



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Sami Ukkonen

Siemens rakennusautomaatiojärjestelmän modernisointi

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Automaatiotekniikka

Insinöörityö

11.3.2019

Tekijä Otsikko	Sami Ukkonen Siemens rakennusautomaatiojärjestelmän modernisointi
Sivumäärä Aika	28 sivua + 3 liitettä 11.3.2019
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	sähkö- ja automaatiotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	automaatiotekniikka
Ohjaajat	lehtori Jarmo Tapio ryhmäpäällikkö Jukka Niiranen
<p>Insinööritö toteutettiin Siemens Osakeyhtiön toimeksiannosta As Oy. Helsingin Pasaatitullille sekä HOK-Elannolle, joiden rakennusautomaatiojärjestelmät sijaitsevat samassa kiinteistössä.</p> <p>Insinööritöön aiheena oli päivittää kiinteistön automaatiojärjestelmät vastaamaan nykyajan standardeja, sillä vanhojen järjestelmien laitetuki päättyi pääasiassa jo vuonna 2013. Tavoitteena oli toteuttaa järjestelmä, joka olisi aiempaa käyttäjäystävällisempi ja mahdollistaisi paremman valvomo ympäristön. Uuden järjestelmän huoltojen vasteajat ja varaosatuki olisivat myös aiempaa paremmat.</p> <p>Suurin osa työstä toteutettiin Siemensin toimistolla Espoon Leppävaarassa, jossa ohjelmoitiin uusien alakeskusten ohjelmat ja tehtiin valvomografiikat. Lopuksi järjestelmälle tehtiin käyttöönotto ja testaus paikan päällä.</p> <p>Projektin lopputuloksena saatiin toimivat rakennusautomaatiojärjestelmät molemmille asiakkaille. Uusissa valvomoissa oli paremmat mahdollisuudet prosessien tarkasteluun sekä säätämiseen, jolloin huoltohenkilöstön ja muiden järjestelmien käyttäjien on helpompi reagoida kiinteistön prosessien vikatilanteisiin ja ongelmiin.</p>	
Avainsanat	rakennusautomaatio, kiinteistöautomaatio, saneeraus

Author Title	Sami Ukkonen Modernization of Siemens building automation system
Number of Pages Date	28 pages + 3 appendices 11 March 2019
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	electrical- and automation engineering
Specialisation option	automation Engineering
Instructors	Jarmo Tapio, lecturer Jukka Niiranen, group Manager
<p>This study was carried out on behalf of Siemens to house cooperative Helsingin Pasaatituuli and HOK-Elanto, whose building automation systems are located in the same property.</p> <p>The purpose of this final year project was to upgrade the two automation substations to meet modern standards, as the hardware support of the former systems ended for most part in 2013. The goal was to implement a system that would make it easier to control and review the operation of building automation processes. Response times and spare parts support for the new system would also be better than before.</p> <p>Most of the work was done at the Siemens office in Leppävaara, Espoo, where the programs of the new sub distribution boards were programmed, and control room graphics were made. The commissioning of the system was carried out on the spot, which took two days including installation work and testing.</p> <p>As the result of the project, effective building automation systems were provided for both customers. The new control stations have better opportunities for observing and adjusting processes, making it easier for service technicians and other users to respond to faulty situations and problems in property processes.</p>	
Keywords	building automation, renovation

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Rakennusautomaatio	2
2.1	Rakennusautomaation tavoitteet	2
2.2	Rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne	3
	Automaatiotaso	4
2.3	Säätötekniikka	5
2.4	Rakennusautomaatioprosessit	6
2.5	BACnet	9
3	Kiinteistön vanha järjestelmä	10
3.1	Valvonta-alakeskus	10
3.2	Automaatioon liitetyt LVI-prosessit	11
4	Projektin vaiheet	12
4.1	Suunnittelu	12
4.2	Toteutus	12
4.3	Aloitus	13
4.4	Laitehankinnat	13
4.5	Ohjelmointi	17
4.6	Desigo PX Web -valvomokäyttöliittymä	21
4.7	Asennustyöt	22
4.8	Käyttöönotto ja testaus	24
4.9	Käytönopastus	26
5	Yhteenveto	26
	Lähteet	28

Liitteet

Liite 1. IV-koneen toimintakaavio

Liite 2. Pistelista As Oy Pasaatitulen alakeskus

Liite 3. Pistelista Alepan alakeskus

Lyhenteet

BACnet	Rakennusautomaatiossa käytettävä tiedonsiirron rajapinta.
CFC	Continuous function chart. Lohkokaavioihin perustuvagraafinen ohjelmointikieli.
I/O	Input/output. Automaatiojärjestelmän sisään- ja ulostulot.
IP	Internet protocol. Internetissä pakettien reitittämiseen käytettävä osoite.
OSI	Open Systems Interconnection. Tiedonsiirtoprotokollien malli.
PID	Proportional, integral, derivative. Säättötekniikan perussäädin.
RAU	Rakennusautomaatio.
UDP	User Datagram Protocol. Protokolla, joka mahdollistaa tiedostojen lähetyksen ilman pakettien kuittausta.
VAK	Valvonta-alakeskus.

1 Johdanto

Insinööriyön aiheena on toteuttaa modernisaatio As Oy Helsingin Pasaatituulen sekä HOK-Elannon samassa kiinteistössä toimiviin automaatiojärjestelmiin. Työn toimeksiantajana on Siemens Osakeyhtiö. Siemens on yksi suurimpia rakennusautomaation ratkaisujen toimittajia Suomessa ja se tarjoaa asiakkailleen teknisiä ratkaisuja ja asiantuntijapalveluita.

Kohteen alkuperäisen automaatiojärjestelmän valvonta-alakeskusten laitetuki päättyi vuonna 2013, joka ei tosin tarkoittanut kertaluonteista huolto- tai laitetuen loppumista, vaan niiden muuttumista rajallisemmaksi. On siis ajankohtaista ja järkevää toteuttaa valvonta-alakeskusten modernisointi niin, että jatkossa olisi saatavilla asiantuntijaosamista ja varaosia mahdollisia vikatilanteita varten.

Työn tavoitteena on päivittää kohteeseen uudet valvonta-alakeskukset, jotka ohjelmoidaan täysin uudestaan ja joihin toteutetaan paikallinen valvomojärjestelmä Desigo PX Web -laitteistolla. Vastaavia vanhentuneita automaatiojärjestelmiä on Suomessa monissa muissakin kohteissa, joten insinööriyön tavoitteena on myös olla hyödyksi kyseisten järjestelmien modernisointiprojekteissa jatkossakin.

Alakeskusten päivityksessä käytetään vanhoja toimintasuunnitelmia, joten kiinteistön käyttäjät eivät huomaisi suuria eroja rakennuksen sisäilmaolosuhteissa. Uusiin alakeskuksiin on tulevaisuudessa saatavilla varaosia ja niiden paikallisvalvomot ovat aiempaa käyttäjäystävällisempiä graafisten valvomokuvien ansiosta. Vanhojen järjestelmien I/O-moduulit ja kaapeloinnit pystytään suurilta osin hyödyntämään, joten asennustöiden osuus saadaan jäämään pieneksi.

Insinööriyön kirjallisessa osuudessa kerrotaan rakennusautomaatiosta yleisesti ja perehdytään projektin toteutuksen eri vaiheisiin, erityisesti ohjelmointiin. Projektissa käytetyt uudet laitteet esitellään ja kerrotaan niiden toimintatarkoitukset.

2 Rakennusautomaatio

2.1 Rakennusautomaation tavoitteet

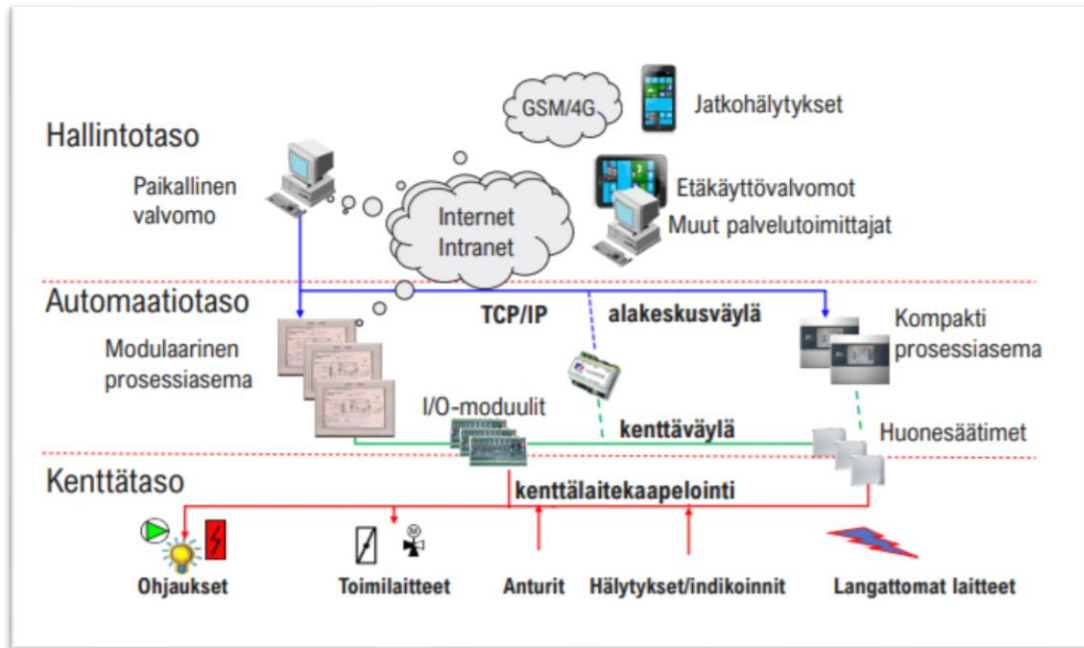
Rakennusautomaation tavoitteena on kokonaisuudessaan ohjata mahdollisimman energiatehokkaasti niitä kiinteistön prosesseja, jotka vaikuttavat sisäilmaan. Automaatiojärjestelmä toimii keskeisenä työkaluna kiinteistön huollosta ja ylläpidosta vastaavilla henkilöillä. Tyypillisiä rakennusautomaatiolla ohjattavia kohteita ovat

- ilmanvaihto
- lämmönjako
- valaistus
- hälytykset
- valvontajärjestelmä. [3.]

