

SAVONIA



OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN ALA

HELSINGIN KAUPUNGIN RAKEN- NUSAUTOMAATIOVERKKOIN- TEGRAATIO

TEKIJÄ Oskari Tiitinen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala		
Tutkinto-ohjelma Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma		
Työn tekijä Oskari Tiitinen		
Työn nimi Helsingin kaupungin rakennusautomaatioverkkointegraatio		
Päiväys	31.12.2024	20/20
Yhteistyötaho Siemens Osakeyhtiöt		
<p>Rakennusautomaation etävalvontaa ja – hallintaa pidetään hyödyllisinä työkaluina suurten kiinteistömassojen hallinnassa, kuten esimerkiksi Helsingin kaupungilla. Kaupunki hallinnoi valtavan määrän rakennuksia, joilla on erilaisia käyttötarkoituksia, joten etävalvonta mahdollistaa kustannustehokkaan valvonnan ja säätöjen tekemisen. Kiinteistöjen prosessit voidaan optimoida käyttäjän toiveiden mukaisesti etänä, ilman että paikalle tarvitsee lähettää henkilöä. Siemens tarjoaa osalle näistä kiinteistöistä etäyhteyksiä ja hälytysreititykset, vähentäen tarpeettomia huoltokäyntejä ja mahdollistaen tarkemman vian arvioinnin ennen paikalle menoa.</p> <p>Tässä työssä keskityttiin paikallistoimintoisten valvonta-alakeskusten liittämiseen keskitettyyn etävalvomoon. Siemensin eri ikäisiä laitteita kartoitetaan, ja niiden ominaisuuksien mukaisesti määritetään sopiva liitostapa. Joitakin laitteita voidaan liittää suoraan verkkoon, kun taas osa vaatii erillisiä kommunikointilaitteita. Siemens laitteille tarvitaan kohdekohtaiset ohjelmat, ja niiden varmuuskopiot on löydettävä ja tarkastettava. Laitteiden ohjelmistot päivitetään, ja rakennusautomaatio-ohjelmaan tehdään pieniä muutoksia käytettävyyden parantamiseksi. Työhön sisältyy myös suunnittelua, joka koskee tarvittavia toimenpiteitä kohteissa, asennettavia laitteita ja asennusmenetelmiä.</p> <p>Työn tuloksena toteutettiin onnistuneesti paikallisten valvonta-alakeskusten integrointi keskitettyyn etävalvomoon, mikä mahdollisti järjestelmien tehokkaamman hallinnan ja valvonnan. Ohjelmistojen päivitykset, laitteistojen konfiguroinnit ja varmuuskopioiden tarkastaminen paransivat järjestelmien toimintavarmuutta ja pitkän aikavälin ylläpidettävyyttä. Projekti toi esille erityisesti firmware-päivitysten ja standardisoitujen ohjelmarakenteiden merkityksen toimintojen selkeyttämisessä ja käytettävyyden parantamisessa. Lisäksi etävalvonnan käyttöönotto toi merkittäviä hyötyjä järjestelmän hallinnan tehostamisessa ja huoltotoimenpiteiden tarpeen vähentämisessä, mikä paransi ylläpidon kustannustehokkuutta ja tukee energiatehokkuuden tavoitetta.</p>		
Avainsanat Rakennusautomaatio, Etävalvonta, Etäsäätö, Kiinteistömassa, Kustannustehokkuus, Varmuuskopiot, Ohjelmistopäivitykset, Suunnittelu		

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	5
2	RAKENNUSAUTOMAATIO	6
2.1	Rakennusautomaation rakenne	6
2.2	Firmware.....	6
2.3	Väylätekniikoita	7
2.4	Etävalvomon hyödyt automaatiossa	8
3	INTEGROINTIMALLI	10
3.1	Lähtökohdat.....	10
3.2	Selvitystyö	10
3.3	Suunnittelu ja aikataulutus	11
3.4	Ohjelmointimuutokset.....	12
3.5	Laitteiston päivittäminen.....	13
3.6	Lopputoimenpiteet.....	13
4	TOTEUTUSMALLIT.....	14
4.1	Suora IP/BACnet-liitos.....	14
4.2	LonTalk liitos	15
4.3	Modbus Climatix-säädinliitos.....	17
5	POHDINTA.....	18
6	YHTEENVETO	19
	LÄHTEET	20

KUVALUETTELO

Kuva 1	Siemens verkkorakenne eri laite tyyppien välillä.....	7
Kuva 2	Siemens Desigo CC Valvomo ilmanvaihtokone	9
Kuva 3	Siemens ohjelmointityökalun standardin mukainen hierarkia	12
Kuva 4	IP pohjainen valvonta alakeskus	14
Kuva 5	Lon pohjainen alakeskus	16
Kuva 6	Modbus pohjainen alakeskus	17

LYHENTEET JA KÄÄNNÖKSET

BACnet:	Avoin tiedonsiirtoprotokolla, jota käytetään rakennusautomaatiojärjestelmissä eri laitteiden ja järjestelmien yhdistämiseen
IP:	Internet Protokolla, jota käytetään tietoverkoissa laitteiden yhdistämiseen ja tiedonsiirtoon.
Lon:	Tiedonsiirtoprotokolla, jota käytetään rakennus- ja teollisuusautomaation hajautettuun ohjaukseen.
MS/TP:	Sarjapohjainen tietosiirtotekniikka, jota käytetään pienemmissä rakennusautomaatiojärjestelmissä.
PXC:	Siemensin PXC-Sarja on automaation ohjausyksikköjä
UDP:	Internetprotokollaan liittyvä tiedonsiirtoprotokolla, jota käytetään tiedon nopeaan siirtoon, usein ilman virheenkorjausta.
Modbus:	Teollisuuden ja rakennusautomaation tiedonsiirtoprotokolla, joka mahdollistaa eri laitteiden yhteydenpidon.
VAK:	Valvonta-alakeskus
LVI:	Lämmitys, Vesi ja ilmastointi
Firmware:	Ohjelmisto, joka on sisäänrakennettu elektroniseen laitteeseen ja ohjaa sen toimintaa. Samalla se toimii rajapintana muulle ohjelmistolle.
IV-Kone:	Ilman vaihtokone
Archive:	Nimitys ohjelman varmuuskopiolle pakatussa muodossa.
WEB-server	Nimi paikallisen grafiikan tallennus laitteelle Siemensillä Kuten PXG3.W100

1 JOHDANTO

Etävalvontaa ja -säättöä rakennusautomaatiossa pidetään hyödyllisenä työkaluna suurille kiinteistömassoille, kuten esimerkiksi Helsingin kaupungilla. Helsingin kaupungin hallinnassa on valtava määrä kiinteistöjä, joilla on useita eri käyttötarkoituksia. Etävalvonnan avulla mahdollistetaan kustannustehokas etähallinta. Kiinteistöjen tarpeet voidaan myös optimoida käyttäjän vaatimusten mukaisesti etänä ilman, että paikalle tarvitsee lähettää henkilöä. Siemensin toimittamana osa kiinteistöistä saa etäyhteyksiin liitokset, mikä mahdollistaa järjestelmien etävalvonnan. Samalla tarjotaan myös hälytysreititykset, jotka tukevat järjestelmien tehokasta hallintaa. Näiden toimenpiteiden avulla on mahdollista vähentää tarpeettomia huoltokäyntejä kohteisiin, ja mahdollisen vian sattuessa voidaan tarkemmin arvioida kohteen vikoja ennen paikalle menoa.

