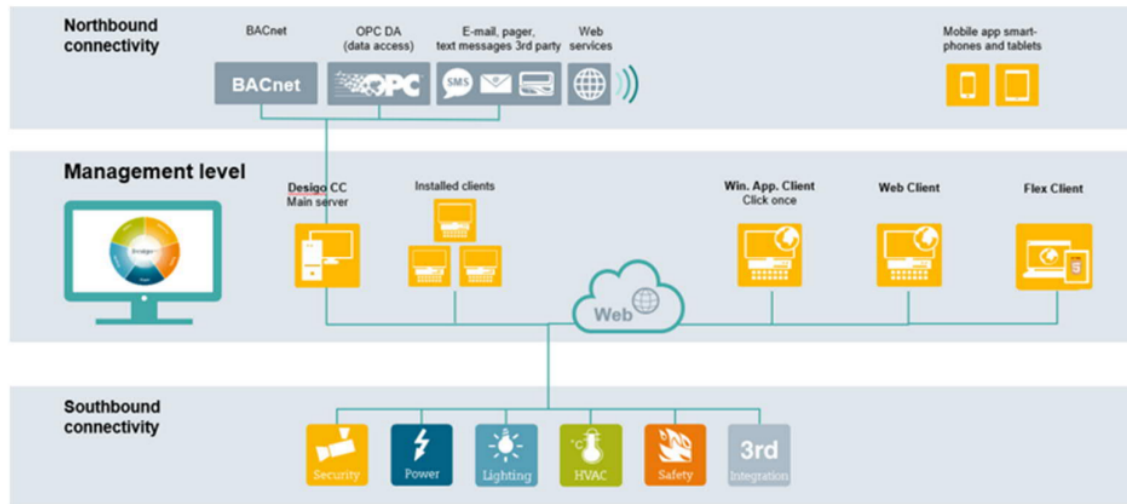


Kuva 3. Kohdekiinteistön ensimmäisen IV-koneen grafiikkakuva vanhassa Desigo Insight -valvomojärjestelmässä.

Desigo Insight on Siemensin aikaisemmin käyttämä valvomojärjestelmä ennen nykyisen Desigo CC:n käyttöä. Desigo Insight -järjestelmän käyttö ollaan lopettamassa vaiheittain, kuten tässäkin insinööriyön tarkastelemassa projektissa on tapahtunut. Järjestelmä tulee olemaan kuitenkin pitkään käytössä eri kohteissa ennen kokonaisvaltaista siirtymistä uudempaan järjestelmään.

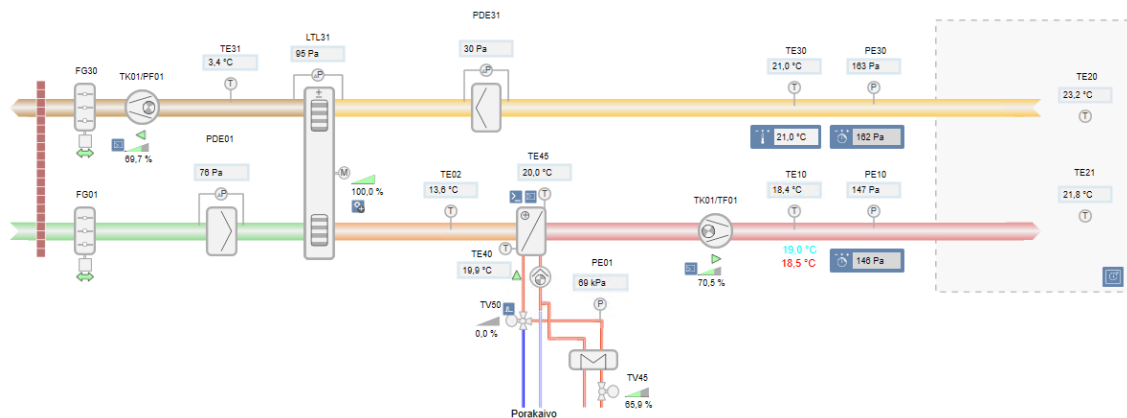
2.3.2 Desigo CC

Siemensin Desigo CC on markkinoiden laajin kiinteistöhallintajärjestelmä. Desigo CC antaa käyttäjälle mahdollisuuden optimoida ja hallita kaikkia kiinteistön järjestelmiä kerralla. Hallintajärjestelmään voidaan integroida esimerkiksi ilmanvaihto, lämmitys, valaistus, huonekohtainen automaatio, kaihdinten asento, energiankulutus, turvajärjestelmät ja paloturvallisuus. Desigo CC on laaja työkalu kiinteistön kokonaistoiminnan ylläpitoon. [6.]



Kuva 4. Desigo CC -järjestelmän rakenne ja kuvaus. [7.]

Desigo CC on Siemensin tällä hetkellä käyttämä valvomojärjestelmä. Insinööri-työn projektissa alakeskustason ohjelma nostettiin Desigo CC -valvomojärjestelmään, jonka I/O-pisteiden perusteella ja aikaisempien Desigo Insight -grafiikkakuvien pohjalta luotiin uudet valvomografiikat ja muut järjestelmäasetukset.

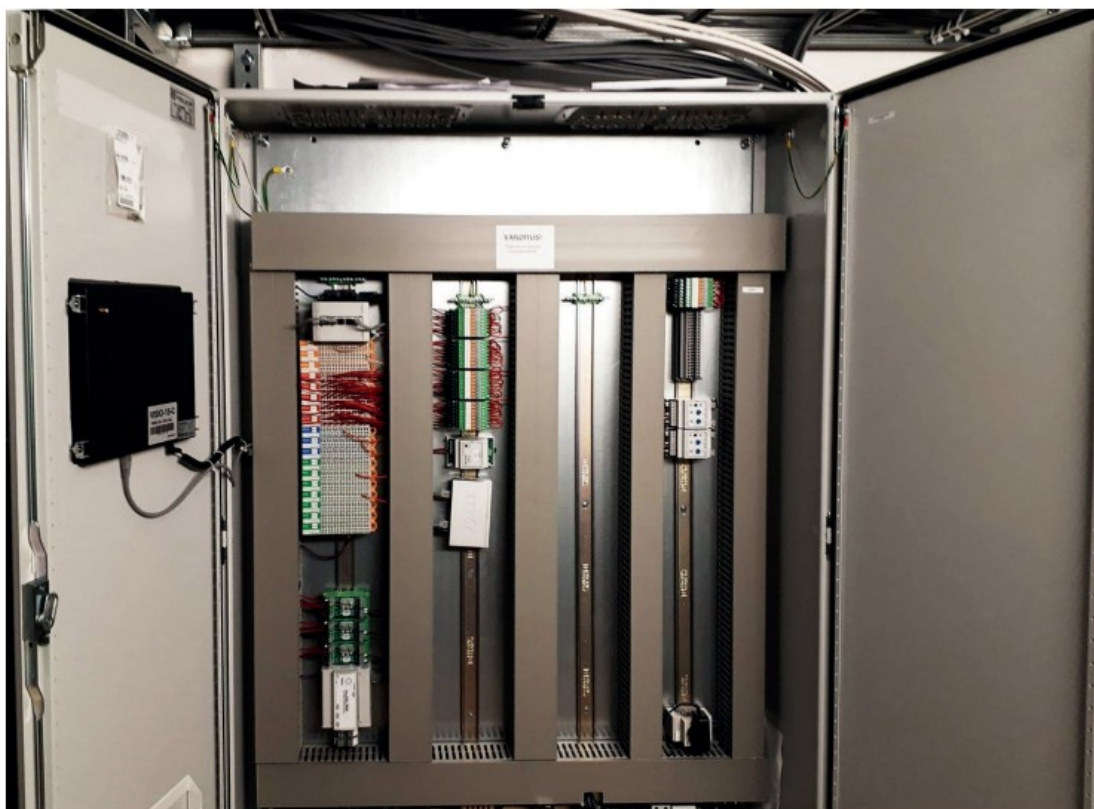


Kuva 5. Kohdekiinteistön ensimmäisen IV-koneen grafiikkakuva uudessa Desigo CC -valvomojärjestelmässä.