Usein rakennusautomaatiojärjestelmä pyrkii yhdistämään yllä luetellut järjestelmät yhdeksi helposti hallittavaksi kokonaisuudeksi. Oikein toimiva rakennusautomaatiojärjestelmä edellyttää, että instrumentointi on kunnossa, kohteeseen on suunniteltu siihen toimiva ohjelmisto, ja järjestelmän käyttäjä hallitsee sen käytön.

Rakennusautomaatiojärjestelmiä löytyy monilta eri valmistajilta. Yleisimpiä Suomessa käytettävistä automaatiojärjestelmistä tarjoavat Siemens, Fidelix ja Schneider Electric.

2.2 Rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne



Kuva 1. Automaatiojärjestelmän hierarkkinen rakenne [1.]

Automaatiojärjestelmän yleinen rakenne koostuu hallintotasosta, automaatiotasosta ja kenttätasosta (kuva 1). Eri tasojen väliset laitteet kommunikoivat toistensa kanssa erilaisten rajapintojen kautta. Alimmalla tasolla sijaitsevat kenttälaitteet, keskimmaisella tasolla alakeskukset ja ylimmällä tasolla valvomot.

Hallintotaso

Hallintotaso sisältää automaatiojärjestelmän paikalliset valvomot ja etäyhteydellä toimivat valvomot. Paikallinen valvomo on yleensä kiinteistön tiloissa sijaitseva PC, johon on asennettuna järjestelmän valvomo-ohjelmisto. Paikallisia valvomoja ovat myös erilaiset käyttöpäätteet ja kosketusnäytölliset tabletit, joilla käyttäjä saa PC-valvomoa yksinkertaisemmän käyttöliittymän järjestelmän tarkasteluun. Etäyhteydellä toimiva valvomo sijaitsee yleensä joko asiakkaan tai automaatiojärjestelmän toimittajan pilvipalvelimella, johon otetaan yhteys paikalliselta tietokoneelta. Etävalvomon etu verrattuna paikalliseen on se, että mukaan saadaan helpommin asiantuntevaa osaamista kiinteistön analysoinnissa ja muutostöissä. Valvomot antavat käyttäjille tietoa hälytyksistä ja mahdollisuuden muuttaa laitteiden asetusarvoja ja aikaohjelmia. Valvomo helpottaa myös kiinteistön konaishallintaa graafisten prosessikuvien avulla. [1.]

Valvomot ovat olennainen osa rakennusautomaatiojärjestelmiä ja niiden hyödynnettävyyttä. Valvomojärjestelmän tehokas ja oikea käyttö ovat rakennuksen energiatehokkuuden, toimivuuden ja turvallisuuden perusedellytyksiä. Järjestelmien käytössä ongelmana kuitenkin on, ettei niiden monipuolisia ominaisuuksia osata usein hyödyntää laaja-alaisesti. [8.]

Automaatiotaso

Automaatiotaso sisältää valvonta-alakeskukset, joissa I/O-pisteet ovat joko integroituina tai erillisinä I/O-moduuleina. Alakeskus on käytännössä pieni tietokone, joka ohjaa kiinteistön automaatioprosesseja. I/O-pisteiden kautta kulkee alakeskuksen ohjaukset kenttälaitteille ja samoin alakeskukselle tulevat mittausviestit antureilta. [1.]

Automaatiotason kommunikaatio perustuu yleensä LAN-verkkoon ja TCP-IP-protokollaan. Tyypillinen paikallisverkko perustuu Ethernet-verkkoon, jossa on standardin CAT 6 mukainen kaapelointi. Pidemmät verkkokaapeloinnit tehdään käyttäen optisia kuituja. Myös langatonta verkkoa (WLAN) käytetään, etenkin mobiilien käyttölaitteiden yhteydessä. Verkossa liikkuu tietoa, joka palvelee käyttäjää valvomossa tai alakeskusten keskinäistä tiedonsiirtotarvetta. Esimerkiksi ulkokosteus tai fasadikohtainen ulkolämpötila voi olla yksittäinen mittaus, jota useammat ala-asetat käyttävät. [1.]

Kenttätaso

Kenttätaso koostuu kenttälaitteista, joita ovat anturit ja toimilaitteet. Anturit välittävät tietoa rakennuksen olosuhteista ja prosessien tiloista, kuten lämpötilasta, paineesta ja muista mitattavissa olevista suureista. Automaatiojärjestelmän ohjausyksikkö käsittelee antureilta saamaansa tietoa ja vertaa sitä käyttäjän asettamiin asetusarvoihin, joiden perusteella se ohjaa toimilaitteita. Tieto kulkee automaatiojärjestelmässä I/O-pisteiden kautta kenttälaitteiden ja ohjausyksikön välillä. [1.]

Kentällä voi olla myös itsenäisiä säätimiä, kuten huonesäätimet ja pakettiratkaisuihin integroidut säätimet, joita on kasvavissa määrin esim. IV-koneissa ja lämmönvaihtimissa. [1.] Itsenäiset säätimet saadaan kommunikoimaan muun automaatiojärjestelmän kanssa, jolloin niiden käyttäminen onnistuu myös valvomosta käsin.

I/O pisteet

Automaatiojärjestelmän tiedonsiirto kenttälaitteiden ja alakeskuksien välillä kulkee I/O pisteiden kautta. I/O pisteitä ovat analogiset ja digitaaliset sisään- sekä ulostulot. [1.]

Analogisten sisääntulojen kautta kulkee usein aktiivisten ja passiivisten antureiden lähettämät mittaussignaalit, jotka perustuvat resistiivisyyden, potentiaalieron tai virtasilmu- kan lukemiseen anturilta. Anturin lähettämä mittausta muunnetaan alakeskuksella ohjel- massa käytettäväksi suureeksi, kuten lämpötila. [1.]

Analogisia ulostuloja käytetään toimilaitteiden säätämiseen tuottamalla 0–10 V jännite- ohjaussignaaleja. [1.]

Digitaaliset sisääntulot ovat potentiaalivapaita kärkitietoja, joita käytetään tilatietojen, ku- ten hälytysten tai koneiden käyntitilan tuomiseen järjestelmästä. [1.]

Digitaalisella ulostulolla ohjataan laitteiden käyntitiloja. [1.]

Valmistajilta löytyy I/O-moduuleja, joiden pisteitä voidaan ohjelmoida käsittelemään eri pisteitä, näitä kutsutaan universaaleiksi moduuleiksi. Siemensillä on TXM1.8U-moduuli, jonka kaikki kahdeksan I/O-pistettä voidaan ohjelmoida digitaalisiksi sisääntuloiksi tai analogiksi 0–10 V jännitesignaalin ulos- tai sisääntuloksi. [1.]

2.3 Säätötekniikka

Talotekniikan prosessien toimivuuteen vaikuttaa oleellisesti niille optimaalisesti toteute- tut säädöt. Säätöjärjestelmän virittäminen vaikuttaa rakennusten energiankulutukseen ja laitteiden asettumiseen asetuservoihinsa mahdollisimman hyvin.

Säätötekniikan perussäädin on PID-säädin. Se koostuu P-osasta, I-osasta sekä D- osasta. P-osan tehtävä on vahvistaa säätöä.

Säädin voisi myös koostua vain P- tai P- ja I-osista. Rakennustekniikassa on yleistä käyt- tää PI-säätöä, sillä talotekniset prosessit eivät ole niin vaativia tarkkuudeltaan.

Säätimen matemaattisessa kaavassa käytetään sisäänmenona eroosuuretta e . Erosuure on asetusarvon ja mittauksen erotus, se ennakoi säätövirhettä eli asetusarvon ja säädettävän suureen erotusta.

$$u = K_P e + K_I \int e dt + K_D \frac{de}{dt} \quad (1)$$

Pienellä P-osan luvulla saadaan maltillinen säätö prosessiin, kun taas suuremmalla P-osan luvulla saadaan nopeampi säädön muutos. I-osan tehtävä on korjata säätöpoikkeamaa, eli saada mittausarvo vastaamaan asetusarvoa. D-osan tehtävä on ennakoida säätöä ja se pyrkii estämään säädön poikkeamaa jo ennen sen muodostumista.