Työssä keskitytään paikallistoimintoisten valvonta-alakeskusten (VAK) liittämiseen keskitettyyn etävalvomoon. Laitteiden osalta käsitellään Siemensin laitteiden liittämistä. Siemensin laitteita on käytössä useimmalta vuosikymmeneltä, ja niiden laiteominaisuuksien mukaiset liitokset suoritetaan sen perusteella. Jossain tapauksissa laite voidaan liittää suoraan verkkoon, mutta useissa tapauksissa tarvitaan asennettu kommunikaatiolaitte, joka muuntaa tiedonsiirtotyypin asiakkaan infralle sopivaksi.

Rakennusautomaatiossa käytettäviin primääri-Siemensin säätimiin tarvitaan liitettävän kohteen ohjelmat, ja näiden ohjelmien varmuuskopiot on löydettävä ja tarkistettava ennen liittämistä. Sen sijaan esimerkiksi Climatix-säätimiin ohjelmia ei tarvita. Työn osana on selvittää kohteiden varmuuskopiota käyttäen ohjelman päivityksiä, ja huoltoreporteista ketä on käynyt viimeksi kohteessa. Samalla päivitetään laitteiden ohjelmistot, jotta laitteet toimivat oikein valvomossa. Rakennusautomaatio-ohjelmaan tehdään pieniä muutoksia käyttäjäystävällisyyden parantamiseksi. Lisäksi yksittäisten kiinteistökohtaiset ohjelmat siirretään keskitettyihin ohjelmointi projekteihin, joissa määritetään tiedonsiirtoasetukset kommunikointia varten.

Työn osana suunnitellaan, mitä toimenpiteitä kohteissa tarvitaan, mitä laitteita kohteisiin asennetaan, sekä minkälaisia asennusmenetelmiä käytetään verkkoliitoksessa. Lisäksi otetaan huomioon mahdollisten muiden urakoitsijoiden tarve, kuten yleiskaapelointi tiedonsiirtopistorasialle, ja käsitellään verkkoalueet ja niille tarvittava porttien avaukset.

2 RAKENNUSAUTOMAATIO

Rakennusautomaatio on järjestelmä, jossa tietotekniikka ja ohjausjärjestelmiä käytetään rakennusten toimintojen automatisointiin ja valvontaan. Rakennusautomaatiojärjestelmään sisällytetään useita osa-alueita, kuten lämmitys-, ilmanvaihto-, valaistus-, turvallisuusjärjestelmät, energianhallinta ja rakennusten kulunvalvonta. Tavoitteena on rakennusten energiatehokkuuden, turvallisuuden ja käyttömukavuuden parantaminen. (Granlund, 2024)

2.1 Rakennusautomaation rakenne

Rakennusautomaatio koostuu eri tasoista, jotka mahdollistavat järjestelmän tehokkaan toiminnan ja hallinnan. Kenttätasolla tietoa kerätään ja välitetään antureiden ja toimilaitteiden avulla. Anturit mitaavat esimerkiksi lämpötilaa, kosteutta ja ilmanlaatua, ja toimilaitteet suorittavat säätöjä, joissa tiedot prosessoidaan ja siirretään ylemmille tasoille (Siemens, 2023).

Hallintatasolla järjestelmien toimintaa seurataan ja ohjataan keskitetysti. Tiedot kootaan alajärjestelmistä ja esitetään käyttäjille valvomo-ohjelmistojen kautta. Hälytyksiä tarkkaillaan, asetuksia voidaan muuttaa, ja järjestelmien suorituskykyä analysoidaan. Tällä tasolla tehdään myös optimointia, jolla pyritään energiatehokkuuden ja käyttömukavuuden parantamiseen (Siemens, 2023).

Valvomotasolla eri järjestelmien tiedot yhdistetään kokonaisuudeksi, jota voidaan hallita keskitetysti. Käyttöliittymien kautta operointia suoritetaan esimerkiksi valvomotiloista tai etäyhteyksien avulla. Hälytyksiä, trendejä ja tapahtumalogeja seurataan järjestelmällisesti, ja niiden perusteella voidaan tehdä tarvittavia säätöjä ja huoltotoimenpiteitä. Valvomotasolla varmistetaan järjestelmän luotettava toiminta ja nopea reagointi mahdollisiin häiriötilanteisiin (Siemens, 2023).

2.2 Firmware

Firmware on sisäänrakennettu ohjelmisto, joka ohjaa Siemens PXC-laitteiden toimintaa rakennusautomaatiojärjestelmissä. Se toimii laitteiston ja ohjelmiston välisenä rajapintana, joka määrittelee, miten laite suorittaa tehtävänsä, käsittelee tietoa ja kommunikoi muiden laitteiden kanssa. Siemens PXC-sarjan laitteet ovat yleisesti käytössä rakennusten ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmien hallinnassa, ja firmware on keskeisessä roolissa näiden järjestelmien ohjaamisessa (Siemens, 2024; Siemens, 2024).

PXC-laitteiden firmware sisältää kaikki laitteen toimintojen kannalta keskeiset toiminnot, kuten tiedonsiirron antureilta, toimintakäskeyjen antamisen toimilaitteille sekä ajastettujen tehtävien hallinnan. Esimerkiksi lämpötila-antureiden tuottamaa tietoa käytetään ilmastointilaitteiden ohjaukseen, ja tämä prosessi on täysin firmwaren hallinnassa (Granlund, 2024). Firmware myös hallitsee aikataulutettuja toimintoja, kuten ilmanvaihtojärjestelmien automaattista päälle- ja poiskytkentää.

Firmwareen on integroituna useita tiedonsiirtoprotokollia, jotka mahdollistavat PXC-laitteiden yhteensopivuuden muiden rakennusautomaatiojärjestelmän osien kanssa. Näihin protokolliin kuuluvat esimerkiksi BACnet, joka on yksi yleisimmistä käytetyistä tiedonsiirtostandardeista rakennusautomaatiossa (BACnet International, 2024), sekä Modbus, jota käytetään laajalti teollisuusautomaatiossa (Modbus Organisation, 2024). Lisäksi PXC-laitteet voivat käyttää KNX- ja Lon-protokollia, jotka ovat myös keskeisiä tiedonsiirtoprotokollia automaatiossa. Nämä protokollat mahdollistavat tiedonvaihdon esimerkiksi muiden ohjausyksiköiden ja keskitetyn valvontajärjestelmän välillä.

omaisesti Siemensin laitteiden kanssa, koska se tukee tiedonsiirtoa monimutkaisissa LVI-järjestelmissä ja mahdollistaa niiden tehokkaan valvonnan ja ohjauksen. Tämä protokolla on myös hyvin skaalautuva, mikä tarkoittaa, että se toimii sekä pienissä rakennusjärjestelmissä että laajoissa, hajautetuissa infrastruktuureissa (BACnet International,2024; Siemens, 2024).