2.4 Valvonta-alakeskus (VAK)

Valvonta-alakeskus on yksi kiinteistöautomaation keskeisin laitteistojen kokonaisuus. Kaikki alakeskuslaitteet asennetaan yleensä erilliseen alakeskuslaitekaappiin, johon on myös mahdollista asentaa muita prosessin ohjaukseen tarkoitettuja laitteita. Yleensä kenttäkaapelointi kuljetetaan kaapelikouruissa

pienjännitejohtimien kautta I/O-liittimille. Alakeskuksen ja kenttälaitteiden jännitesyöttöä varten on usein käytössä 24 V:n AC-muuntaja. [3, s. 71.]



Kuva 6. Alakeskuslaitekaappi. [3, s. 71.]

2.4.1 I/O-moduulit

Alakeskuksessa on I/O-moduuleita, jotka asennetaan alakeskuskaapin pohjalle DIN-kiskoon, pistokeliitäntäisiin moduulipohjiin tai erilliseen korttikehikkoon. Sisäisen tiedonsiirtoväylän avulla I/O-moduulit kytketään keskustelemaan alakeskuksen CPU-kortin kanssa. Erityyppisiä I/O-pisteitä varten on omat I/O-moduulit tai yhdistelmäkortit, joihin on mahdollista liittää useita pistetyyppejä. [3, s. 68.]

Alakeskuksissa käytetyt moduulityypit ovat DI (indikointi- ja hälytyspiste), DO (ohjauspiste), AI (mittauspiste) ja AO (säätöpiste).

Tyypillisesti yhteen moduuliin on mahdollista kytkeä 8–40 kentällä sijaitsevaa fyysistä I/O-pistettä. Pisteet ovat esimerkiksi päälle/pois ohjauksia, hälytystuloja

tai lämpötila-antureita. Alakeskuksen pistemäärä on yleisesti noin 100, mutta pistemäärä voi olla kohteen vaatimuksista riippuen useita satoja. Tämän ilmiön on mahdollistanut CPU-korttien kehitys sekä niiden tehon ja kokoluokan kasvu. [3, s. 68.]

Muita alakeskuksen varusteita ovat esimerkiksi virransyötön häiriösuodattimet, johdonsuojat, pääkytkin sekä 230 V AC -pistorasia tietokonetta varten. [3, s. 71.]



Kuva 7. Projektin kohteen VAK-kaappi, näkyvillä myös Mini-PC ja verkkokytkin.

2.4.2 Prosessori (alakeskus)

Automaatioyksiköt eli prosessorit muodostavat infrastruktuurin järjestelmä- ja sovelluskohtaisten toimintojen asentamista ja käsittelyä varten. Projektin

kohteessa on käytössä PXC100 E.D -automaatioyksikkö. PXC100 E.D on modulaarinen ja vapaasti ohjelmoitava prosessori LVI- ja kiinteistöautomaatiolaitoksia varten. Laitteen tiedonsiirto tapahtuu avoimessa väyläjärjestelmässä. Tarpeen mukaan laite voi toimia itsenäisesti, tai se voidaan yhdistää osaksi järjestelmää. Laite pitää sisällään valvomotoiminnot esimerkiksi aikaohjelmat, trenditoiminnot, kaukokäytön, hälytysten reitityksen ja käsittelyn sekä koko verkon laatuksen pääsuojaus. [8.]



Kuva 8. DESIGO PX, alakeskus, 200 I/O, IP, modulaarinen. [8.]

2.4.3 Mini-PC

Mini-PC on kompakti tietokone, jonka avulla saadaan luotua etäyhteys eri kiinteistöautomaation kohteisiin. Laitteen suorituskyky on valittu prosessien tarpeiden mukaisiksi. Mini-PC:n käyttö vähentää tarvetta paikan päällä tapahtuville käyttöönotoille ja luo näin kustannussäästöä projektille.



Kuva 9. Mini-PC asennettuna kohteessa.

Projektin kohteeseen on laitettu Mini-PC toimintavalmiuteen alakeskuslaitekaapin sisälle käyttöönoton yhteydessä. Mini-PC:ssä on oma palvelin, johon voi ottaa etäyhteyden. Laite keskustelee USB-modeemin ja RAU-verkon välityksellä alakeskuksen kanssa, jolloin käyttöönoton jälkeiset muutokset voidaan tehdä sujuvasti etänä.

2.5 Tiedonsiirto

Eri väyläpohjaisia tiedonsiirtojärjestelmiä on markkinoilla kymmeniä. Käsittelyn piiriin on otettu yleisimmät Siemensillä käytössä olevat tiedonsiirtoratkaisut. Väyläpohjaisien yhteystapojen määrittelyssä tulee huomioida siirretyn tietomäärän koko sekä sen luotettavuus. Uusin tekniikka ei aina ole hyödyllisin käytettävä vaihtoehto, koska esimerkiksi hidaskin siirtonopeus voi hyvin riittää pieneen ja yksinkertaiseen sovellutukseen. On kuitenkin tärkeää ottaa huomioon ratkaisun laajennusmahdollisuudet sekä mahdollinen liittyminen muihin järjestelmiin. Yleisesti tiedonsiirtoratkaisun valinta on riippuvainen urakoitsijan ja asiakkaan käyttämistä väyläratkaisuista. [2, s. 119.]

2.5.1 Modbus

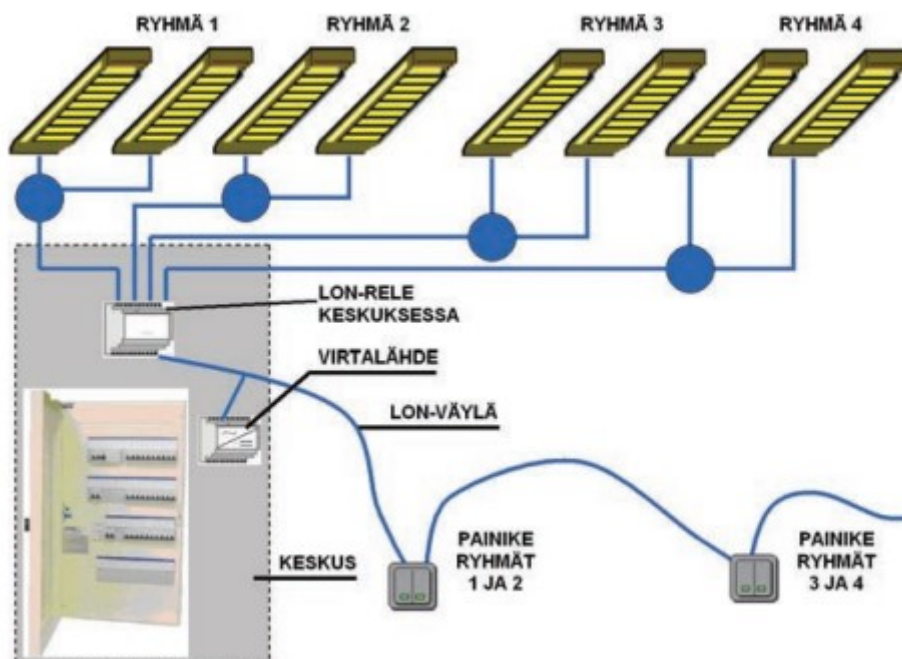
Modbus on tiedonsiirtoprotokolla, joka on alkujaan luotu ohjelmoitavien logiikoiden tiedonsiirtoon. Modbus on avoimeen arkkitehtuuriin perustuva väylä, jonka käyttäviä toimilaitteita voi valmistaa kuka tahansa ilman korvausta protokollan kehittäjille. Modbus-tiedonsiirtoa käytetään paljon esimerkiksi teollisuuden sovelluksissa, kiinteistöautomaatiokohteissa, pitkän matkan tiedonsiirrossa, energian optimointijärjestelmissä sekä ohjauspaneelien yhdistämisessä. Modbus on hyvä ja edullinen tiedonsiirtoratkaisu, joka yhdistää eri valmistajien toimilaitteita keskenään. [2, s. 140.]