2.4 Rakennusautomaatioprosessit

Ilmanvaihto

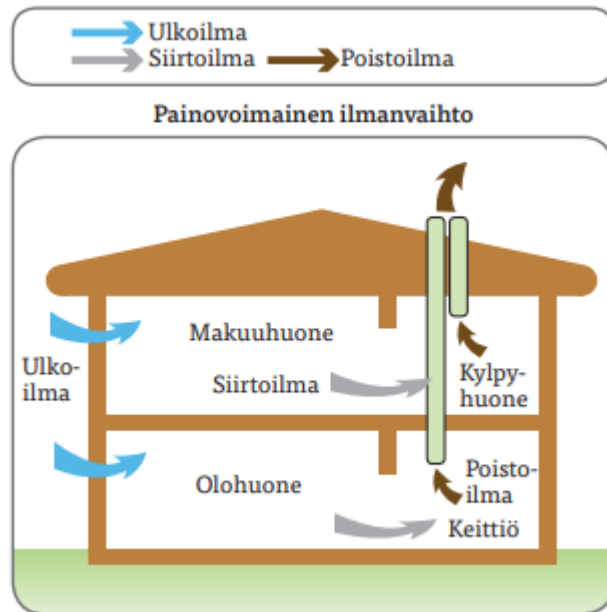
Ilmanvaihdon automaatiojärjestelmät eroavat toisistaan merkittävästi, riippuen ilmanvaihtokoneisiin asennetuista toimilaitteista ja antureista, sekä halutusta toimintatavasta. Perinteinen menetelmä on painovoimainen ilmanvaihto, jossa huonelämpötilan ja ulkolämpötilan ero saa aikaan ilman liikkeen. Painovoimainen ilmanvaihto ei kuitenkaan hyödynnä automaatiota. Automaatiolla ohjattavat järjestelmät perustuvat lämmöntalteenottoon sekä koneelliseen poisto- ja tuloilmanvaihtoon. [7.]

Rakennusten ilmanvaihdon tavoitteena on saada aikaan mahdollisimman hyvä sisäilmanlaatu. Sisäilmaan vaikuttavia asioita ovat

- lämpötila
- ilman suhteellinen kosteus
- ilman vaihtuvuus
- hiilidioksidipitoisuus. [7.]

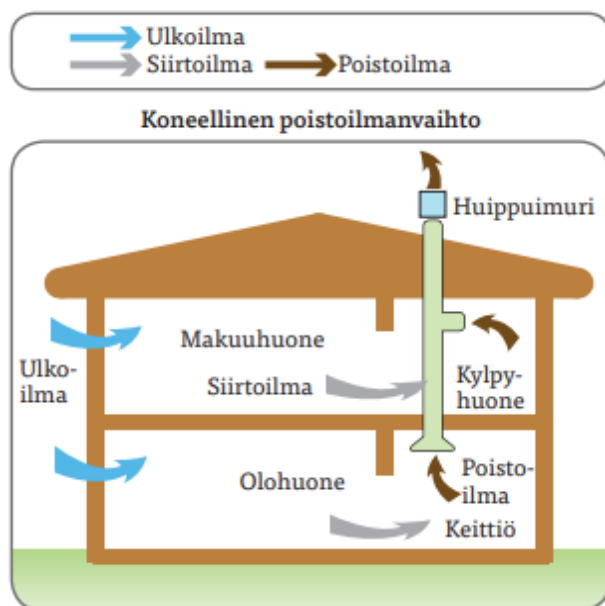
Sisäilman tavoitteiden toteutumista edellyttää, että automaatiojärjestelmän asetusarvot ja säädöt toimivat suunnitellusti. Tyypillisiä säätötapoja ovat

- ilmanvaihtokoneen käyntiajat
- ilmanvaihtokoneen säätökäyrät ja portaitaiset ohjaukset
- kieroilmapeltien, lämmöntalteenoton ja puhallinten säädöt. [7.]



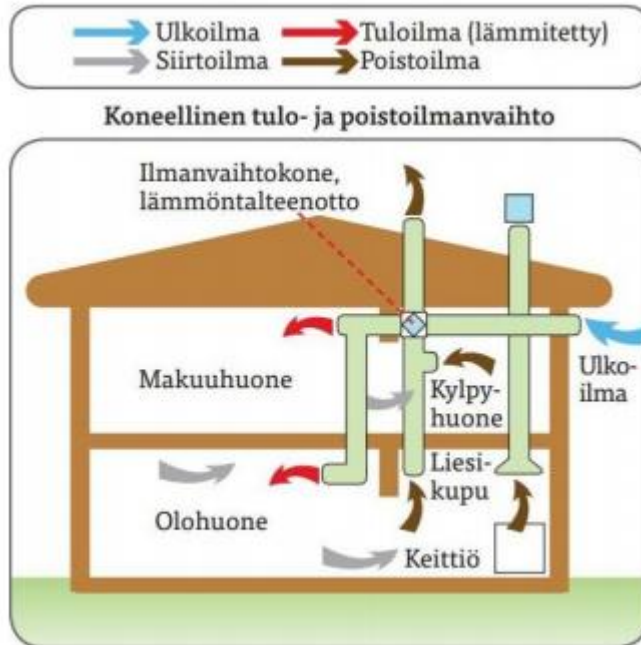
Kuva 2. Painovoimainen ilmanvaihto [7.]

Edullisin ja helpoin tapa toteuttaa ilmanvaihto on painovoimaan perustuva ilmanvaihtojärjestelmä (kuva 2), joka perustuu ulko- ja sisäilman lämpötilaerojen aiheuttamaan paine-eroon. Ilma vaihtuu poistoilmaventtiilien kautta, jotka usein sijoitetaan kiinteistön likaisiin tiloihin. Tuloilma tapahtuu tuuletusluukkujen, ikkunan karmien ja korvausilmaventtiilien avulla.



Kuva 3. Koneellisen poistoilmanvaihdon toiminta [7.]

Koneellisessa poistoilmanvaihdossa (kuva 3) rakennuksen ilmanvaihto on tehostettu koneellisesti. Ilmaa poistetaan esimerkiksi puhaltimella tai huippumurilla, joiden toiminta voi olla jatkuva tai automaattisen ohjaukseen perustuva.



Kuva 4. Koneellisen tulo- ja poistoilmanvaihdon toiminta [7.]

Uudet rakennukset varustetaan nykyään pääosin koneellisella tulo- ja poistoilmanvaihdolla (kuva 4), siinä sekä tulo- että poistoilmaa puhalletaan koneellisesti rakennuksen ilmanvaihtokanavissa. Tällöin varmistetaan ilmanvaihdon tasaisuus. Järjestelmässä tuloilma voidaan ensin jäähdyttää tai lämmittää siihen tarkoitetuilla lämmönsiirtopattereilla, ja poistoilman lämpöenergia voidaan hyödyntää lämmöntalteenotolla. Ilmanvaihtokoneessa ilma suodatetaan sekä tulo- että poistoilmakanavassa. [7.]

Lämmönjako

Lämmönjakojärjestelmien automaatioon on lukuisia erilaisia ratkaisuja, ja eri järjestelmien säätö-, mittaus- sekä ohjaustoiminnot poikkeavat paljon toisistaan. Suurin syy automaation eroavaisuuteen on siinä, miten lämpö tuotetaan kiinteistöön, ja miten se jaetaan.

Kiinteistöjen lämmitys voidaan tuottaa kaukolämmöllä, sähkölämmityksellä, öljylämmityksellä tai erilaisilla lämpöpumpuilla. Selvästi yleisin näistä on kuitenkin kaukolämpö,

jossa automatiikan avulla kaukolämpövesi ohjataan ilmanvaihtoverkoston ja patteriverkoston käyttöön. Lopuksi jäähtynyt kaukolämpövesi ohjautuu takaisin kaukolämmön toimittajan kaukolämpöverkoston. [3.]

Lämmityksen säädön tavoitteena on huonelämpötilan pitäminen tasaisesti asetusarvoon. Lämpötilan säätö tehdään käyttämällä säätökäyrää, jolla lämmityslaitteita säädetään ulkolämpötilan perusteella. Oikean säätökäyrän etsiminen on pitkä prosessi, koska siihen vaikuttaa kiinteistöjen yksilölliset ominaisuudet, kuten lämmönpitävyys, lämpövuodot ja kiinteistön käyttötarkoitus. Säätökäyrän hakemisessa auttaa huonelämpötilan trendihistorian seuraaminen, josta nähdään kuinka hyvin säätöön tehdyt muutokset ovat vaikuttaneet lämpötilan pysymiseen tasaisena. [3.]

Valaistus

Valaistuksen automaatio voidaan toteuttaa monin eri tavoin riippuen kohteen käyttötarkoituksesta. Yleisimpiä valaistuksenohjaustapoja ovat läsnäoloon tai valoisuuteen perustuva tai aikaohjelmalla ohjattu valaistus. Valaistuksen automaatiolla saadaan säästettyä energiaa ja parannettua rakennuksen ilmapiiriä sekä työskentelyolosuhteita.

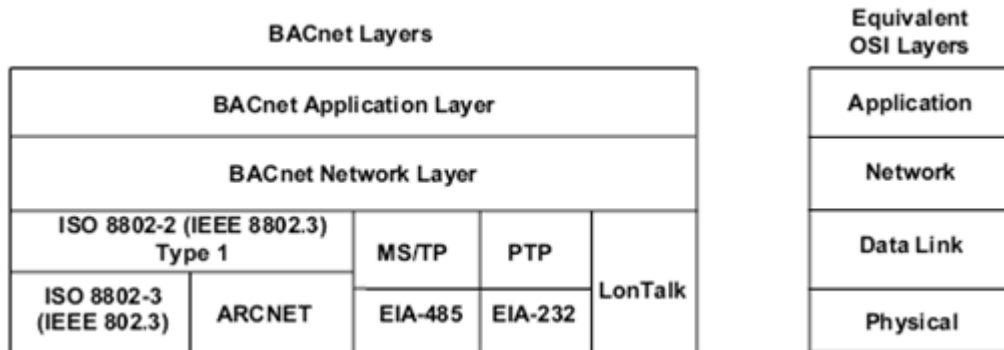
Valaistukseen voidaan käyttää alakeskuksen käyttämää väylää, kuten BACnetiä, tai sitä voidaan ohjata erillisillä väylillä kuten DALI ja KNX.