Modbus on toinen laajasti käytetty väylätekniikka rakennusautomaatiossa, ja se on erityisen tärkeä Siemens Climatix-säätimisissä. Climatix on Siemensin monipuolinen yksikkösäätimien sarja, jotka käytetään laajasti LVI-sovelluksissa. Modbus-protokolla mahdollistaa Climatix-säätimen tiedonsiirron ja yhteyden muihin järjestelmiin, kuten valvontajärjestelmiin ja energiahallintaan. Modbus etuna on sen yksinkertainen arkkitehtuuri, joka käyttää isäntä-orja-mallia, jossa isäntälaitte ohjaa useita orjalaitteita. Tämä tekee Modbus järjestelmästä erityisen sopivan tilanteisiin, joissa tarvitaan luotettavaa ja suoraviivaista tiedonsiirtoa esimerkiksi energia- ja ilmastointijärjestelmien välillä. Siemens Climatix-säätimet voivat hyödyntää Modbus-protokollaa erityisten LVI-komponenttien ohjauksessa ja niiden integroinnissa osaksi suurempaa rakennusautomaatiojärjestelmää (Modbus Organization, 2024; Siemens, 2024)

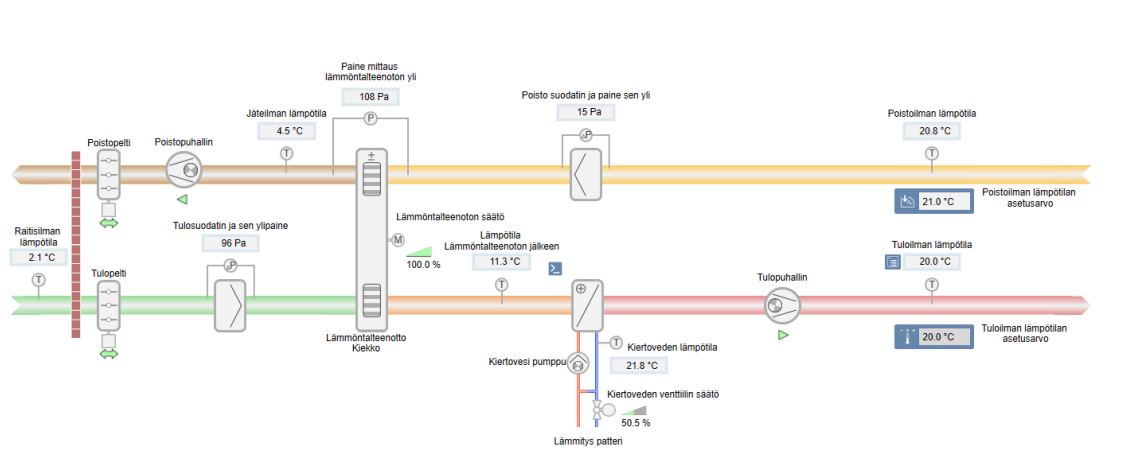
Lon Talk (Lon) on avoin tiedonsiirtoprotokolla, joka on suunniteltu erityisesti rakennus- ja teollisuusautomaation tarpeisiin. Siemensin laitteet tukevat Lon-protokollaa erityisesti laajamittaisissa järjestelmissä, joissa on tarvetta monimutkaiselle ja hajautetulle tiedonsiirrolle. Lon talk soveltuu erityisen hyvin rakennusten älyjärjestelmiin, joissa tarvitaan luotettavaa ja nopeaa tiedonsiirtoa eri toimintoja hallinnoivien yksiköiden välillä, kuten ilmastointi, valaistus ja turvallisuus. Siemensin laitteet, jotka käyttävät Lon-protokollaa, voivat tehokkaasti hallita rakennuksen automaattisia toimintoja, kuten ilmanvaihtoa, energiankulutuksen optimointia ja valvontajärjestelmiä (Siemens, 2024; BACnet international,2024)

Yhteenvetona voidaan todeta, että Siemensin rakennusautomaatioratkaisussa käytetään monipuolisesti eri väylätekniikoita riippuen järjestelmän vaatimuksista ja integraatiotarpeista. BACnet, Modbus ja Lon talk ovat kaikki kriittisiä tiedonsiirtoprotokollia, joiden avulla Siemensin laitteet voivat kommunikoida saumattomasti muiden laitteiden ja järjestelmien kanssa. Näiden väylätekniikoiden käyttö mahdollistaa järjestelmien tehokkaan hallinnan, energiatehokkuuden parantamisen ja monimutkaisten rakennusten toimintojen integroinnin yhdeksi hallittavaksi kokonaisuudeksi (BACnet International, 2024; Siemens, 2024).

2.4 Etävalvomon hyödyt automaatiiossa

Etävalvonta on automaatiojärjestelmien hallintaa ja seurantaa etäyhteyden kautta, mikä mahdollistaa järjestelmän toimintojen tarkkailun ja ohjauksen mistä tahansa sijainnista. Se tarjoaa merkittäviä etuja prosessien valvonnassa, ylläpidossa ja optimoinnissa erityisesti kiinteistöautomaation ja teollisuusjärjestelmien parissa. Etävalvomoa voidaan käyttää esimerkiksi ilmanvaihtokoneiden, lämmitys-

järjestelmien ja muiden kriittisten prosessien tilan seurantaan, vikatilanteiden tunnistamiseen sekä huoltotoimenpiteiden ennakointiin (Siemens, 2024)



Kuva 2 Siemens Desigo CC Valvomo ilmanvaihtokone

Etävalvomosta saatavat hyödyt riippuvat vahvasti sen käyttötarkoituksesta. Yleisimpiä sovelluksia ovat prosessinseuranta ja ylläpito. Etävalvonnan avulla voidaan tehdä arvioita huollon tarpeista, kuten ilmanvaihtokoneiden suodattimien vaihdosta tai toimilaitteiden korjaustarpeista. Lisäksi järjestelmä mahdollistaa prosessien optimoinnin, mikä voi johtaa energiatehokkuuden paranemiseen ja järjestelmien toimintakustannusten pienenemiseen (Granlund, 2024).

Etävalvonta integroituu saumattomasti Desigo CC -järjestelmään. Desigo CC on kiinteistönhallintajärjestelmä, johon voidaan liittää rakennusautomaation lisäksi esimerkiksi palo- ja turvajärjestelmät. Desigo CC:n avulla voidaan valvoa ja hallita monimutkaisia järjestelmiä keskitetysti, mikä tehostaa resurssien hallintaa ja mahdollistaa reaaliaikaisen tiedonkulun kiinteistön eri osien välillä. Tämän lisäksi Desigo CC tukee useita tiedonsiirtoprotokollia, kuten BACnet- ja Modbus-protokollia, mikä varmistaa järjestelmän yhteensopivuuden muiden laitteiden ja alajärjestelmien kanssa (Siemens, 2024; BACnet International, 2024; Modbus Organization, 2024).