Modbus on "master-slave"-järjestelmä, jossa "isäntälaitte" suorittaa kommunikoinnin yhden tai useamman "renkilaitteen" kanssa. Master on tyypillisesti ohjelmoitava logiikka, PC-tietokone, DCS hajautettu ohjausjärjestelmä tai RTU etäpäätelaitte. Renkilaitteet ovat yleisesti kaikki kenttälaitteet. Laitteiden väliset viestit sisältävät laitteiden osoitteet, tiedot ja tarkistusarvot virheiden havainnointiin. Kaikki verkon laitteet näkevät viestinnän, mutta vain osoitettu laite vastaa. Yleisemmät Modbus-versiot ovat Modbus ASCII, Modbus RTU ja Modbus TCP. Kaikissa Modbus-versioissa isäntälaitte lähettää funktiokoodin ja sen parametrit, jotka sisältävät kirjoittamisen alkuosoitteen, sanojen määrän ja itse tiedon. Ero versioiden välillä syntyy viestien koodauksessa. [9.]

2.5.2 LON-väylä

Toisistaan riippumattomat toimilaitteet ja niiden käyttö muodostetaan laitevalmistajista riippumattomalle väylälle. Tämä kokonaisuus on LON-verkon perusidea. LON-verkossa solmujen kommunikointi on luotu käyttäen Control Network -protokollan määrittämää kieltä. Muita järjestelmän osia ovat LonBuilder- ja LonMaker-kehitystyökalut, LonWorks-väyläsovittimet sekä oheiset aputuotteet esimerkiksi reitittimet, apuohjelmat ja sillat. LON-väylän käyttökohteita ovat mm. kiinteistöautomaatio, teollisuusautomaatiojärjestelmät, kulkuneuvot ja muut laitteistot. Nämä käytetyt solmut on mahdollista yhdistää verkoksi monilla eri

tiedonsiirtotavoilla esimerkiksi infrapunan ja kierretyn parikaapelin avulla. [2, s. 119–120.]



Kuva 10. Sähköasennuksen rakenne käyttäen LON-väylää. [2, s. 120.]

LON-väylän käyttämisen etuja ovat tarvittavien komponenttien ja kaapelointien vähentyminen. Kaapeloinnin vähenemisen myötä kytkentäpisteiden määrä laskee jopa kolmanneksella. Tämä ilmiö pienentää vikapisteiden määrää merkittävästi, koska yleensä viat löytyvät kytkentäpisteistä. [2, s. 121.]

2.5.3 KNX

KNX on tiedonsiirtoväylä kiinteistötekniikan tarpeisiin. Väylässä yhdistyvät käytön- ja energianhallinnan toiminnot. Kaikkien toimintojen linkitykseen käytetään yhtä väyläkaapelia. Väylä tarvitsee toimiakseen vain yhden kaksinapaisen kaapelin. KNX-tiedonsiirrossa voidaan käyttää useita eri medioita, esimerkiksi sähköverkkoa, kierrettyä parikaapelia, infrapunaa ja radioverkkoa. Väylän liittämisen muihin medioihin on myös mahdollista sillan avulla. [2, s. 129.]

KNX-järjestelmään on mahdollista liittää uusia toimintoja sekä jo olemassa olevia toimintoja voidaan muuttaa jälkeenpäin. Uusille toiminnoille luodaan vain uusi ryhmittely eikä uutta kaapelointia tarvitse tehdä. Merkittävä osa työstöstä suoritetaan Windows-pohjaisella suunnitteluohjelmistolla ennen varsinaista asennustyötä. Väyläkaapelina on käytössä 2-napainen heikkovirtakaapeli, jonka kautta kojeet ja laitteet saavat käyttöjännitteen 30 VDC \pm 2 V. Kaapelin kautta kulkevat myös valvonta-, kytkentä- ja ohjauskäskyt. [2, s. 129.]

2.5.4 BACnet

BACnet on yksi kiinteistöautomaation käytetyimmistä väyläratkaisuista, jota käytetään erityisesti LVI-tekniikan ohjaukseen. BACnet-verkossa olevat laitteet mallinnetaan objekteina, jotka koostuvat joukosta ominaisuuksia. Objekteja ovat esimerkiksi asetusarvot, järjestelmäpisteet, kalenteriohjelmat sekä aikaohjelmat. [2, s. 125–126.]

BACnet TCP/IP voi hyödyntää kiinteistössä olevaa yleiskaapelointia. Yleensä tätä ratkaisua käytetään, kun siirrettävää dataa on paljon esimerkiksi kiinteistöautomaation alakeskuksissa ja reitittimissä. BACnet TCP/IP-ratkaisussa laitteille luodaan oma IP-osoite ja sisäverkossa määritellään oma osoiteavaruus. Myös LON-väylä ja KNX tukevat BACnet-väyläratkaisua. Kun käytössä olevat KNX- ja BACnet-laitteet sekä LON-väylän käyttämät profiilit ovat informatiivisessa muodossa ja käytössä on XML-kieli, voidaan laitteille luoda XML-muotoinen tiedonsiirto, jonka avulla ne ovat yhteensopivia web-palvelinarkkitehtuurin kanssa. Joustavan web-palvelinarkkitehtuurin ja XML-kielen avulla voidaan laajentaa laitteet ja profiilit käsittelemään myös muiden tyyppisiä tiedonsiirtoratkaisuja. [2, s. 126.]

Standardi laitetyyppi	Toiminto
BACnet Operator Workstation (B-OWS)	B-OWS on operaattorin ikkuna BACnet-järjestelmään eli valvomotyöasema.
BACnet Building Controller (B-BC)	B-BC on yleiskäyttöinen, kentällä ohjelmoitava laite, joka pystyy erottelemaan rakennusautomaation ja kontrolloinnin eli vapaasti ohjelmoitava säädin.
BACnet Advanced Application Controller (B-AAC)	B-AAC on kontrollointilaitte, rajallisesti verrannollinen B-BC-laitteille. Ne on tarkoitettu spesifioituihin sovelluksiin ja auttavat osittain ohjelmallisuutta eli ohjelmoitava piensäädin.
BACnet Application Specific Controller (B-ASC)	B-ASC on kontrolloija joka on rajallisesti verrannollinen B-AAC-laitteille eli sovelluskohtainen piensäädin.
BACnet Smart Actuator (B-SA)	B-SA on yksinkertainen kontrollointilaitte rajallisilla mahdollisuuksilla eli älykäs toimilaitte.
BACnet Smart Sensor (B-SS)	B-SS on tunnusteleva laite erittäin rajallisilla mahdollisuuksilla eli älykäs anturi.
BACnet Gateway (B-GW)	B-GW toimii porttina muihin järjestelmiin eli on protokollamuunnin.

Kuva 11. BACnetin määrittämät standardin mukaiset laiteprofiilit. [2, s. 127.]

Aikaisemmin mainitun projektin käytössä olevan PXC100 E.D -alakeskuksen tiedonsiirto on toteutettu avoimessa väyläjärjestelmässä, jossa käytetään standardoitua BACnet-vakioprotokollaa. [8.]

3 Automaatiojärjestelmän modernisointi osana energiansäästöä

3.1 Modernisointi

Modernisointi tarkoittaa kiinteistöautomaatiojärjestelmän ohjelmallista päivitystä, jolloin olemassa olevaa laitteistoa ei tarvitse päivittää. Modernisoinnissa tehdään kokonaan uusi alakeskustason ohjelma, joka pitää sisällään kaikki uudet halutut toiminnallisuudet. Modernisointi eroaa saneerauksesta. Saneerauksessa ohjelmiston päivityksen lisäksi päivitetään myös laitteet.

3.2 Energiankäyttö

3.2.1 Yleisesti

Kiinteistöillä on suuri merkitys energiankäytössä. Pelkästään kiinteistöjen vaatima energiankäyttö vastaa noin 40 prosenttia energian loppukäytöstä Suomessa, mikä aiheuttaa noin 30 prosenttia maan kasvihuonepäästöistä. Energiankulutuksen suurimmat tekijät rakennuksissa ovat lämmitys, jäähdytys, valaistus sekä muiden sähkölaitteiden aiheuttama energiankäyttö. Energiankulutuksen ja säästön kannalta on erittäin tärkeää asettaa kulutustavoitteet sähkön, lämmön ja vedenkäytölle, koska suurin osa rakennusten elinkaarella tapahtuvasta energiankulutuksesta tapahtuu niiden käytön aikana. Tavoitteiden seuramiseksi tulee rakennuksissa olla järjestelmäkohtaiset mittaukset energiakäytölle. [10.]