2.5 BACnet

BACnet on rakennusautomaatioon kehitetty tiedonsiirron kommunikaatioprotokolla. Se mahdollistaa eri laitteiden kommunikoinnin laitevalmistajasta riippumatta, mikä onkin suuri syy BACnetin suosioon.

BACnet käsittelee siihen liitettyjä laitteita objekteina. Objekteja voivat olla mitkä tahansa fyysiset datapisteet, kuten analogiset ja digitaaliset sisään- ja ulostulot. Myös ohjelmalliset pisteet, kuten asetusarvot, säätimet ja aikaohjelmat ovat objekteja. Jokainen objekti sisältää joukon ominaisuuksia, joilla välitetään tietoa objektin tiloista, hälytyksistä ja arvoista.

BACnetin fyysiseen tiedonsiirtoon on monia vaihtoehtoja. Siemensin laitteissa käytettävät protokollat UDP/IP, LonTalk sekä MS/TP. UDP/IP on korvannut LonTalkin ja MS/TP:n uusissa järjestelmissä lähes kokonaan sen tiedonsiirtonopeuden ansiosta. [10.]



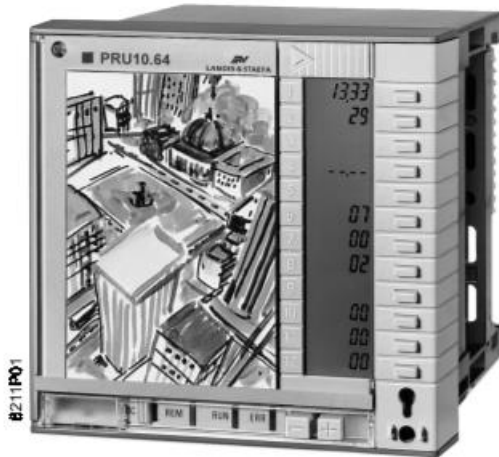
Kuva 5. BACnetin OSI-malli [10.]

BACnetin OSI-malli kuvaa tiedonsiirron kulkua BACnet-verkossa (kuva 5). BACnetin oleelliset protokollat ovat MS/TP, PTP, LonTalk ja UDP/IP. Mallissa kukin taso käyttää alemman tason palvelua ja tarjoaa ylemmälle tasolle omia palveluja. OSI-malliin perustuen BACnet on helposti laajennettavissa muihin verkkoalueisiin ja rakennuksen automaatio- ja ohjausverkkojen ulkopuolelle. [10.]

3 Kiinteistön vanha järjestelmä

3.1 Valvonta-alakeskus

HOK-Elannon ja asunto-osakeyhtiön kaksi vanhaa alakeskusta perustuivat Unigr PRU10.64-alakeskukseen. Unigr on LVI-prosesseihin keskittyvä ja vapaasti ohjelmoitavissa oleva säätö-, ohjaus- sekä valvontayksikkö.



Kuva 6. Unigr PRU10.64 –alakeskus [9.]

Unigrin käyttö perustuu sen kannessa olevaan korttipakkaan, jossa on kojekohtaisia sivuja yhdelle tai useammalle kojeen elementille. Kortistoon mahtuu lisäksi erillinen huoltokortti ja käyttöohje. Yksi käyttösiivu sisältää enintään 12 riviä, joissa on näyttö ja käytävain jokaiselle elementille. Sivut ovat optisesti koodattuja; ylin lokeroon asetettu kortti luetaan ja liitetään sovellusohjelmaan niin, että vastaavat näytöt näkyvät minkä tahansa sivun sisällön perusteella. Unigrin sivusta löytyy rivejä vastaavat näppäimet (kuva 6), joita voidaan käyttää riveihin liitettyjen asetusten ja arvojen muuttamiseen.

Unigrin ohjelmointi oli tehty CoDeSys-ohjelmistolla käyttäen FBD:tä (Function Block Diagram), joka muistuttaa paljon Siemens PX -sarjan prosessorien ohjelmointiin käytettävää CFC (Continuous Function Chart) -editoria. Alkuperäisestä ohjelmasta hyödynnettiin PID-säätimien ja lämmityksen säätökäyrien asetusarvot sekä hälytysten raja-arvot, sillä niiden oli todettu toimivan aikaisemminkin.

3.2 Automaation liitetyt LVI-prosessit

Kohteiden automaatioon on liitetty kaksi tulo- ja poistoilmanvaihtokonetta, joista toinen sijaitsee asunto-osakeyhtiön parkkihallissa ja toinen HOK-Elannon Alepan tiloissa. Asunto-osakeyhtiön tiloissa on yhteensä seitsemän poistopuhallinta ja Alepan tiloissa kolme. Molemmat kohteet käyttävät samaa käyttövesiverkostoa, mutta niillä on omat kaukolämmöllä toimivat ilmanvaihto- ja patteriverkostot.

Asuntokiinteistön valaistuksista ulko- ja pylväsvalot seuraavat automaatiota. Alun perin parkkihallin ja tuulikaapin valot olivat myös liitetty automaatioon, mutta niihin oli jälkeen päin asennettu läsnäolon tunnistukseen perustuva ohjaus. Alepan valaistus on liitetty automaatioon, mutta sitä ei hyödynnetä. Aikaisemman järjestelmän valaistuksen ohjelma perustui kaupan vanhoihin aukioloaikoihin, eivätkä käyttäjät olleet saaneet aikaohjelmia muutettua, joten valaistukset oli laitettu käsikäytölle.

4 Projektin vaiheet

4.1 Suunnittelu

Töiden suunnittelu on tärkeä osa projektin toteutuksessa. Ensimmäinen vaihe on määrittellä projektille aikataulu. Eri vaiheisiin kuuluva aika on hyvä pohtia etukäteen, jotta tavoitteet aikataulun suhteen tavoitetaan. Aikataulutusta ja sen noudattamista tuo läpinäkyvyyttä projektin eri osapuolten välille. Aikataulun lisäksi töiden suunnittelussa tulee ottaa huomioon projektin kustannukset, jotta voidaan vastata urakan kustannusvaatimukseen. Projektin lopullinen toteutuminen on kiinni siihen käytettävissä olevista resursseista. Mikäli työvoiman, laitteiden ja työkalujen saatavuutta ei ole varmistettu, ei voida varmistua myöskään projektin toteutumisesta. [1.]

Rakennusautomaatioprojektin suunnittelu tulee pohjautua taloudellisuuteen. Projektin hyvä taloudellisuus edellyttää, että eri työvaiheet laskutetaan säännöllisesti töiden valmistuttua. Urakkasopimuksessa sovitaan tyypillisesti maksueristä ja urakkahinnasta.

4.2 Toteutus

Yleensä automaatiourakoitsijan vastuulla olevia asioita ovat

- laitetilaukset
- kytkentäsuunnitelmat
- graafinen käyttöliittymä
- ohjelmointi
- käyttöönotto
- omat toimintakokeet
- säädöt, mittaukset ja viritykset. [1.]

Rakennusautomaatiourakoitsijan vastuulla olevan laitetilaukset sovitaan urakkasopimuksessa. Tyypillisiä rakennusautomaatiourakoitsijan tilaamia laitteita ovat kenttälaitteet ja automaation vaatimat järjestelmät.

KytKentäsuunnitelmat tehdään säätökaavioiden pohjalta. Siemensin Xworks-ohjelmistosta löytyy työkalu, jolla voidaan arvioida tarvittavat moduulit I/O-pisteiden perusteella. Kenttälaitteiden vaatimissa vetoluettelossa ja kytKentäkuviissa voidaan hyödyntää Siemensin XWorksin työkalun automaattista pisteiden sijoittamista.

Urakoitsijat osoittavat toimintakokeissa, että järjestelmät ja laitteet toimivat suunnitellulla tavalla kaikissa käyttö- ja poikkeustilanteissa. Urakoitsijoiden toimintatarkastusten laatu ja kattavuus määräävät rakennuttajan toimintakokeiden laajuuden ja tarkkuuden. Mikäli toimintatarkastukset ovat olleet kattavat, puutteiltaan vähäisiä ja hyvin dokumentoituja, voidaan toimintakokeet suorittaa pääasiassa pistokokeilla. [1.]

Hyväksytyjen toimintakokeiden jälkeen voidaan korjata automaation säädöt, mittaukset ja viritykset. Rakennusautomaatiojärjestelmän käyttäytymistä seurataan pääasiassa valvomon trendihistoriasta, josta nähdään säätöjen toimivuus.

4.3 Aloitus

Asunto-osakeyhtiön ja HOK-Elannon rakennusautomaation saneerausprojektista oli tehty etukäteen tarjous asiakkaalle, ja urakan ehdoista ja hinnasta oli päästy sopuun. Aluksi kävimme läpi projektin taustaa projektipäällikön ja työpaikkaohjaajani kanssa. Omalta osaltani urakka alkoi kohteen toimintakaavioihin ja –selostuksiin sekä pistelistoihin perehtymisellä. Projektista suunniteltiin aikataulu, johon listattiin työvaiheet ja niiden järjestys.