Etävalvonnan tärkeä etu on mahdollisuus hyödyntää kerättyä dataa ennakoivassa kunnossapidossa. Järjestelmä voi esimerkiksi analysoida reaaliaikaista sensoridataa ja tunnistaa poikkeavuuksia, jotka voivat viitata vikatilanteisiin. Tämä mahdollistaa huoltotoimien suorittamisen ennen kuin laitteisto vaurioituu vakavammin, mikä vähentää seisokkiaikoja ja pidentää laitteiden käyttöikää (Granlund, 2024; Siemens, 2024).

Turvallisuus on olennainen osa etävalvontaa, erityisesti kriittisten järjestelmien osalta. Siemensin Desigo CC -järjestelmässä on mahdollista käyttää salattuja tiedonsiirtoprotokollia luvattoman käytön estämiseksi. Näin varmistetaan, että vain valtuutetut käyttäjät voivat käyttää ja hallita järjestelmää. Lisäksi etävalvonnan tietoturvakäytännöt ovat keskeisiä kyberuhkien torjunnassa (Siemens, 2024).

Etävalvonta tarjoaa laajat mahdollisuudet rakennusautomaatiojärjestelmien hallintaan ja optimointiin. Sen avulla voidaan saavuttaa merkittäviä hyötyjä, kuten energiansäästöä, prosessien tehokkuuden parantamista ja laitteiden elinkaaren pidentämistä. Siemensin tarjoamat ratkaisut, kuten Desigo CC, ovat suunniteltu erityisesti vastaamaan modernien rakennusjärjestelmien tarpeita.

3 INTEGROINTIMALLI

Tässä luvussa esitellään Helsingin kaupungin kiinteistömässän Siemens rakennusautomaatiojärjestelmien integrointimalli. Integrointi kattaa nykyisen laitekannan ja ohjelmistovarmuuskopioiden kartoituksen, tarvittavien päivitystoimenpiteiden suunnittelun ja toteutuksen sekä laitteiden ja järjestelmien konfiguroinnin keskitetyn valvontajärjestelmän vaatimusten mukaisiksi. Luku käsittelee suunnittelu-prosessia, ohjelmamuutoksia, laitepäivityksiä ja lopullisia toimenpiteitä, joiden tavoitteena on parantaa järjestelmien toimintavarmuutta, energiatehokkuutta ja hallittavuutta.

3.1 Lähtökohdat

Helsingin kaupungin kiinteistömässä koostuu noin kahdesta tuhannesta rakennuksesta, joiden automaatiojärjestelmät vaihtelevat laitteiden iän ja teknologiatason mukaan. Siemens laitteilla hallinnoitavia kohteita on toista sataa, ja näiden kiinteistöjen automaatiojärjestelmät ovat kriittisiä kiinteistöjen ylläpidon ja energiatehokkuuden kannalta. Ohjelmistovarmuuskopioita on kertynyt ajan myötä satoja gigatavuja, ja niitä on tallennettu eri paikkoihin. Osa varmuuskopioista oli duplikaatteja, ja osa ei liity suoraan Helsingin kaupungin kiinteistöihin, mikä lisää projektin haastavuutta tietojenhallinnan kannalta.

Laitteita on vuodesta 2000 asti vuoteen 2024, mikä tuo mukaan haasteita yhteensopivuuden ja päivitysten suhteen. Yleisimmin käytössä olevat laite sarjat ovat Siemens PX-sarja, joka tukee BACnet/IP ja LonTalk-protokollia. Uusin PXC-sarja on jo liitetty keskitettyyn valvomoon mutta vanhemmat PX-sarjan laitteet pitää lisätä valvomoon. Vanhimmat säätölaitteet ovat viime vuosituhalta kuten RVD- ja RWI-säätimet ja näitä laitteita ei ole mahdollista liittää valvomoon. Jos kyseiset kohteet halutaan valvomoon, joudutaan saneeraamaan vanhat yksikkösäätimet uusiin PXC-Sarjan säätimiin. Tästä syystä projektin keskeisenä tavoitteena on kehittää ja toteuttaa ratkaisuja, joilla nämä vanhat järjestelmät saadaan integroitua keskitettyyn valvomoon energiatehokkuuden ja toimintavarmuuden parantamiseksi.

Integrointimalli aloitettiin kartoittamalla nykyisen laitekannan ja ohjelmistovarmuuskopioiden tilanne, jotta tarvittavat toimenpiteet laitteistojen ja ohjelmistojen päivittämiseksi voitiin määrittää. Lisäksi arvoitiin, mitkä laitteet ja järjestelmät vaativat päivityksiä ja mitkä voitaisiin integroida suoraan ilman merkittäviä muutoksia. Myös mahdolliset tulevat saneeraukset otettiin huomioon, erityisesti vanhempien laitteistojen osalta.

3.2 Selvitystyö

Projektin alkuvaiheessa ohjelmien varmuuskopiot selvitettiin. Vuosien varrella niitä oli kertynyt tuhansittain, ja ne oli tallennettu kovalevyille, muistitikuille ja tietokoneille. Nykyisin varmuuskopioita säilötään yleisesti Siemensin pilvipohjaiseen BOS-järjestelmään, jossa muokkausoikeudet on rajoitettu niin, että vain yksi ohjelmoija kerrallaan voi tehdä muutoksia. Tämä käytäntö estää eri versioiden syntymisen ja ristiriitojen aiheutumisen laitteen toiminnassa. Aikaisemmin kaikki ohjelmat olivat fyysisinä tiedostoina yksittäisten käyttäjien tietokoneilla, ja niitä jaettiin Archive-muodossa, mikä aiheutti sen, että eri versioita ohjelmista saattoi olla käytössä.

Eräässä kohteessa oli esimerkiksi kaksi valvonta-alakeskusta, jotka olivat erillisinä laitteina omissa ohjelmissaan, mutta verkkoliitostöiden aikana havaittiin, että toinen alakeskus oli eri ohjelmanversiossa. Tämä ei kuitenkaan aiheuttanut ongelmaa, sillä kohteeseen oli varattu suuri määrä Archive-

tiedostoja, joista oikea versio löytyi. Alakeskukset kopioitiin saman ohjelman alle, ja niiden toiminta tarkastettiin, jotta voitiin varmistaa, että ohjelmat toimivat yhdessä.

Ensin varmuuskopioita selvitettiin laajasti vertaamalla Archive-muotoisten varmuuskopioiden nimiä Helsingin kaupungin kohdelistaan. Archive-tiedostojen nimet olivat yleensä joko posti osoitteita tai kohteiden nimiä. Joissakin tapauksissa kohteen nimi oli muuttunut, mikä lisäsi työmäärää, sillä kohteita ja mahdollisia nimimuutoksia jouduttiin etsimään esimerkiksi Googlea käyttäen. Tämä massiivisen selvitystyön tuloksena löydettiin toista sataa sopivaa varmuuskopiota.