3.2.2 Projektissa

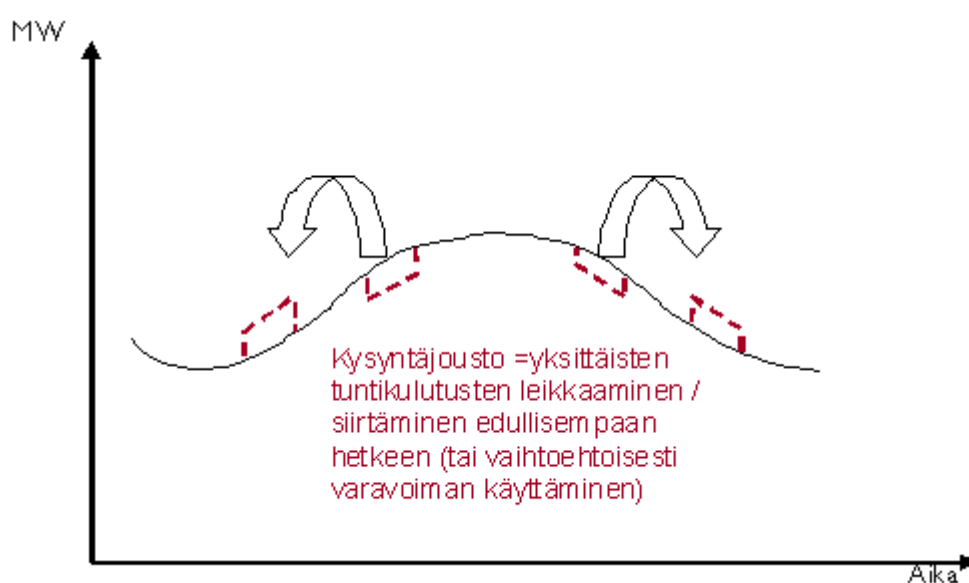
Projektin kohdekiinteistöön tehdyllä alakeskusohjelman uusimisella saadaan aikaan kaikki energiansäästölliset muutokset. Kiinteistön toimilaitteita ja koneita ei tarvitse uusia, vaan ohjelmalliset muutokset tekevät laitteistojen toiminnasta energiatehokkaampaa. Uusi alakeskusohjelma pitää sisällään muutoksia esimerkiksi prosessien aikaohjaukseen, verkostojen lämpötilansäätöön, IV-

koneiden käyntiin sekä huonesäätöjen ja valaistuksien toimintaan. Yhdessä nämä muutokset luovat energiatehokkaamman kiinteistön.

3.3 Kysyntäjousto

3.3.1 Yleisesti

Kysyntäjousto tarkoittaa sähkönkäytön rajoitusta ja sen siirtoa korkean hinnan ja kulutuksen tunneilta edullisempaan ajankohtaan. [11.]



Kuva 12. Kysyntäjouston kuvaus. [11.]

Kysyntäjousto optimoi resurssien käyttöä, lisää sähköjärjestelmän kokonaistehokkuutta, vähentää hiilijalanjälkeä sekä alentaa sähkönkäytön kustannuksia. [12.]

Kysyntäjoustoa tullaan tarvitsemaan tulevaisuudessa lisää, koska uusiutuvan energian ja ydinvoiman joustamattoman tuotannon määrä sähköverkossa kasvaa. Tuotannon joustamattomuus aiheuttaa haasteita nykyiselle energiamarkkinalle, jossa käydään kauppaa vain energialla. Kysynnäjouston lisääminen on merkittävässä osassa nykyisen energiamarkkinan säilymisen turvaamisessa. [13.]

3.3.2 Projektissa

Kysynnänjousto on toteutettu alakeskustasolla ohjelman yleisen U-Chart-lohkon kautta. Energiayhtiön kysynnänjoustotieto välitetään kiinteistöautomaatiojärjestelmään tilatietona BI-pisteen kautta. Energiayhtiö siis toimittaa alakeskukseen etäohjattavan laitteen, jonka kysynnänjousto-ohjaustieto kytketään rakennusautomaatiojärjestelmän BI-pisteeseen.

4 Projektin osat

4.1 Suunnitteluvaihe

Siemens on saanut uuden projektin, kohteen kiinteistöautomaatiojärjestelmän modernisoinnin. Selvisi, että projekti sopii insinööriyöksi. Insinööriyön tarkastelu kohdennettiin projektin alkuosaan. Tarkastelu pitää sisällään projektin ensimmäisen kiinteistön ohjelman suunnittelun, ohjelmoinnin, grafiikoiden piirron sekä käyttöönoton toteutuksen kohteessa.

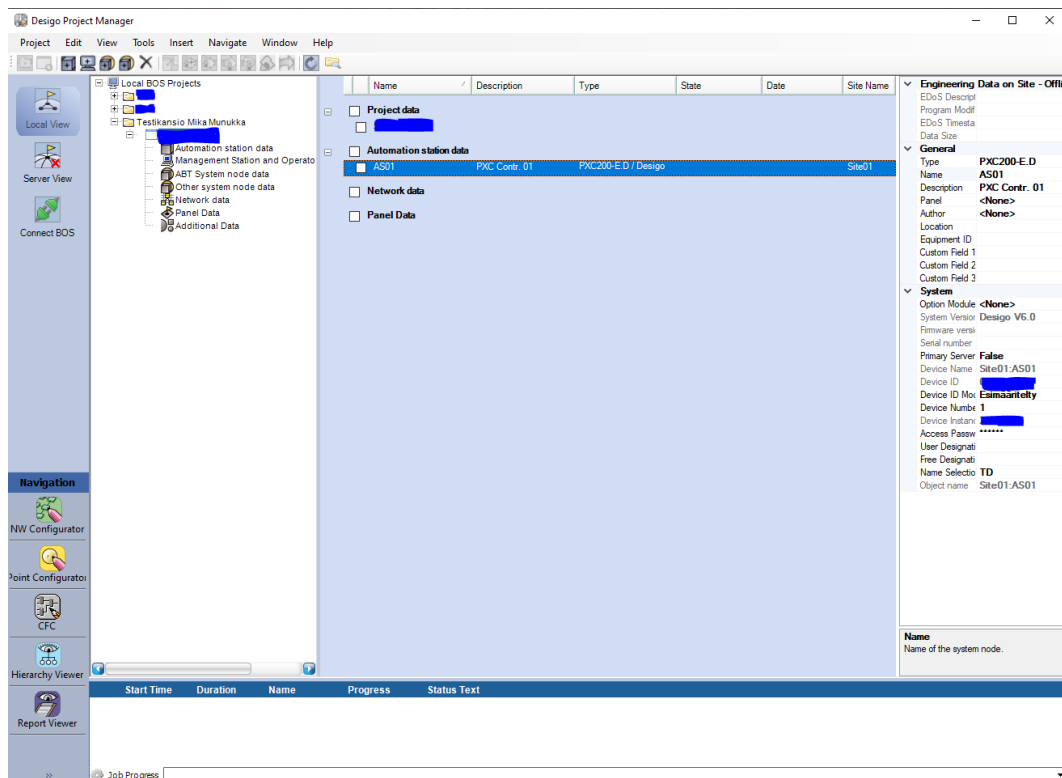
Projektin suunnittelu aloitettiin useammalla palaverilla yhdessä asiakkaan, projektipäällikön, myynnin toimihenkilön sekä Siemensin omien projektiin kiinnitettyjen toimihenkilöiden kanssa. Palavereissa selvitettiin kohteen alkutiedot, suunniteltiin ja käytiin läpi ohjelmien toimintoja, vaatimuksia ja tulevia ominaisuuksia, käytiin läpi projektin aikataulutukset sekä katsottiin, minkä osan projektista insinööriyö tarkastelee. Suunnittelua ja työstöä koskevia palavereita oli useita projektin aikana.