4.4 Laitehankinnat

Projektin vaatimat alustavat laitehankinnat oli suunniteltu valmiiksi, tosin joihinkin laitteisiin tuli muutoksia projektin aikana. Asunto-osakeyhtiön ja HOK-Elannon alakeskukset sisälsivät lähes saman määrän I/O-pisteitä, joten ne päivitettiin identtisillä laitteistoilla. Projektille tehdyssä tarjouksessa ei ollut huomioitu kaikkia teknisten ratkaisujen vaatimia

laitteita, joten osa tilattiin vasta projektin loppupuolella, sitä mukaa kun niille ilmaantui tarve.

Proessori

Alakeskuksiin valittiin uusiksi prosessoreiksi Siemensin PXC100-E.D, joka on vapaasti ohjelmoitavissa ja mahdollistaa kohteeseen optimaalisen määrän I/O-pisteitä. Prosessori käyttää Island-väylää, joten sen liittämiseksi vanhojen moduulien P-väylään tarvitaan erillinen väyläsovitin.



Kuva 7. Siemens PXC100-E.D-prosessori

Ohjaustoimintojen lisäksi PXC100-E.D (kuva 7) sisältää käteviä integroituja hallintatoimintoja, kuten hälytysten hallinnan hälytysreitityksellä, aikaohjelmat, trendit sekä yksilöllisesti määriteltävät käyttäjäprofiilit.

PXC100-E.D ja siihen liitetyt laitteet kommunikoivat avoimen väyläjärjestelmän kautta käyttäen kansainvälistä BACnet-standardiprotokollaa.

Väyläsovitin

Siemensin PXX-PBUS -väyläsovitin (kuva 8) mahdollistaa PT-I/O moduulien integroinnin uusiin PXC100-E.D-prosessoreihin. Väyläsovitin liitetään DIN-kiskoon prosessorin eteen, josta väylä kulkee TXS1.12F10-virtalähdemoduulin kautta PT-I/O:lle.



Kuva 8. Siemens PXX-PBUS -väyläsovitinmoduuli [2.]

Virtalähde

Aikaisemmin I/O-moduulit saivat virransyötön vanhalta Unigr-prosessorilta. Uusi PXC100-E.D-prosessori ei kuitenkaan pysty syöttämään moduuleille käyttöjännitettä, joten jokaista moduuliriviä kohden tarvittiin yksi kappale Siemensin TXS1.12F10 -virtalähdemoduuleja (kuva 9). Virtalähde syöttää moduuleille 24 V vaihtovirtajännitteen.



Kuva 9. Siemens TXS1.12F10 -virtalähdemoduuli [5.]

Virtalähde on helposti asennettavissa DIN-kiskoon ja sen sisältämä 10 A:n lasiputkisu-lake on suoraan vaihdettavissa ilman, että laitetta täytyy irrottaa.

Alkuperäisessä suunnitelmassa ei ollut huomioitu, että moduulikoteloiden moduulirivit tarvitsevat myös oman virtalähteen, joten virtalähteitä jouduttiin tilaamaan lisää projektin edetessä.

Grafiikkakortti

Kohteisiin valittiin Siemensin PXA40-W0 -grafiikkakortit (kuva 10), jotka tarjoavat asiakkaalle yksinkertaisen käyttöliittymän automaatiojärjestelmän käyttämisen. Kortti liitetään suoraan prosessorin kanteen. Kortti tukee verkkoselaimella käytettäviä grafiikkakuvia, joista voidaan muuttaa järjestelmän asetusarvoja ja vaihtaa ohjaustiloja. Grafiikkakortin avulla voidaan reitittää jatkohälytykset tekstiviesteinä järjestelmän käyttäjille.



Kuva 10. Siemens PXA40-W0 –grafiikkakortti [4.]

SMS-modeemi

Prossoriin liitettävä TC35 SMS -modeemi (kuva 11) yhdessä PXA40-W0-grafiikkakortin kanssa mahdollistaa tekstiviestihälytysten reitittämisen. Prossessorin ja SMS-modeemin väliin on laitettava USB-sarja-adapteri.



Kuva 11. Criterion TC35 -sms modeemi

Toimiakseen suoraan prosessorin kanssa, TC35-modeemi tarvitsee myös USB -sarjaporttiadapterin.

Lämpötila- ja valoisuusanturi

Projektiin valittiin HOK-Elannon alakeskuksen puolelle Produalin LUX 34 -anturi (kuva 12), joka mahdollistaa sekä valoisuuden että ulkolämpötilan mittaamisen. Kohteessa oli

alun perin yksi vastaava anturi, mutta järjestelmien eriytyksestä johtuen jouduttiin myös toiseen järjestelmään hankkimaan samanlainen anturi. Mittausviesteillä ohjataan järjestelmän valaistuksien ja lämmityksen säätimiä.

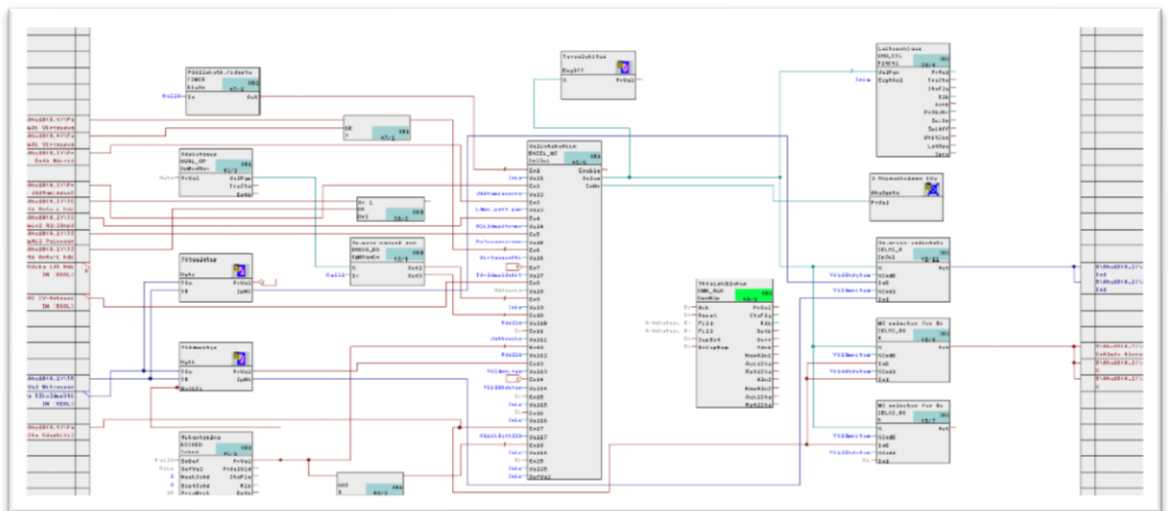


Kuva 12. Pro dual LUX 34 -valoisuuslähetin [6.]

4.5 Ohjelmointi

Alakeskusten ohjelmointi toteutettiin käyttämällä Xworks-työkalun sisältämää lohkokaa-
vio-ohjelmointiin perustuvaa CFC-editoria. CFC sisältää vapaasti liikuteltavia lohkoja,
joita yhdistetään piirtämällä viivoja ulostuloista sisääntuloihin, määrittäen ohjelman toi-
minnallisuuden (kuva 13). Rakennusautomaation ohjelmointi tarkoittaa käytännössä eri-
laisten säätöohjelmien toteuttamista. Säätöohjelmat koostuvat PID-säätimistä, aikaoh-
jelmista, loogisista ehtolauseista ja monista muista ohjelmalohkoista.

Automaatioprosessien ohjelmointi



Kuva 13. Kuvakaappaus XWorks-työkalun CFC-editorista.

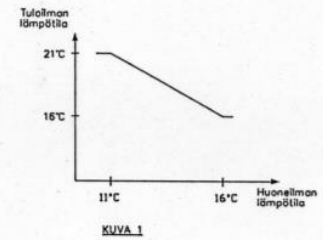
Ohjelmoinnissa käytettiin pohjana Siemensin omaa standardikirjastoa. Se tarjoaa kokoilman aliohjelmia ja funktioita taloteknisten ratkaisujen ohjelmoimiseen. Aliohjelmat eivät ole käyttökelpoisia sellaisenaan, vaan ne vaativat paljon muokkauksia, jotta saadaan toteutettua kohteeseen räätälöity ratkaisu.

SÄÄTÄVENTTIILI

Tunnus	Tyyppi	Suunniteltu		Valittu		Huomi!
		Virtaus dm ³ /s	Δp kPa	Kv- arvo	Δp kPa	
TV45	2-tie	0,86	15			

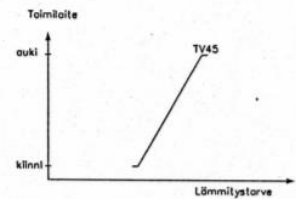
OHJEASETUSARVOT

Toiminto	Säätönuoto	Säätökohde	Ohjeasetusarvo	Huomi!
Säätö/TE10	PJ	Tuloilman lämpötila	käyrä/kuva 1	
Säätö/TE45	P	Patteriv. / koje seis	+ 15°C	
TE45	on - off	Jäätynisvaara	+ 8 °C	Raja-arvo
DE20-22	on - off	raitisilmäärä	50 ppm	
DE20-22	on - off	hälytys	70 ppm	
PE01	on - off	suodatteen paine-ero	IU määrittelee	+/- hyl.