Varmuuskopioita haettiin myös yhteistyössä nykyisiltä huolto- ja urakointiyrityksiltä. Heiltä löytyi vanhoja tiedostoja, jota olivat vuosien varrella jääneet unohduksiin. Lisäksi saatu tieto siitä, kuka oli viimeksi käynyt käsitellyt ohjelmaa kohteessa, auttoi oikean ohjelmaversion löytämisessä, jos versio oli virheellinen.

3.3 Suunnittelu ja aikataulut

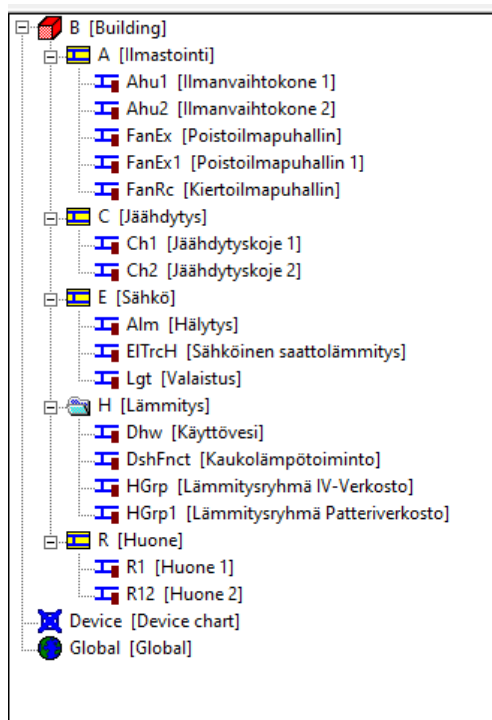
Siemens-kohteisen verkkoliitostyön projektointi toteutettiin, ja sen yhteydessä varmistettiin toteutuksen kannalta kriittisten henkilöresurssien saatavuus kenttätöihin.

Aluksi projektia testattiin urakoitsijoiden satunnaisten huoltokäyntien yhteydessä, mutta havaittiin, että verkkoliitokset edellyttivät tarkkaa suunnittelua, joissa määriteltiin projektin laajuus, aikataulu ja resurssit. Aikataulutuksessa hyödynnettiin kapeikkoajattelumallia, jossa merkittäväksi haasteeksi osoittautui asiantuntevien henkilöresurssien puute verkko- ja valvomokuvien toteutuksessa.

Työn tehokas aikataulutustahti kiinteistöautomaationalla yleisesti esiintyvän henkilöstövahvuuden ja resurssipulan vähentämiseen. Samalla varmistettiin koko projektin mahdollisimman nopea toteutus.

3.4 Ohjelmointimuutokset

Ohjelmarakenteiden selkeyttäminen asetettiin ohjelman muutoksen keskeiseksi tavoitteeksi. Vanhoja ohjelmia ei ollut standardisoitu, minkä vuoksi jokainen ohjelma oli yksilöllinen. Muutokset avulla ohjelmarakenteista pyritään tekemään selkeämpiä, jotta valvomon käyttö tehostuisi. Useimmissa kohteissa tämä edellytti lohkojen uudelleennimeämistä siten, että lohkojen nimet ilmaisevat suoraan, mitä osa-aluetta ne edustavat, ja lohkojen alle sijoitettiin saman aihepiirin ohjelmalohkot. Esimerkiksi ilmastointialueen lohkon alle sijoitettiin kaikki ilmastointikoneet, poistopuhaltimet ja kiertoilmakojeet. Samaa lohkomenetelmää sovellettiin myös muihin toimintoihin, kuten lämmitykseen, jäähdytykseen, huonesäätöön ja hälytyksiin.



Kuva 3 Siemens ohjelmointityökalun standardin mukainen hierarkia

Ohjelmaan lisättiin myös kohdetunnus, joka toimii ylimpänä lohkona. Kun kohdetunnus lisätään, tarkastetaan eri keskusten väliset siirtopisteet, kuten ulkolämpötilan mittaukset ja valoisuusanturit. Siirtopisteet on toteutettu BACnetin kautta tekstimuodossa, mikä tarkoittaa, että jos ylin lohko muutetaan, myös siirtopisteiden osoitteiden ensimmäinen lohko on muutettava uuden tunnuksen mukaiseksi. Siirtopisteiden määrä voi vaihdella kohteen mukaan muutamasta useisiin kymmeneen. Ohjelman toiminnallisuuksia ei muuteta verkko liitoksen yhteydessä.

Ohjelmamuutosten yhteydessä otetaan huomioon myös mahdollinen paikallinen graafinen käyttöliittymä kohteessa. Osoitteen muutokset vaikuttavat kyseisen laitteen käyttöön, ja pisteet linkitetään uudelleen, jotta huoltohenkilöstö voi käyttää laitetta paikallisesti, vaikka käytössä olisikin etävalvomo.

3.5 Laitteiston päivittäminen

Valvomoliitoksen yhteydessä kaikki laitteet päivitetään viimeisimpään firmware-versioon. Firmware-päivitykset katsotaan kriittisiksi, koska niiden avulla parannetaan laitteiden suorituskykyä, turvallisuutta ja yhteensopivuutta erilaisten laitteiden välillä. Päivittämättä jääneet laitteet voivat aiheuttaa yhteensopivuusongelmia, toiminnallisia virheitä ja altistaa tietoturvahille. Firmware-päivitysten avulla lisätään usein uusia ominaisuuksia ja korjataan aiemmin havaittuja vikoja, mikä parantaa koko järjestelmän luotettavuutta. Päivitettäviksi laitteiksi määritetään muun muassa käyttöpäätteet, joilla laitteita ohjataan paikallisesti.

Firmware-päivitykset toteutetaan yleensä huolellisesti suunniteltuina huoltotoimenpiteinä, jotta käyttökatkot minimoituvat ja mahdolliset ongelmat vältetään päivitysten aikana. On tärkeää varmistaa, että päivitykset testataan perusteellisesti ennen niiden käyttöönottoa, erityisesti kriittisissä järjestelmissä kuten rakennusautomaation valvonta- ja ohjausjärjestelmissä. Lisäksi firmware-päivitysten katsotaan tukevan laitteiston elinkaaren pidentämistä, koska päivitykset mahdollistavat uusien teknologioiden käyttöönoton myös vanhemmissa laitteistoissa.

3.6 Lopputoimenpiteet

Ohjelman muutoksen ja laitepäivitysten valmistuttua laitteille suoritetaan verkkokonfigurointi. Laitteille määritetään perusasetukset, nimi, IP-osoite, BACnet-portti ja muut tunnistetiedot. Päivityksen jälkeen uusi ohjelma ladataan laitteelle, ja sen toiminta tarkastetaan huolellisesti. Näin varmistutaan siitä, että laitteet toimivat oikein eikä järjestelmään jää turhia hälytyksiä.