4.2 Alakeskusohjelmointi

Ohjelmointia lähdettiin tekemään tarjouserittelyn ja tarkemman toteutus- ja suunnitteluohjeen mukaisesti. Dokumentti sisälsi suunnan energiasäästötoimenpiteiden toteutukseen ohjelmoinnissa. Myös esitystapaa valvomossa ja käyttöönototyön kulkua oli ohjeessa mainittu. Alakeskusohjelma tehtiin Xworks Plus -ohjelmalla käyttäen mahdollisimman paljon valmiita kirjastollisia

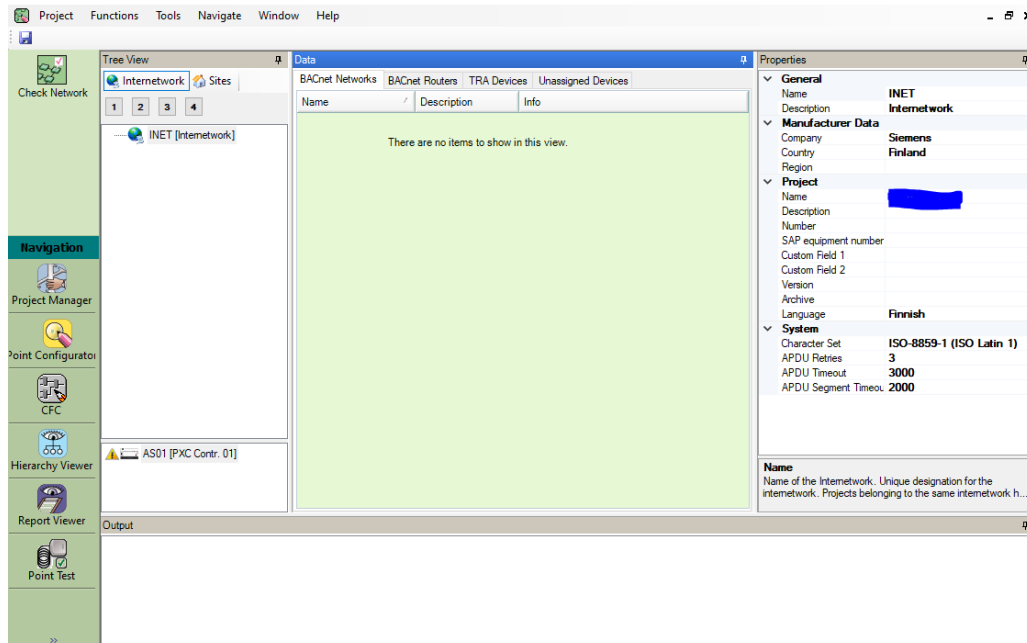
ohjelmapohjia. Kirjastoratkaisujen ulkopuolisia sovellutuksia jouduttiin toteuttamaan haluttujen toimintojen saavuttamiseksi. Vanhaa olemassa olevaa ohjelmaa käytettiin osittain vertailupohjana uuden ohjelman työstövaiheessa ja I/O-konfiguraation luomisessa.

Uusi projekti ja asema perustettiin Local View -näkyvässä, jonka jälkeen määritettiin aseman tiedot, osoitteet ja muut asetukset.



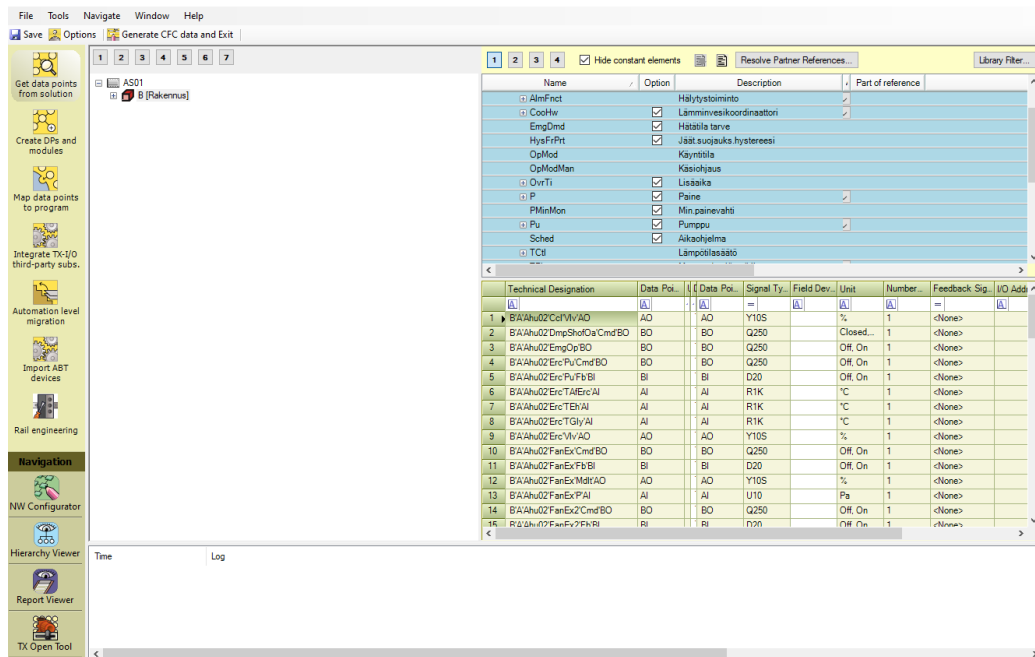
Kuva 13. Xworks Plus, Local View -näkyvä.

Verkoasetukset ja aseman linkitys määriteltiin Network Configurator työkalussa.



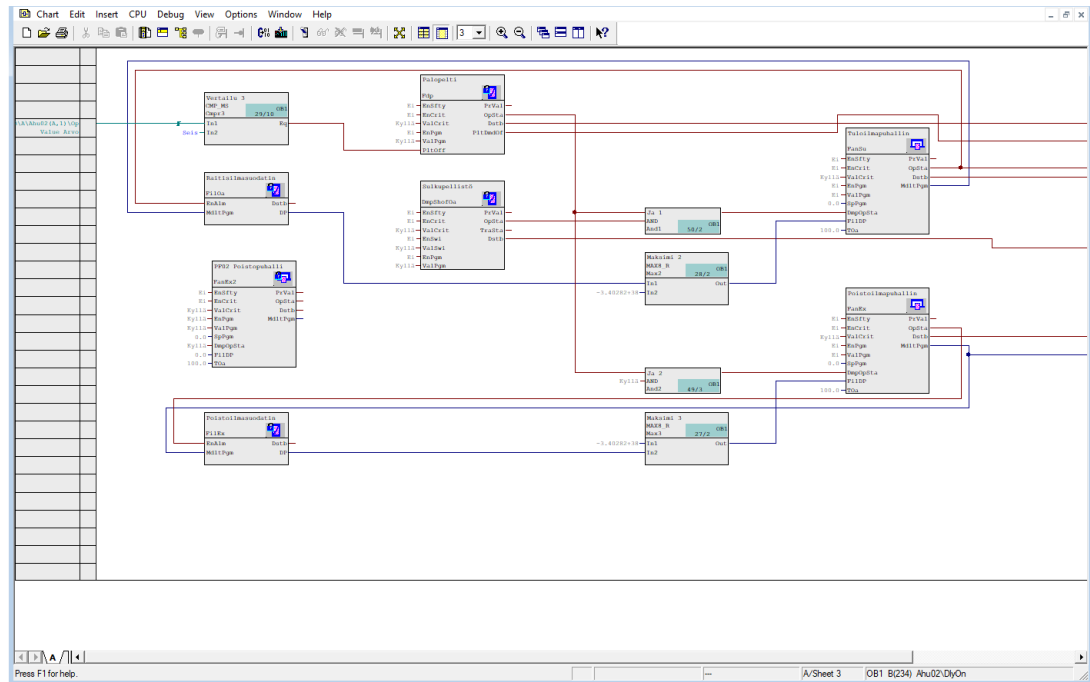
Kuva 14. Xworks Plus, NW Configurator.

Point Configurator -työkalun avulla määriteltiin I/O-pisteet ja ohjelman toiminnot.



Kuva 15. Xworks Plus, Point Configurator.

CFC-työkalussa tapahtui kaikki ohjelmointi graafisilla ohjelmaloikoilla.



Kuva 16. Xworks Plus, CFC.

I/O Address Editor -työkalussa määriteltiin I/O-pisteiden osoitteita, tyyppjä, ni-
meämisiä sekä muita asetuksia.