LAITTEIDEN TILAT JA OHJAUKSET

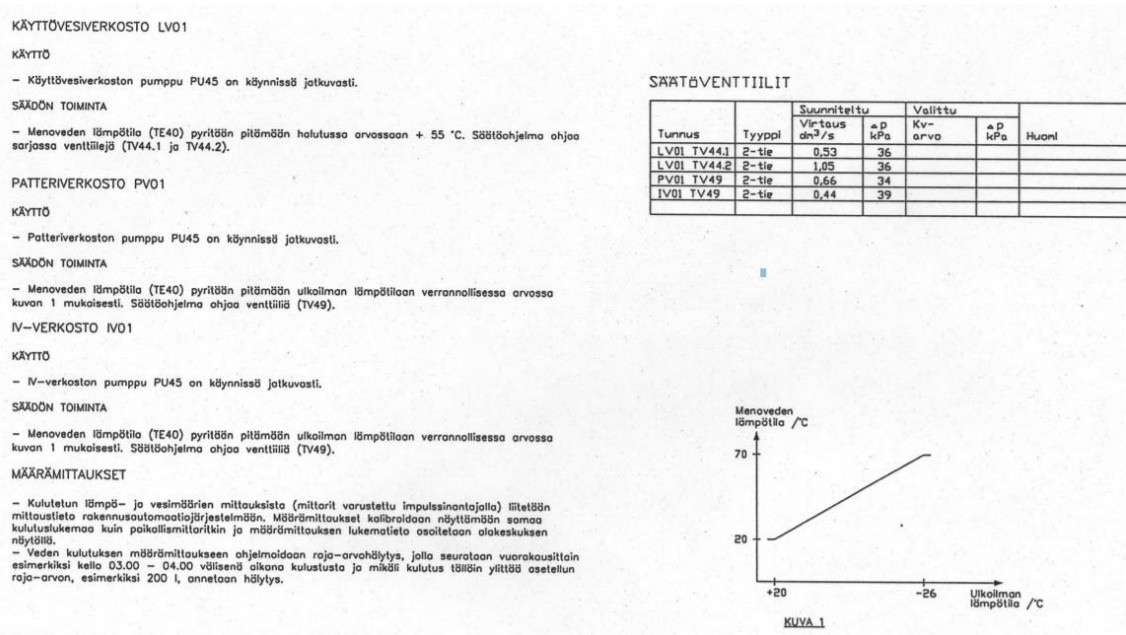
Laite	Koje käynnissä	Koje seis		Jäätynisvaara
PU40	käy	käy		käy
TF01	käy	seis		seis
PK-1	käy, ohj.	käy, ohj.		käy, ohj.
FZ01	säätt.	kiinni		kiinni
FZ02	säätt.	auki		auki
TV45	säätt.	TE45		TE45



Kuva 14. IV-koneen toimintataulukko.

Asuntokiinteistön parkkihallin ilmanvaihtokone käy normaalitilassa jatkuvasti. Sen voi käynnistää ja pysäyttää myös käyttämällä paikallisvalvomoa tai laittaa aikaohjelman ohjaamaksi. Kun ilmanvaihtokone on käynnissä, se pyrkii lämmittämään tuloilmaa käyttäjän asettaman lämmityskäyrän mukaisesti. Normaalitilassa kone tuo parkkihalliin puolet kiertoilmaa ja puolet raitisilmaa. Jäätymisvaaratoiminnon lauetessa se kuitenkin alkaa käymään täysin kiertoilmaalla ja pyrkii säätämään koneen lämmityspatteria +13 °C:een (kuva 14).

Ilmanvaihtokoneen mahdollisia hälytyksiä voi aiheuttaa ristiriita puhaltimen ohjauksen ja indikoinnin välillä. Hälytyksiä aiheutuu myös lämpötila- ja hiilimonoksidimittauksien ylä- ja alarajoista.



Kuva 15. Lämmönjakopaketin toimintaselostus

Lämmönjakoverkostot ohjelmoitiin jatkuvasti päällä olevaksi. Käyttöveden lämpötila seuraa käyttäjän asettamaa asetusrvoa, joka tässä tapauksessa oli +57 °C. Patteriverkosto ja IV-verkosto ohjelmoitiin esisäädetyiksi ulkolämpötilaan verrattuna (kuva 15).

Kohteen ulkovalot ohjelmoitiin toimimaan valoisuuden perusteella ja tuulikaappivalot valoisuusmittauksen perusteella. Valaistuksiin ei ollut erillistä toimintaselostusta, joten asuntokiinteistön valaistukset katsottiin vanhasta ohjelmasta. HOK-Elannon valaistukset ohjelmoitiin toimimaan aikaohjelmalla menemään päälle tuntia ennen ja sammumaan tunti jälkeen kiinteistössä sijaitsevan kaupan aukeamisen jälkeen.

Valaistuksien aikaohjelmat ja ohjaustavat ovat muutettavissa valvomosta käsin. Käyttäjät voivat siis halutessaan muuttaa minkä tahansa valaistuksen toimimaan aikaohjelmalla tai valoisuuden perusteella.

Erillishälytyksien ohjelmat sisältävät käytännössä vain yhden digitaalisen input-lohkon kutakin hälytystä varten ja hälytystoiminnon. Kun hälyttävältä kytkimeltä tulee kytkentätieto, menee hälytys päälle. Hälytyksen antoon on mahdollista laittaa viive, jotta voidaan välttää niin sanotusti turhilta hälytyksiltä.

Globaalit käyttäjäprofiilit ja hälytysluokat

Automaatiojärjestelmän käyttäjäprofiilit ja hälytysluokat ohjelmoidaan CFC-editorin globaaleissa lohkoissa.

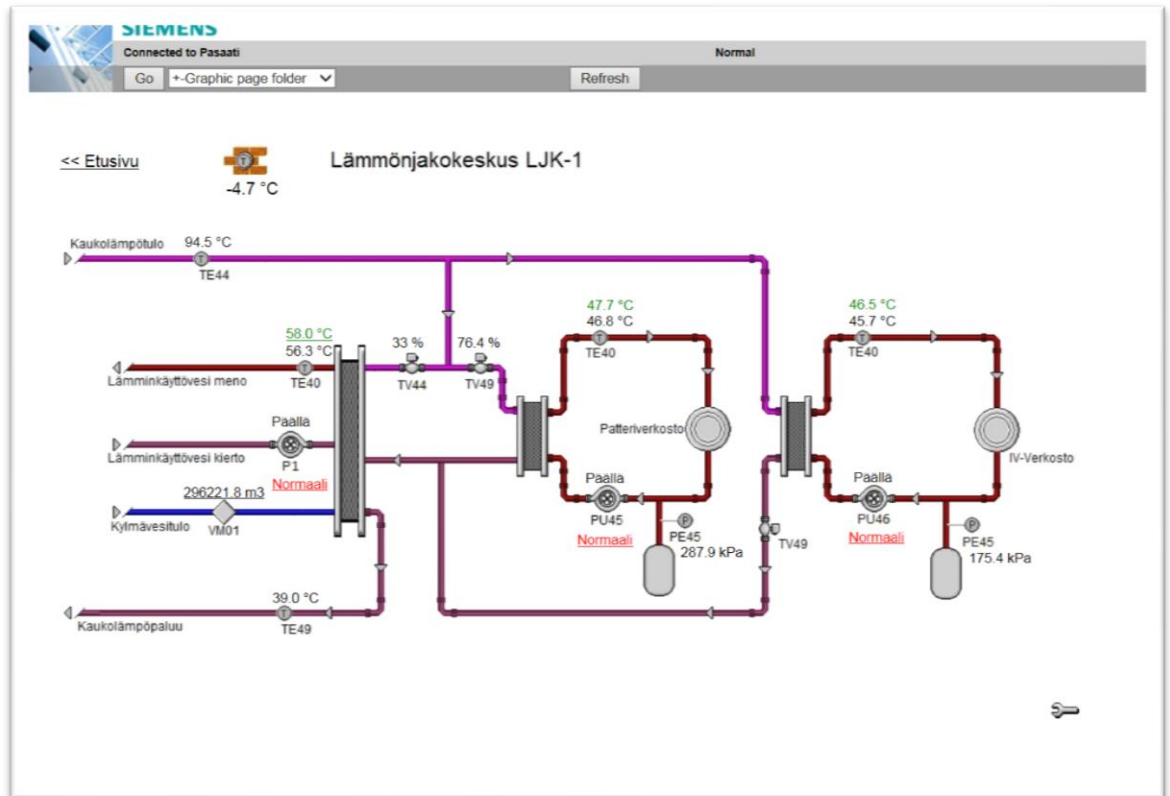
Käyttöoikeusluokat määrittelevät saako kyseinen käyttäjä muokata asetusarvoja, kuitata ja palauttaa hälytyksiä sekä vaihtaa muiden käyttäjien oikeuksia. Kohteeseen luotiin asiakkaalle käyttäjät, joilla nämä toiminnot onnistuvat, pois lukien muiden käyttäjien oikeuksien muutokset.

Hälytysluokat määrittelevät kuinka eri hälytyksiä käsitellään. Hälytykset voivat olla ohjelmallisia, ilmaisevia tai huoltohälytyksiä. Ilmaisevat hälytykset antavat tiedon jonkin asetetun raja-arvon ylittymisestä tai alittumisesta. Ilmaiseva hälytys ei aiheuta muutoksia automaation toiminnassa, vaan se jää odottaa käyttäjän toimenpiteitä. Ohjelmallinen hälytys voi laueta samasta syystä, mutta sen lisäksi se voi pysäyttää laitteen tai laittaa sen toisenlaiseen käyntitilaan. Huoltohälytys perustuu ajastukseen, joka ilmoittaa käyttäjälle suositeltavasti huoltotoimenpiteistä.