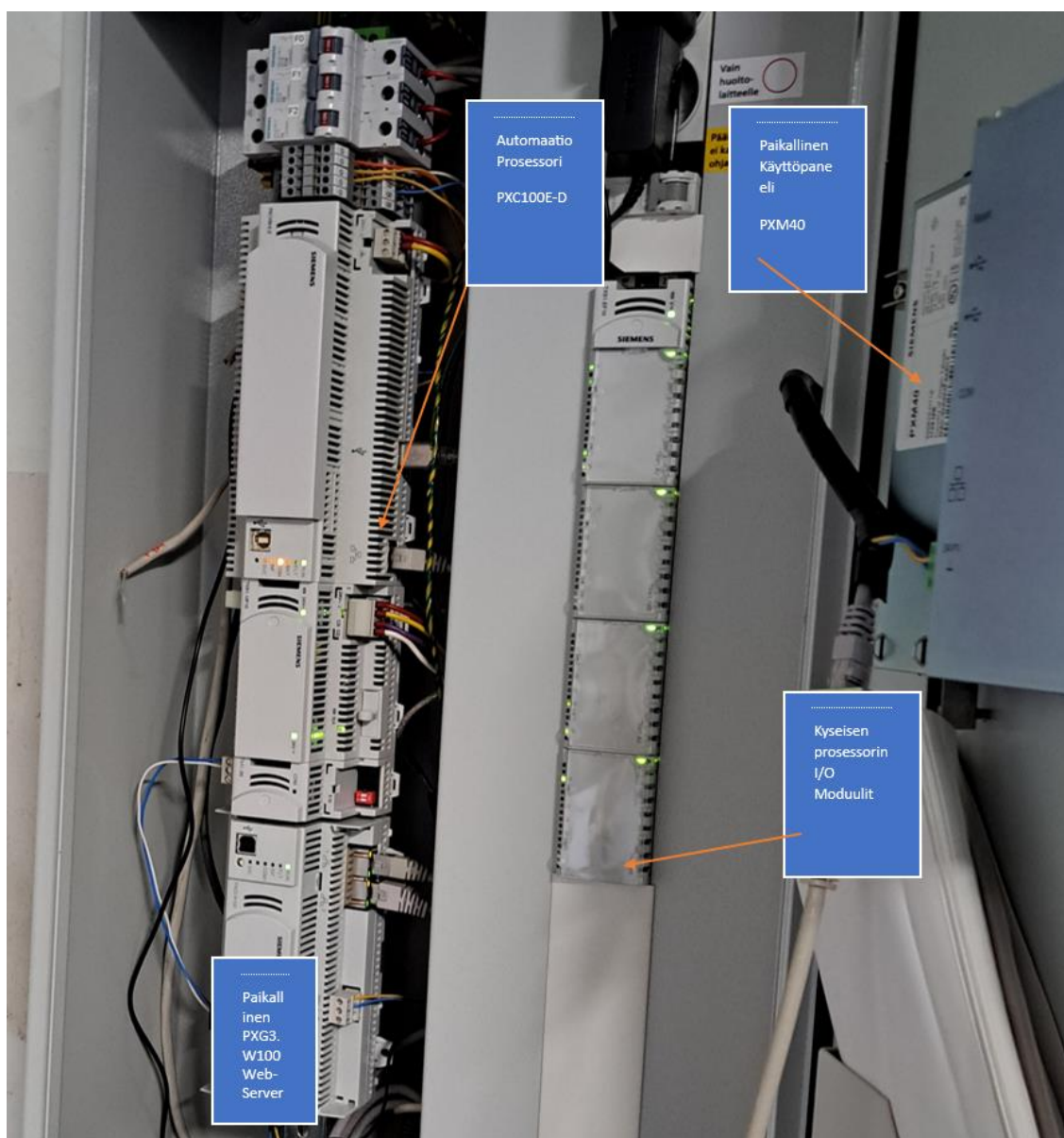
Verkkokonfigurointi katsotaan kriittiseksi vaiheeksi, sillä perusasetusten oikeellisuus varmistaa laitteiden sujuvan yhteistoiminnan valvontajärjestelmän kanssa. Konfiguroinnin huolellinen tarkastus suoritetaan, sillä väärin määritellyt asetukset voivat johtaa hälytyksiin, yhteyskatkoksiin tai jopa koko järjestelmän toimintahäiriöihin. Konfiguroinnin jälkeinen toiminnan testaus varmistaa, että kaikki laitteet toimivat saumattomasti, ja mahdollisesti virheet voidaan korjata välittömästi ennen valvontajärjestelmän lopullista käyttöönottoa.

Valvomoliitoksen viimeisessä vaiheessa suoritetaan hälytysreititysten ja viestipohjien määrittäminen valvomoon. Samalla luodaan käyttäjätunnukset, määritellään näkyvyysrajoitukset ja perustetaan tarpeelliset kansiot. Näin varmistetaan, että valvontajärjestelmä toimii tehokkaasti ja turvallisesti, ja käyttöoikeudet on asianmukaisesti rajattu tarpeen mukaan.

4 TOTEUTUSMALLIT

Tässä luvussa kuvataan käytännön toteutusmalleja, jotka havainnollistavat erilaisia tapoja liittää rakennusautomaatiojärjestelmiä keskitettyyn valvomoon. Esimerkit sisältävät IP/BACnet-, LonTalk- ja Modbus-pohjaiset ratkaisut, joiden avulla eri ikäiset ja teknologiset järjestelmät saadaan toimimaan saumattomasti osana nykyaikaista valvontajärjestelmää. Luvussa käsitellään liitosten teknisiä yksityiskohtia, kuten laitteiden ohjelmointia, firmware-päivityksiä, verkkokonfiguraatioita ja testaustmenetelmiä, sekä esitetään käytännössä erikoisuuksia, jotka liittyvät kuhunkin toteutusmalliin. Näiden esimerkkien avulla selvitetään, miten järjestelmien yhteensopivuus ja toimintavarmuus voidaan varmistaa tehokkaasti.

4.1 Suora IP/BACnet-liitos



Kuva 4 IP pohjainen valvonta alakeskus

Suora IP-liitoksella tarkoitetaan laitteita, joilla on oma verkkoportti, jonka kautta ne yhdistetään valvomoon. Näitä laitteita ei tarvitse liittää ulkopuolisiin yhteyslaitteisiin valvomoon kommunikoidakseen.

Useissa suorissa IP-Kohteissa on myös paikallinen Web-Server, joka konfiguroidaan toimintaa varten, mikä lisää työmäärää. Kuvassa 4 esitetty paikallinen PXG3.W100 web-server hoitaa tämän tehtävän. Web-serverillä yleisesti on paikallisen graafisen käyttöliittymän kuvat ja toiminnat.