I/O Address Editor - AS01 [PXC Contr. 01]

Subsystem	Signal Address	Block Type	Signal type	Module Type	TD	Short Name	Description	Unit	Min	Max	Slope	Intercept	Polarity
25	T 1.8	BI	D20	B'A'Ah02ErcPvFbBI	BI	TK02PU50 Takaisinkyntä	Off, On						Suora
26	T 1.9	BI	D20	B'A'Ah02HcPvFbBI	BI	TK02PU40 Takaisinkyntä	Off, On						Suora
27	T 1.10	BI	D20	B'A'Ah02HcFvErBI	BI	TK02PU40 Hälytys	Normal, Alarm						Kääntein
28	T 1.11	BI	D20	B'A'Ah02FanSuFbBI	BI	TK02TF01 Takaisinkyntä	Off, On						Suora
29	T 1.12	BI	D20	B'A'Ah02FanExFbBI	BI	TK02PF01 Takaisinkyntä	Off, On						Suora
30	T 1.13	BI	D20	B'A'Ah02FanEx2FbBI	BI	TK02PF02 Takaisinkyntä	Off, On						Suora
31	T 1.15	BO (FB)	D20	B'A'Ah02FdpCmd1BO	BO	TK02PP90 Ohjus	Closed, Opened						Suora
32	T 1.16	BO (FB)	D20	B'A'Ah02FdpCmd2BO	BO	TK02PP90 Ohjus	Closed, Opened						Suora
33	T 1.7	AI	U10	B'RH033PAI	AI	TK02PE01 Analoginen tulo	Pa	0	5	0.0005	0		
34	T 8.6	AI	R1K	B'A'Ah02ErcTAfErCAI	AI	TK02TE02 Lämpötila LTO jäkä	°C	-30	130	0.01	0		
35	T 8.7	AI	R1K	B'A'Ah02TsuAI	AI	TK02TE10 Tulonlämpötilä	°C	0	100	0.01	0		
36	T 8.8	AI	R1K	B'A'Ah02TRAI	AI	TK02TE20 Huoneilämpötilä	°C	0	100	0.01	0		
37	T 9.1	AI	R1K	B'A'Ah02TErCAI	AI	TK02TE30 Poistolman lämpötilä	°C	0	100	0.01	0		
38	T 9.2	AI	R1K	B'A'Ah02TErTHAI	AI	TK02TE31 Jäteilman lämpötilä	°C	-30	130	0.01	0		
39	T 9.3	AI	R1K	B'A'Ah02HcTFFAI	AI	TK02TE40 Menoveden lämpötilä	°C	-30	130	0.01	0		
40	T 9.4	AI	R1K	B'A'Ah02HcTFFPFI	AI	TK02TE45 Puhonveden lämpötilä	°C	-25	130	0.01	0		
41	T 9.5	AI	R1K	B'A'Ah02ErcTQyAI	AI	TK02TE50 Glykolin lämpötilä	°C	-30	130	0.01	0		
42	T 9.8	AI	U10	B'A'Ah02FanSuPAI	AI	TK02PE10 Paine	Pa	0	500	0.05	0		
43	T 10.1	AI	U10	B'A'Ah02FanExPAI	AI	TK02PE30 Paine	Pa	0	500	0.05	0		
44	T 10.2	AI	U10	B'A'Ah02FioaDPAI	AI	TK02PDE01 Paine-ero	Pa	0	500	0.05	0		
45	T 10.3	AI	U10	B'A'Ah02FIExDPAI	AI	TK02PDE31 Paine-ero	Pa	0	500	0.05	0		
46	T 10.4	AO	Y10S	B'A'Ah02ErcVVAO	AO	TK02TV52 Säätö	%	0	100	100	0		
47	T 10.5	AO	Y10S	B'A'Ah02HcVVAO	AO	TK02TV45 Venttiili	%	0	100	100	0		
48	T 10.6	AO	Y10S	B'A'Ah02HcFVVAO	AO	TK02TV40 Venttiili	%	0	100	100	0		
49	T 10.7	AO	Y10S	B'A'Ah02CcVVAO	AO	TK02TV50 Säätö	%	0	100	100	0		
50	T 11.3	AO	Y10S	B'A'Ah02FanSuMdrAO	AO	TK02SC01 Säätö	%	0	100	100	0		
51	T 11.4	AO	Y10S	B'A'Ah02FanExMdrAO	AO	TK02SC02 Säätö	%	0	100	100	0		
52	T 17.1	BO	Q250	B'A'Ah02DmpShoFoaCmdBO	BO	TK02FG01/20 Ohjus	Closed, Opened						Suora
53	T 17.2	BO	Q250	B'A'Ah02FanSuCmdBO	BO	TK02TF01 Ohjus	Off, On						Suora
54	T 17.3	BO	Q250	B'A'Ah02FanExCmdBO	BO	TK02PF01 Ohjus	Off, On						Suora

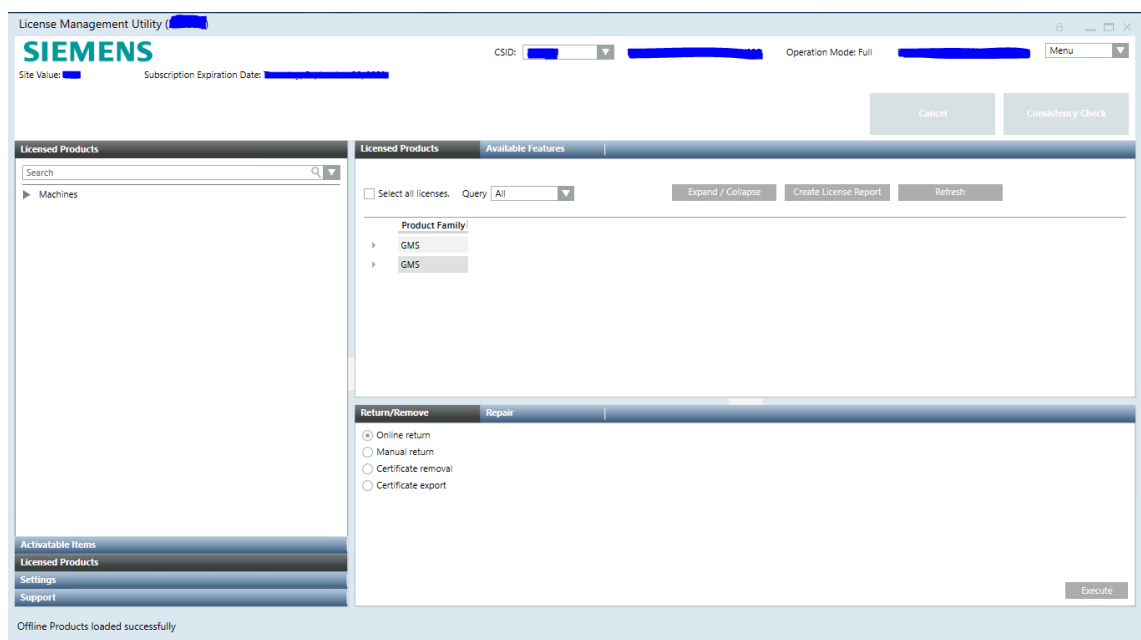
Kuva 17. Xworks Plus, I/O Address Editor.

Valmis ohjelma ladattiin BOS-palvelimelle, josta kaikki projektissa mukana olleet pystyvät ladata ja tarkastella ohjelmaa.