4.6 Desigo PX Web -valvomokäyttöliittymä

Projektin graafinen valvomokäyttöliittymä toteutettiin käyttämällä Siemensin Desigo PX Web -ohjelmistoa. PX Web on selainpohjainen paikallinen valvomo, joka tarjoaa perusominaisuudet automaatiojärjestelmän käyttämiseen. PX Webin avulla käyttäjä voi tarkastella rakennuksen automaatioprosesseja visuaalisilla laitoskaavioilla. Laitoskaavioista käyttäjän on suoraan mahdollista muuttaa asetusarvoja, säätökäyriä, aikaohjelmia, laitteiden ohjaustiloja sekä muita parametrejä. PX Web sisältää myös hälytysnäytön, josta nähdään yksityiskohtaisesti hälytyksen sijainti sekä syy. Hälytykset on mahdollista reitittää tekstiviesteinä ja sähköpostina käyttäjän määrittämiin numeroihin/osoitteisiin.

Valvomografiikoiden pohjakuvat piirrettiin Citect SCADA –ohjelmistolla. PX Web ei tue ohjelmallisten- eikä I/O-pisteiden aktivointia suoraan Citectin työkaluilla, joten kuvat tuotiin järjestelmään PNG-tiedostomuodossa, jonka jälkeen pisteiden aktivoinnit suoritettiin selainpohjaisesti PX Webin omilla työkaluilla.

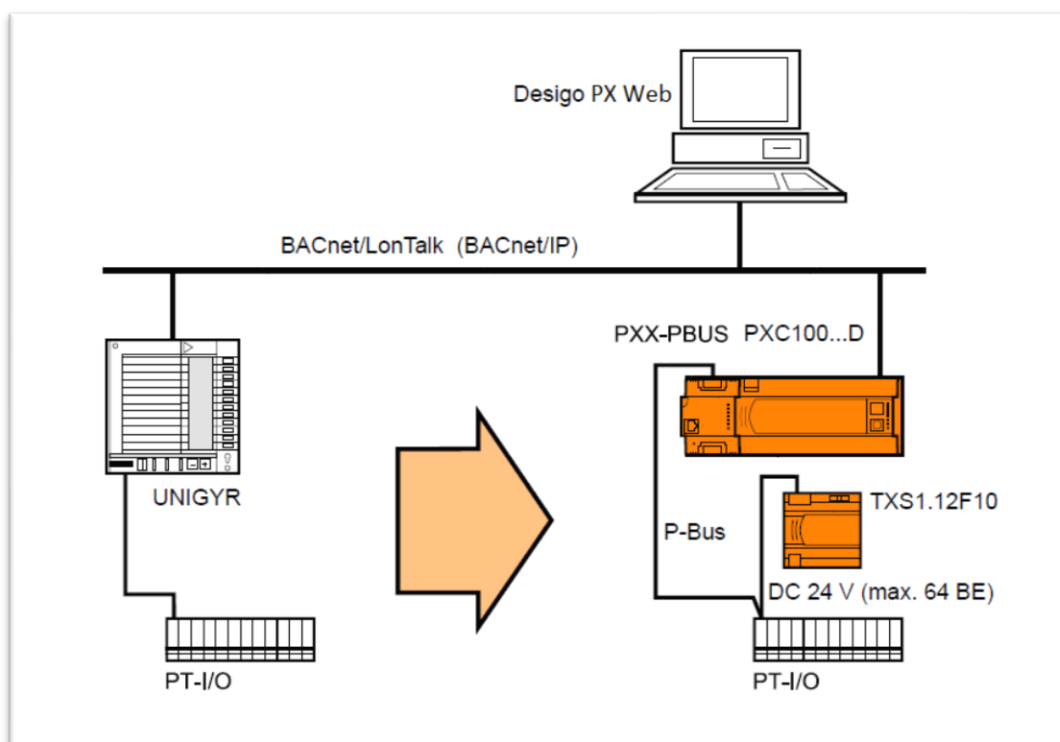


Kuva 16. Lämmönjaon käyttöliittymä.

Lämmönjaon käyttöliittymäkuvasta (kuva 16) nähdään kaikkien automaatioon liitettyjen pisteiden mittausravot ja niihin mahdollisesti liitetyt asetusarvot. Kaikkia arvoja ei aina voida säätää, joten niissä ei siinä tapauksessa näy asetusarvoja. Käyttövesiverkoston asetusarvo on staattinen, kun taas patteriverkoston ja IV-verkoston asetusarvot tulevat lämmityksen säätökäyrän perusteella. Kuvassa näkyvät myös pumppujen käyntitilat ja niiden alapuolella mahdollinen ristiriitahälytys pumpun ohjauksen ja takaisinkytkennän välillä.

4.7 Asennustyöt

Kiinteistön kenttätyöt aloitettiin kartoittamalla työmaata ja tarkistamalla, että projektiin varatut laitehankinnat olisivat riittäviä. Kävi ilmi, että kohteessa oli alakeskusten lisäksi kaksi moduulikotelo, jonka johdosta virtalähteitä oli tilattava kaksi kappaletta lisää. Myös projektille tilattu ulkolämpötila-anturi oli väärän mallinen. Anturin olisi tullut sisältää lämpötilamittauksen lisäksi valoisuusmittaus, joten jouduttiin tilaamaan myös uusi anturi.



Kuva 17. Alakeskuksen uusien laitteiden kytkentäperiaate. [2.]

Uuden alakeskuksen yksinkertainen kytkentäperiaate (kuva 17) on muuten sama kuin vanhassa alakeskuksessa, mutta prosessoriin liitetään lisäksi PXX-PBUS -väyläsovitin sekä TXS1.12F10 -virtalähde. Asennustyöt tilattiin alihankkijalta, jonka kanssa käytiin läpi kytkentäsuunnitelmat ja asennusten vaatimat työvaiheet. Ongelmaksi muodostui paikalle olevien alakeskusten ahtaus, mutta se saatiin ratkaistua asentamalla osa uudesta laitteistosta alakeskusten ovien sisäpintaan. Asennuksiin kului kokonaisuudessaan vain kaksi työpäivää. Aikaisemman järjestelmän kaapeloinnit ja I/O-moduulit voitiin hyödyntää, joten projektin vaatimat asennustyöt jäivät kokonaisuudessaan vähäisiksi. Uudet prosessorit ja I/O-moduulien vaatimat virtalähdemoduulit asennettiin alakeskuskaappien oviin tilanpuutteesta johtuen.



Kuva 18. Alakeskus asennustöiden jälkeen

Alakeskusten lisäksi asennettiin ulkolämpötila- ja valoisuusanturi kiinteistön ulkoseinälle, jonne kaapelointi oli tehty valmiiksi asiakkaan toimesta. Kaikkiaan asennustöihin kului aikaa kaksi työpäivää. Alakeskuksen tila saatiin hyödynnettyä hyvin asentamalla uusi alakeskus kaapin oveen ja vanhan prosessorin tilalle asennettiin TC35-modeemi (kuva 18).

4.8 Käyttöönotto ja testaus

Käyttöönotto tapahtuu niin sanotulla ylihypyllä, jossa yhteydet vanhaan prosessoriin katkaistaan ja väylä siirretään uuteen prosessoriin. Uuden prosessorin ohjelma ladattiin etukäteen, joten laitteet lähtevät käytännössä heti toimimaan uuden ohjelman mukaisesti. Käyttöönottovaiheessa ilmestyy usein monia virheilmoituksia, jotka johtuvat usein ohjelmassa väärinpäin olevista binäärinumeroista. Käytännössä se tarkoittaa, että digitaalisen sisääntulon toimisuunta on väärinpäin, eli NC (normally closed) ja NO (normally open).

Lämpimänkäyttövede	
PID_CTR	OB1
CtrTDhw	34/12
EnFnct	StaFlg
Sp	Rlb
Xctr	Yctr
Gain	Dstb
Tn	LstMsg
Tv	
YctrMax	100.0
YctrMin	0.0
Actg	Käänteinen

Kuva 19. Kuvakaappaus käyttöveden lämpötilasäätimestä.

Kun digitaalisten sisään- ja ulostulojen toimsuunnat oli saatu korjattua, voitiin tarkastella säätöjen ja ohjausten toimintaa. Säätöjen pitäisi seurata asetusarvoja, joten asetusarvoja muuttamalla voidaan katsoa toimivatko lämmönjaon säätöventtiilit. Säätöventtiilit toimivat hyvin ja saimme säädöt kohdilleen ilman suurempia muutoksia säädinten arvoihin (kuva 19).

Projektin asennustöiden valmistuttua voitiin aloittaa pistetestaus. Se tarkoittaa kaikkien digitaalisten ja analogisten I/O-pisteiden koestamista. Laitteiden ohjaukset testattiin laittamalla kone päälle/pois päältä ja tarkastamalla, muuttuvatko laitteiden indikointipisteet samalla tavalla. Säädöt testattiin muuttamalla prosessien asetusarvoja sekä säätökäyriä, jonka jälkeen seurattiin, että toimilaitteet lähtivät säätämään prosessia haluttuun suuntaan. Erillishälytyksien digitaaliset tulot testattiin kytkemällä piste oikosulkuun ja katsomalla, että oikosulku kytkee kyseisen hälytyksen päälle.