Verkkoliitos aloitetaan aina automaatio-ohjelman varmuuskopion tarkastuksella. Kun varmuuskopiot täsmäävät, suoritetaan Readback-toiminto, joka lataa prosessorilta kaikki muutetut asetusarvot, jotta säätöjä ei tarvitse tehdä uudelleen. Kuvassa 4 näkyvä automaatioprosessori PXC100.E-D on tällaisen prosessin ytimessä.

Readbackin jälkeen aloitetaan ohjelmistomuutokset, joissa ohjelma muokataan käyttäjäystävällisemmäksi tarpeen mukaan. Prosessorin alaisuudessa olevat laitteet, kuten ilmanvaihtokoneet, hälytyspisteet tai lämmönjakopaketit, järjestetään omien lohkojen alle, esimerkiksi ilmastointilohkon alle, johon sijoitetaan IV-koneet, poistopuhaltimet ja kiertoilmakoneet. Tämä selkeyttää ohjelmaa valvomon näkymässä. Kuvassa 4 esitetyt kyseisen prosessorin I/O-moduulit auttavat hallinnoimaan näitä laitteita ja lohkoja.

Ohjelman muutosten jälkeen aloitetaan firmware-päivitykset. Firmware-päivityksen eteneminen määräytyy laitteen nykyisestä versiosta. Jos version vanha, päivitys suoritetaan askeleittain. Esimerkiksi jos laite on firmware-versiossa 4.x ja uusin versio on 6.3, päivitetään ensin versioon 5.x, jotta toimintahäiriöiltä vältytään. Firmware-päivityksen jälkeen laitteelle konfiguroidaan uudet verkkotiedot, kuten IP-osoite, UDP-portti ja kohdetunnukset. Konfiguroinnin jälkeen muokattu ohjelma ladataan laitteelle, ja sen toimivuus tarkastetaan. Jos kohteessa on paikallinen Web-server, pisteiden korjaukset tehdään samalla. Myös paikallisen Web-serverin, kuten PXG3.W100-laitteen, firmware ja verkkokonfiguraatiot päivitetään samoin kuin prosessorille.

Verkkoliitos suoritetaan näiden vaiheiden jälkeen. Verkkojohdot kytketään laitteisiin ja ristikytkentä tehdään kiinteistön verkkokyttimeen. Yhteyden toimivuutta testataan lähettämällä testisignaali valvomon ja alueen yhteyslaitteisiin. Jos signaalit kulkevat ongelmitta, verkkoliitos on toimiva. Lopuksi valvomon päässä suoritetaan hälytysreititykset ja luodaan käyttäjätunnukset.

4.2 LonTalk liitos

Lon-liitoksessa erot IP-liitokseen nähden liittyvät siihen, että järjestelmään lisätään Lon-BACnet/IP-reititin, jotta yhteys valvomoon voidaan muodostaa. Muutoin prosessi suoritetaan samalla tavalla kuin IP-laitteiden kohdalla. Ohjelmamuutokset ja firmware-päivitykset tehdään samalla tavoin kuin IP-pohjaisissa laitteissa. Kuvassa 5 näkyvä Lon-BACnet/IP-reititin toimii olennaisena osana tätä prosessia.

Reitittimen lisäämistä suunniteltaessa huomioidaan, onko valvonta-alakeskuksessa tilaa reitittimelle. Mikäli tilaa ei ole, lisätään erillinen kotelo reitittintä varten. Lisäksi toteutetaan kaapelointi Lon-kommunikointiväylälle ja 24 VAC syöttö reitittimelle.

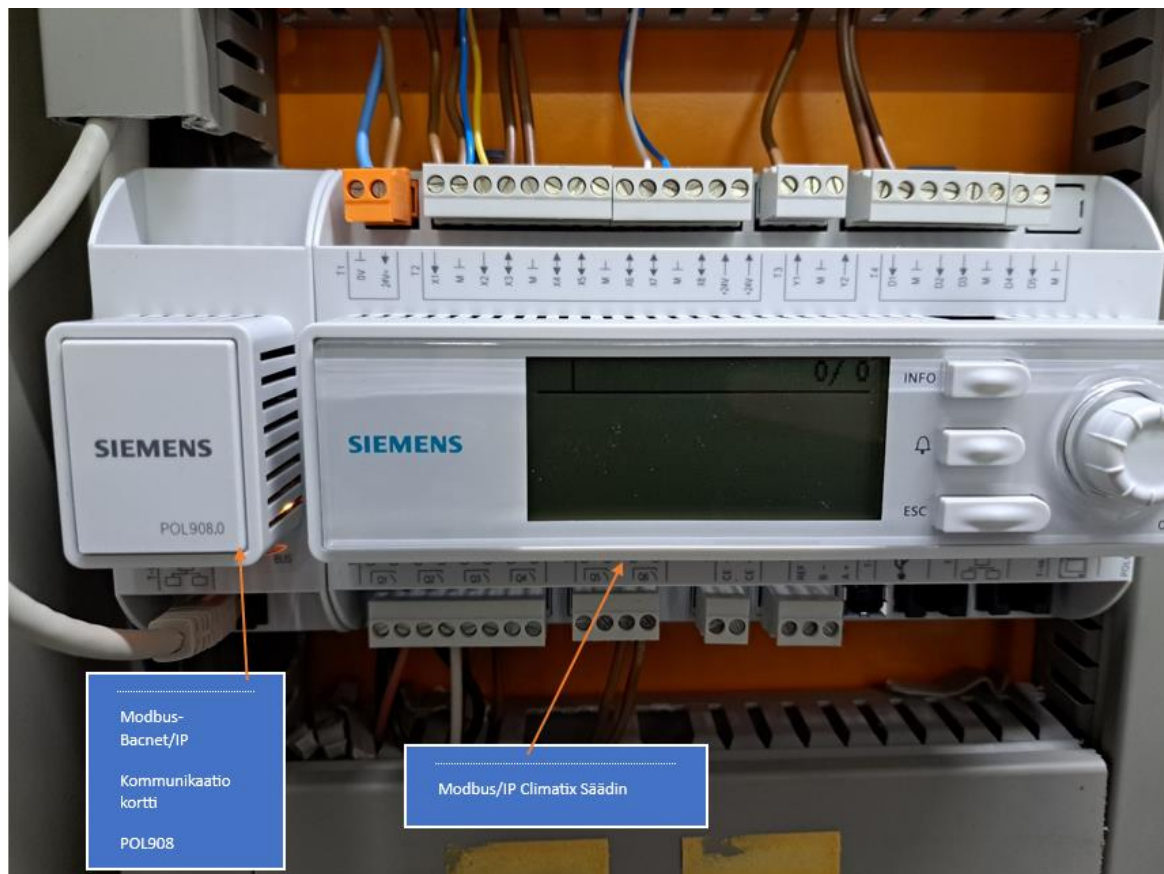


Kuva 5 Lon pohjainen alakeskus

Kun kaapeloinnit ja reitittimen sijoitus on tehty, reititin konfiguroidaan ja kytketään verkkoon. Tämän jälkeen verkkoliitos viimeistellään samalla tavalla kuin IP-pohjaisissa automaatioasäätimissä. Kuvassa 5 näkyvä vanhempi automaatioasäätinyksikkö PXC64-U, joka toimii Lon-laitteena, edustaa vanhempia järjestelmiä, jotka hyötyvät tällaisista päivityksistä.