4.3 Valvomojärjestelmän asennus

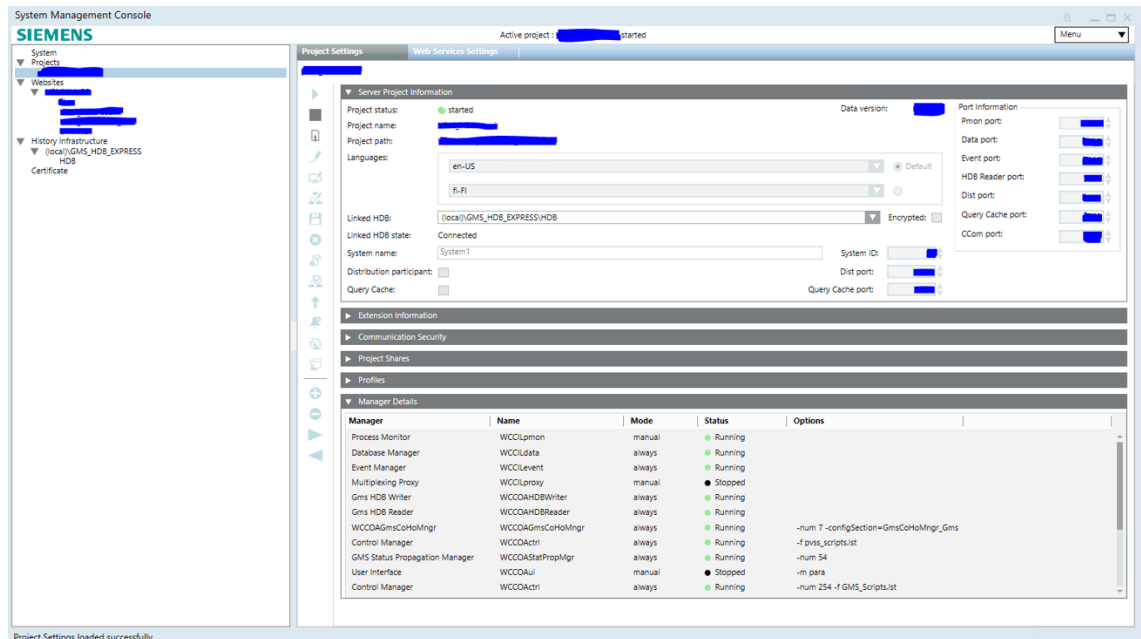
Ennen valvomografiikoiden työstöä tuli asiakkaan palvelimelle asentaa Desigo CC -valvomojärjestelmä.

Asiakkaan palvelimelle asennettiin viimeisin versio Desigo CC -valvomojärjestelmästä. Kaikki tarvittavat asennusmediat siirrettiin palvelimelle, jonka jälkeen asennus suoritettiin. Asennuksen jälkeen kaikki tilatut lisenssit aktivoitiin License Management Utility -ohjelmassa.



Kuva 18. License Management Utility.

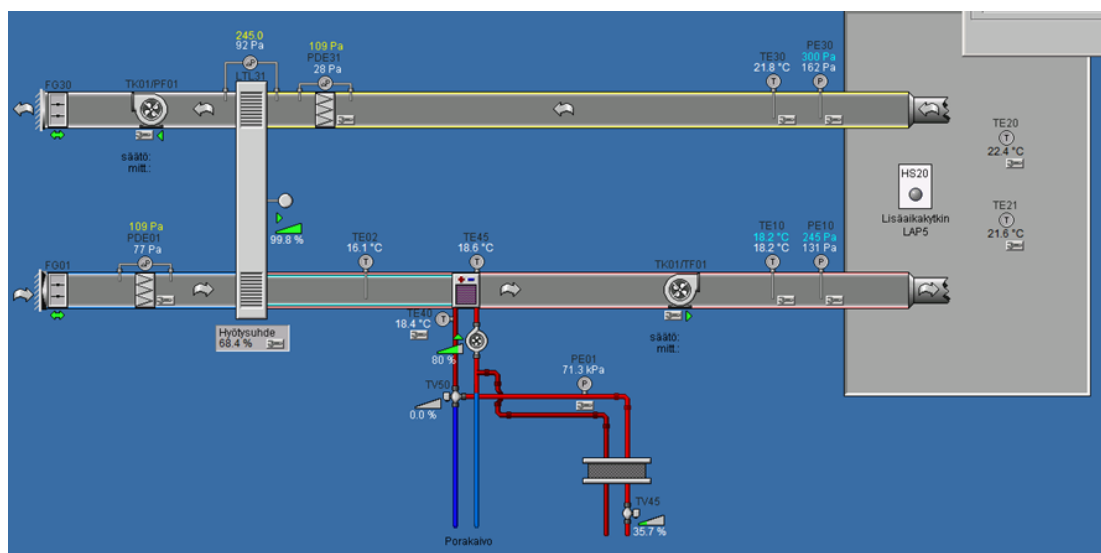
Projekti luotiin sekä kaikki muut asetukset määriteltiin System Management Console -ohjelmassa.



Kuva 19. System Management Console.

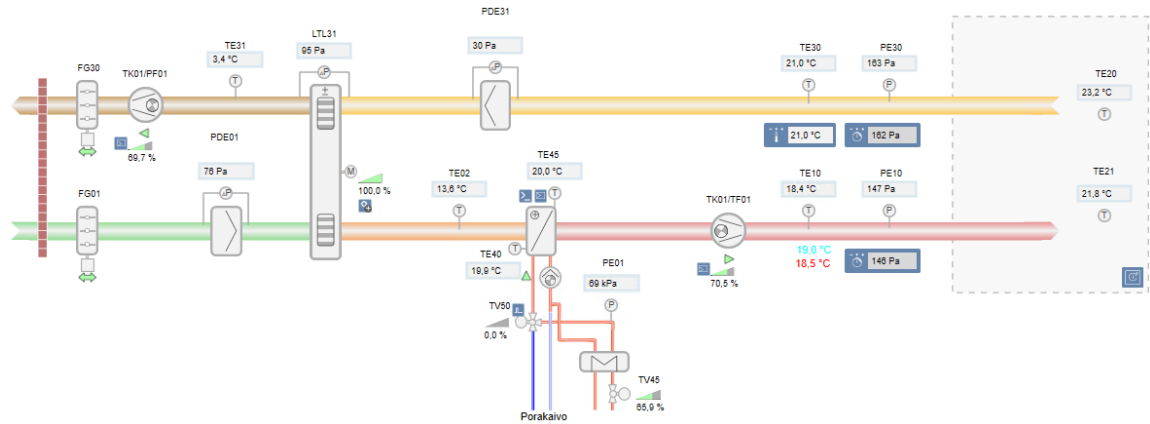
4.4 Valvomografiikoiden piirto

Alakeskusohjelma siirrettiin valvomoserverille, jossa ohjelman I/O-pisteet nostettiin Desigo CC -valvomoon grafiikoiden piirtoa varten. Vanhan Desigo Insight -valvomoon grafiikkakuvista otettiin kuvatallenteet uusien kuvien piirtoa varten.



Kuva 20. Kohdekiinteistön ensimmäisen IV-koneen grafiikkakuva vanhassa Desigo Insight -valvomojärjestelmässä.

Grafiikkakuvien piirto suoritettiin käyttäen mahdollisimman paljon valmiita kirjastollisia symboleita ja kuvapohjia. Alakeskusohjelman I/O-pisteet yhdistyivät kuvien symboleihin.



Kuva 21. Kohdekiinteistön ensimmäisen IV-koneen grafiikkakuva uudessa De-sigo CC -valvomojärjestelmässä.

Kaikki vaaditut grafiikkakuvat valmistuivat ennen käyttöönottoa.

4.5 Käyttöönotto ja testaus

Käyttöönotto tapahtui asiakkaan kohdekiinteistössä. Paikan päällä saatiin kohteen konehuoneiden avaimet ja selvitettiin asiakkaan kanssa, mistä valvonta-alakeskuksesta aloitetaan käyttöönotto ja missä päin kiinteistöä ne sijaitsevat. Pienin alakeskus valittiin ensimmäiseksi, koska toimintojen testaus oli näin ollen helpompaa.

4.5.1 Työn kulku

- Oman tietokoneen verkko laitettiin samaan aliverkkoon alakeskuksen prosessorin kanssa.
- Vanhan ohjelman varmuuskopiointi suoritettiin, mikäli uuden ohjelman kanssa tulee merkittäviä ongelmia.

- Hälytysten esto vanhaan valvomojärjestelmään laitettiin päälle, jonka jälkeen IV-kone sammutettiin hallitusti vanhasta ohjelmasta.
- Viimeisin tehty ohjelma ladattiin BOS-serveriltä.
- Käyttöjärjestelmän päivitys ja verkkoasetusten konfigurointi suoritettiin prosessorille.
- Tämän jälkeen ladattu ohjelma käännettiin Compile-toiminnolla ja koko ohjelma ladattiin prosessorille.
- Uuden valvomoyhteyden sekä CFC-ohjelmointityökalun avulla suoritettiin kaikki käyttöönoton testaukset ja tarvittavat muutokset.
- Testauksissa käytiin läpi koneiden ja laitteiden toimivuus uuden ladatun ohjelman kanssa. Esimerkiksi IV-koneiden, pumppujen, taajuusmuuttajien, lämmöntalteenoton ja peltien käynnistymistä ja toimivuutta testattiin tarkasti.
- Käyttöönotto saatiin suoritettua.

4.5.2 Mini-PC

Käyttöönoton päätteeksi asennettiin Mini-PC alakeskuslaitekaapin sisälle. Laite asetettiin samaan verkkoon alakeskuksen kanssa. Laitteen palvelimeen saatiin toimiva yhteys ja näin varmistettiin etäyhteyden toiminta. Mini-PC mahdollistaa etäkäytöllä suoritettavat muutokset käyttöönoton jälkeen. Laitteen käyttö vähentää tarvetta paikan päälle matkustamiseen, koska muutokset voidaan suorittaa etänä.

5 Yhteenveto

Kiinteistöautomaatiojärjestelmän modernisointi on tärkeässä roolissa kiinteistöjen käytön elinkaarella. Modernisoinnin avulla alakeskusohjelmat ovat tasalaa-tuisesti tuotettuja tämänhetkisillä moderneilla kirjastoratkaisuilla. Alakeskusta-son uudelleen ohjelmoinnin avulla saadaan aikaan kaikki energiansäästölliset muutokset. Energiatehokkuuden lisääminen tuottaa merkittäviä säästöjä kiin-teistön kustannuksissa ja samalla energian käytöstä muodostuu ekologisem-paa. Valvomotason modernisointi lisää käyttäjäystävällisyyttä ja tuo mukanaan paljon uusia ominaisuuksia kiinteistön käytön valvontaan.

Insinööriytyö tehtiin osana Siemens Osakeyhtiön asiakasprojektia. Kokonaispro-jektin tavoitteena oli tuottaa asiakkaalle modernisoitu kiinteistöautomaatiojärjes-telmä. Insinööriytyö tarkasteli asiakkaalle tehdyn useista kiinteistöistä koostuvan kokonaisprojektin alkuosaa. Rajaus sisälsi projektin alakeskustason ohjelman suunnitteluvaiheen ja ohjelmoinnin, valvomografiikkojen piirron sekä käyttöö-noton ja testauksen toteutuksen ensimmäisessä kohdekiinteistössä. Insinööri-työssä tarkasteltiin myös kiinteistöautomaation rakennetta, järjestelmiä, laitteita ja eri tiedonsiirtomenetelmiä yleisesti ja projektissa käytetyillä tavoilla.

Insinööriytyön tarkasteleman projektin alkuosan tavoitteet saavutettiin onnistu-neesti. Haasteita oli paljon alakeskusohjelman ja valvomojärjestelmän suunnit-telu- ja työstövaiheessa. Kaikkien toimijoiden yhteisen sävelen löytäminen ei ol-lut helppoa, mutta yhteiseen linjaan päästiin ja työ tuotti tulosta. Käyttönotossa oli omat haasteensa, mutta järjestelmä saatiin toimimaan asianmukaisesti ja testattua onnistuneesti. Energiansäästöllisiä tuloksia ja muuta vertailudataa ei ole mainittu, koska insinööriytyö tarkasteli vain kokonaisprojektin alkuosioita ja sen onnistumista. Energiansäästölliset tulokset tullaan tarkastelemaan koko-naisvaltaisesti, kun kokonaisprojektin kaikki kohdekiinteistöt on modernisoitu ja automaatiojärjestelmä on kokonaan valmis.

Insinööriytyössä käsitelty projekti tulee jatkumaan, kunnes kaikki projektissa ole-vat asiakkaan kiinteistöt on käyttöön otettu modernisoituun järjestelmään.

Insinööriyössä tehtyjä alakeskusohjelmia, grafiikoita ja käyttöönoton huomioita tullaan merkittävästi hyödyntämään tulevissa kokonaisprojektin kohteissa. Hyvin tehty projektin alkuosa luo pohjan tasalaatuisen kokonaisprojektin luomiseen.

6 Loppusanat

Insinööriyö ja sen tarkastelema projekti ovat kehittäneet merkittävästi ammatillista osaamistani. On ollut todella hienoa ja opettavaista olla mukana projektissa jo suunnitteluvaiheesta asti. Olen saanut paljon tietämystä koko työstövaiheen läpikäymisestä sekä onnistuneesta käyttöönotosta. Alakeskustason ohjelmointi ja valvomojärjestelmä ovat tulleet tutuiksi. Myös projektin kulku sekä kokonaisuuden hahmotus ovat selkeytyneet. Nämä kaikki luetellut insinööriyön vaiheet ovat luoneet hyvän pohjan ammattitaidon kehitykselle.

Haluan kiittää Siemensiä tästä mahdollisuudesta suorittaa insinööriyö osana oikeaa kiinteistöautomaation projektia. Kiitokset Siemensille ja kaikille projektissa mukana olleille kaikesta tarjoamasta tuesta ja opastuksesta. Erityiskiitos yrityksen insinööriyön ohjaajalle Jouni Häkkiselle sekä Metropolian ohjaajalle Reijo Leinoselle.

Helsinki 17.1.2022

Mika Munukka

Lähteet

1. Siemens verkkosivut. 2020. Verkkoaineisto. <<https://new.siemens.com/fi/fi/yhtio/siemens-suomessa-ja-baltiassa.html>>. Luettu 12.11.2021.
2. Piikkilä, Veijo. 2017. ST-käsikirja 21 Kiinteistöjen tiedonsiirtoväylät. Espoo: Sähköinfo Oy.
3. Liedes, Riikka. 2018. ST-käsikirja 17 Rakennusautomaatiojärjestelmät. Espoo: Sähköinfo Oy.
4. Liedes, Riikka. 2017. ST-käsikirja 22 Kiinteistöjen valvomojärjestelmät. Espoo: Sähköinfo Oy.
5. Kurki, Eemeli. 2018. Rakennusautomaatiosaneerauksen rakenne. Verkkoaineisto. <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/147731/Kurki_Eemeli.pdf?sequence=1>. Luettu 19.11.2021.
6. Siemens sisäinen materiaali. 2021. Verkkoaineisto. Desigo CC kiinteistönhallintajärjestelmä. Luettu 19.11.2021.
7. Siemens sisäinen materiaali. 2019. Verkkoaineisto. Desigo CC versio 4.1 järjestelmän kuvaus. Luettu 19.11.2021.
8. Siemens HIT. 2021. Verkkoaineisto. <<https://hit.sbt.siemens.com/RWD/app.aspx?RC=FI&lang=fi&MODULE=Catalog&ACTION=ShowProduct&KEY=BPZ%3aPXC100-E.D>>. Luettu 26.11.2021.
9. Crushtymks. Energia ja energia kaikille. 2019. MODBUSin käyttö prosessinohjaukseen ja automaatioon. Verkkoaineisto. <<https://crushtymks.com/fi/industrial-automation/1093-using-modbus-for-process-control-and-automation-1.html>>. Luettu 26.11.2021.

10. Motiva. 2020. Rakentaminen ja rakennukset. Verkkoaineisto. <https://www.motiva.fi/julkinen_sektori/kestavat_julkiset_hankinnat/tietopankki/rakentaminen_ja_rakennukset>. Luettu 26.11.2021.
11. ELFI. Suomen sähkökäyttäjät. 2021. Sähkökäytön kysyntäjousto. Verkkoaineisto. <<https://www.elfi.fi/sahkomarkkinat/sahkonkayton-kysyntajousto>>. Luettu 3.12.2021.
12. Piira, Kalevi. 2020. Kysyntäjouston mahdollisuudet. Verkkoaineisto. <https://energiaviisaat.fi/wp-content/uploads/2020/06/Piira_VTT_sahkonkysyntajousto_Otaniemi.pdf>. Luettu 3.12.2021.
13. Fingrid. 2020. Kysyntäjousto. Verkkoaineisto. <<https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinat/markkinoiden-yhtenaisyyys/pilottihankkeita/kysyntajousto>>. Luettu 3.12.2021.
14. Siemens. Desigo building automation system. Verkkoaineisto. <https://www.sbt.rs/doc/Desigo-building-automation-system---System-Description_A6V10407582_hq-en.pdf>. Luettu 7.1.2022.

Liite 1. Desigo-järjestelmän rakenne ja tiedonsiirto [14.]