4.3 Modbus Climatix-säädinliitos

Modbus Climatix-säätimen liitoksen toteuttamisessa käytetään POL908 Modbus-BACnet/IP-kommunikaatiokorttia verkkoliitosta varten (Kuva 6). Tällä kortilla mahdollistetaan säätimen kytkeminen BACnet/IP-verkkoon. Kuvassa 6 näkyvä Modbus/IP Climatix-säädin liitetään suoraan tähän kommunikaatiokorttiin, mikä mahdollistaa tehokkaan ja suoran yhteyden.



Kuva 6 Modbus pohjainen alakeskus

Verkkokonfiguroinnissa POL908-kommunikaatiokortille määritetään IP-osoite, UDP-portti ja kohdetunnukset. Climatix-laitteiden erityispiirteenä on, ettei niiden ohjelmaan tehdä muutoksia, sillä se ei ole mahdollista kyseisellä laitteella. Viimeisessä vaiheessa verkkokaapelit kytketään korttiin ja yhteys testataan valvomoon sekä muihin verkon laitteisiin.

Yhteyden varmistaminen suoritetaan lähettämällä testisignaaleja Climatix-säätimestä valvomoon, jos kaikki signaalit kulkevat ongelmitta, verkkoliitos todetaan onnistuneeksi. Lopuksi valvomossa suoritetaan laiteskannaus, jossa etsitään uusi POL908, jonka kautta Climatix-säätimen pisteet ladataan valvomoon. Tämän jälkeen tehdään hälytysreititykset ja luodaan käyttäjätunnukset.

5 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli tarjota kattava ja käytännönläheinen malli Helsingin kaupungin rakennusautomaatioverkon integrointiin. Työn päämääränä oli modernisoida ja parantaa Helsingin kaupungin laajojen kiinteistömassojen rakennusautomaatiojärjestelmiä siten, että kiinteistöjen ylläpito tehostuu, energiatehokkuus paranee ja huoltokäyntien tarve vähenee.

Projektin aikana yhdistettiin monien eri-ikäisten automaatiojärjestelmien laitteistoja keskitettyyn valvomoon hyödyntämällä protokollia, kuten BACnet, Modbus ja LonTalk. Keskeisinä toimenpiteinä olivat ohjelmisto- ja laitepäivitykset, ohjelmien selkeyttäminen ja varmuuskopioiden tarkastus, jotka yhdessä mahdollistivat vanhojen ja uusien laitteiden yhteensopivuuden. Näiden toimenpiteiden avulla saatiin aikaan energiatehokkaampia ja toimintavarmempia kokonaisjärjestelmiä.

Työn tulokset osoittavat, että tarkka suunnittelu, päivitykset ja järjestelmien standardisointi ovat keskeisiä elementtejä rakennusautomaatiojärjestelmien pitkän aikavälin toimivuuden ja joustavuuden varmistamisessa. Opinnäytetyön johtopäätökset tukevat Helsingin kaupungin pyrkimyksiä modernisoida kiinteistöhallintaansa ja asettavat vankan pohjan tuleville kehityshankkeille. Työ toimii myös arvokkaana viitteenä muille kunnille ja organisaatioille, jotka haluavat parantaa kiinteistöjensä hallintaa vastaavanlaisin ratkaisuin.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyö Helsingin kaupungin rakennusautomaatioverkko integrointi tarjoaa kattavan ja käytännönläheisen mallin, jolla modernisoidaan ja parannetaan Helsingin kaupungin laajojen kiinteistömasojen rakennusautomaatiojärjestelmiä. Työ osoittaa, että etävalvonnan ja hallinnan mahdollistava integrointi voi merkittävästi tehostaa kiinteistöjen ylläpitoa, parantaa energiatehokkuutta ja vähentää huoltokäyntien tarvetta.

Projektissa yhdistettiin monien eri-ikäisten automaatiojärjestelmien laitteistoja keskitettyyn valvomon hyödyntäen protokollia, kuten BACnet, Modbus ja LonTalk. Keskeisinä toimenpiteinä olivat ohjelmisto- ja laitepäivitykset, ohjelmien selkeyttäminen ja varmuuskopioiden tarkastus, jotka yhdessä mahdollistivat vanhojen ja uusien laitteiden yhteensopivuuden. Näiden toimenpiteiden avulla saatiin aikaan energiatehokkaampia ja toimintavarmempia kokonaisjärjestelmiä.

Työn tulokset osoittavat, että tarkka suunnittelu, päivitykset ja järjestelmien standardisointi ovat keskeisiä elementtejä rakennusautomaatiojärjestelmien pitkän aikavälin toimivuuden ja joustavuuden varmistamisessa. Opinnäytetyön johtopäätökset tukevat Helsingin kaupungin pyrkimyksiä modernisoida kiinteistöhallintaansa ja asettavat vankan pohjan tuleville kehityshankkeille. Työ toimii myös arvokkaana viitteenä muille kunnille ja organisaatioille, jotka haluavat parantaa kiinteistöjensä hallintaa vastaavanlaisin ratkaisun.

LÄHTEET

ChatGPT. (2024). *OpenAI, GPT-3.5*. Käytetty kielentarkistukseen, marraskuussa 2024. Haettu osoitteesta <https://chat.openai.com>

1. Siemens. (2024). *Desigo PXC Series Documentation. Haettu 21.10.2024 osoitteesta <https://www.siemens.com/buildingtechnologies/desigo-pxc>
2. Siemens. (2024). *Building Technologies Documentation. Haettu 21.10.2024 osoitteesta <https://www.siemens.com/buildingtechnologies>
3. BACnet International. (2024). *BACnet Protocol Documentation. Haettu 21.10.2024 osoitteesta <https://www.bacnet.org/protocol>
4. Modbus Organization. (2024). *Modbus Protocol Specifications. Haettu 21.10.2024 osoitteesta <https://www.Modbus.org/specs>
5. Siemens. (2024). *Firmware Update Guides for PXC Devices. Haettu 21.10.2024 osoitteesta <https://www.siemens.com/buildingtechnologies/firmware>
6. Granlund. (2024). *Rakennusautomaatiosuunnittelu ja järjestelmät*. Haettu 1.12.2024 osoitteesta <https://www.granlund.fi/palvelut/rakennusautomaatiosuunnittelu/>
7. Siemens. (2024) Desigo CC Documentation. Haettu 26.01.2025 osoitteesta <https://www.siemens.com/buildingtechnologies/desigo-cc>

Kuvat: Kaikki opinnäytetyössä esitetyt kuvat ovat työn tekijän itse ottamia tai tekemiä vuosina 2023-2025.