Lopuksi järjestettiin toimintakokeet yhdessä asiakkaan kanssa. Toimintakokeissa testattiin prosessilaitteiden ohjaustilojen vaikutus niiden oikeaan käyntitilaan. Ilmanvaihtokoneen tapauksessa kone laitettiin valvomosta seis/päälle ja katsottiin, että koneen toiminta vastaa sille annettua ohjausta.

Toimintakokeiden aikana ilmeni muutamia ongelmia laitteiden toiminnassa. Ilmanvaihtokone ei seurannut säätöjä, mikäli se oli laitettu valvomosta seis-tilaan, mutta käsikäytöllä päälle. Ongelma johtui standardikirjaston valmiista aliohjelmasta, jossa säädöt seurasi-ivat koneiden ohjaustilaa, eivätkä indikoiteja. Asia oli kuitenkin helppo korjata muokkamalla ohjelmaa niin, että säädöt perustuivat ilmanvaihtokoneen puhaltimien indikointiin.

Toimintakokeissa huomattiin myös vesimittarien väärät kalibroinnit, jotka täytyi korjata muuttamalla ohjelmaa. Aluksi tekstiviestihälytykset eivät lähteneet päivystäjän puheliimeen, mutta ongelma saatiin korjattua käynnistämällä grafiikkakortti uudelleen.

4.9 Käytönopastus

Ennen luovutusta tehtiin vielä käytönopastus kiinteistön isännöitsijälle ja huoltomiehille. Käytönopastuksessa opastettiin käyttäjät paikallisvalvomon käyttöön. Käyttäjille näytettiin eri toimintojen navigointi käyttöliittymästä, aina hälytysten kuittaamisesta asetusarvojen ja säätökäyrien muuttamiseen. Käyttäjille luotiin myös henkilökohtaiset käyttäjä-tunnukset järjestelmään.

5 Yhteenveto

Tämän insinööriyön aiheena oli perehtyä rakennusautomaatiojärjestelmän modernisointiin liittyviin työvaiheisiin. Työssä luotiin uusi logiikkaohjelma toimintakaavioiden ja vanhan ohjelman perusteella. Erona aikaisempaan automaatiojärjestelmään asiakas sai graafisen paikallisvalvomon ja käytönopastuksen sen toimintoihin.

Siihen nähden, että alustavassa tarjouksessa ei ollut huomioitu kaikkia seikkoja projektista, onnistui se kuitenkin kokonaisuudessaan hyvin ja valmistui aikataulussaan. Käytönoton jälkeen meni muutama viikko korjatessa pieniä ohjelmallisia vikoja, joita asiakas oli huomannut jälkeempään. Asiakkaan toiveesta myös valvomoon tehtiin pieniä muutoksia, jotta sitä olisi helpompi käyttää. Projektin aikana ilmeni asioita, joista on hyvä keskustella myyntipuolen kanssa, kuten asiakkaalle tehdystä tarjouksesta puuttuneet laitteet. Tällä kertaa jouduimme tilaamaan lisää virtalähdemoduuleja, yhden I/O-moduulin sekä uuden ulkolämpötila- ja valoisuusanturin. Kaiken kaikkiaan taustatyö projektin vaatimuksista tulisi tehdä tarkemmin, jotta säästyttäisiin ylimääräiseltä kustannuksilta ja työmäärän lisääntymiseltä.

Kohteeseen toteutettu Desigo PX Web -valvomo on Suomessa harvinainen. Tulevaisuudessa uusissa modernisointikohteissa kyseinen järjestelmä tulee todennäköisesti olemaan redundantti, sillä sen korvaavia järjestelmiä on jo käytettävissä, kuten Siemensin

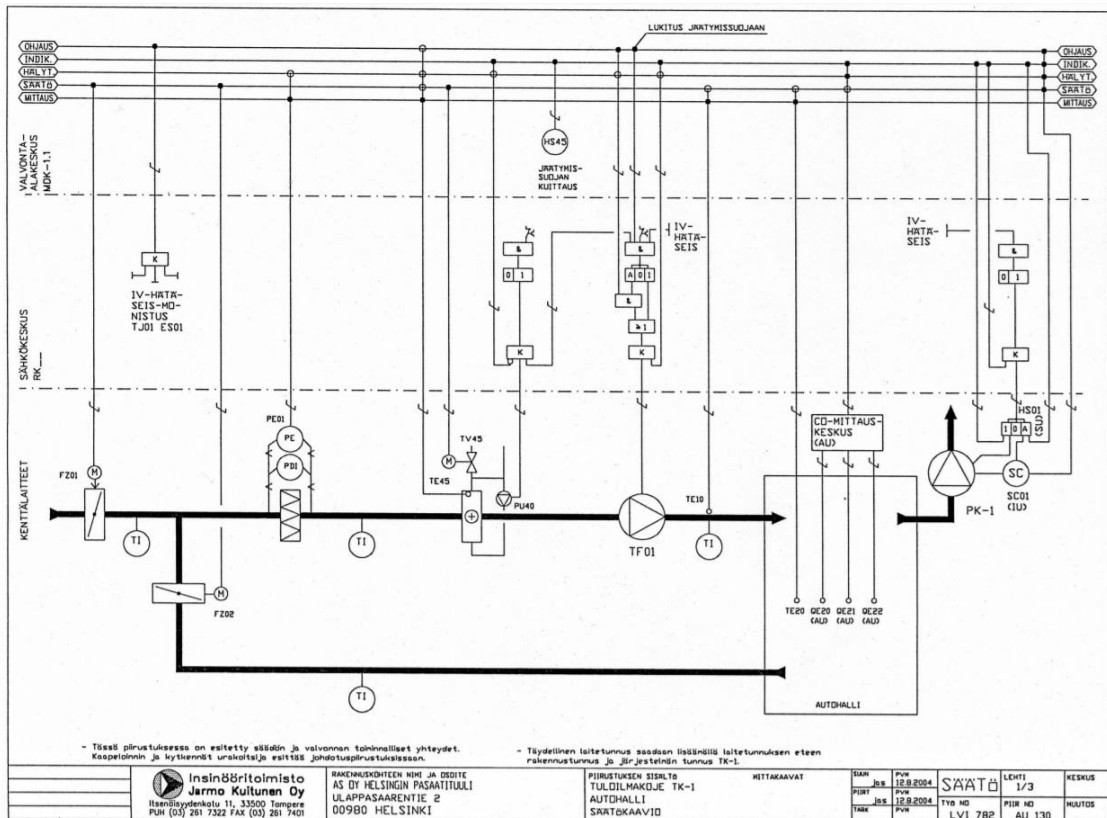
Control Point. Oli kuitenkin mielenkiintoista kokeilla sen käytettävyyttä projektin toteutuksessa, sekä asiakkaan vastaanotossa, ja pieniin kohteisiin se onkin kustannustehokas ratkaisu.

Projekti opetti itselleni paljon tulevasta työnkuvastani, sillä pääsin tekemään lähes kaikkea sitä mitä tulevaisuus pitäisi sisällään. Koulussa automaatiopuolella ei käydä läpi rakennusautomaatioon liittyviä asioita, joten aluksi oli paljon opettelemista varsinkin talotekniikan osalta, ja ilmanvaihtokoneiden toiminta- ja säätömahdollisuuksissa. Työ sisälsi myös osittain projektinhallintaa, eli kommunikointia ja yhteistyötä eri osapuolten välillä, josta sai paljon hyvää kokemusta.

Lähteet

- 1 ST-Käsikirja 17 Rakennusautomaatiojärjestelmät. 2018. Espoo: Sähköinfo Oy.
- 2 PXX-PBUS Extension module. 2015. Verkkoaineisto. Siemens <<https://www.downloads.siemens.com/download-center/Download.aspx?pos=download&fct=getasset&id1=A6V10361414>>. Luettu 11.2.2019.
- 3 Suomäki & Vepsäläinen. 2013. Talotekniikan automaatio Käyttäjän opas. Helsinki: Kiinteistöalan kustannus Oy.
- 4 PXC100-E.D Automation Station. 2017. Verkkoaineisto. Siemens. <[https://hit.sbt.siemens.com/RWD/\(S\(vtcvsqhtypr1ca4c3ju40s4o\)\)/app.aspx?RC=HQEU&lang=en&MODULE=Catalog&ACTION=ShowProduct&KEY=BPZ%3aPXC100-E.D](https://hit.sbt.siemens.com/RWD/(S(vtcvsqhtypr1ca4c3ju40s4o))/app.aspx?RC=HQEU&lang=en&MODULE=Catalog&ACTION=ShowProduct&KEY=BPZ%3aPXC100-E.D)>. Luettu 11.2.2019.
- 5 TXS1.12.F10 Power Supply module. 2016. Verkkoaineisto. Siemens. <<https://www.downloads.siemens.com/download-center/Download.aspx?pos=download&fct=getasset&id1=A6V10068547>>. Luettu 5.2.2019.
- 6 Pro dual LUX 34. 2010. Verkkoaineisto. Pro dual. <http://www.pro-dual.com/fi/shop/web_illumination_transmitters/sku-1133310#dataSheet>. Luettu 20.2.2019.
- 7 Opas ilmanvaihdosta. 2016. Verkkoaineisto. Hengitysliitto. <<https://www.hometalkoot.fi/file/15934.pdf>>. Luettu 10.1.2019.
- 8 ST-Käsikirja 22 Kiinteistöjen valvomojärjestelmät. 2017. Espoo: Sähköinfo Oy.
- 9 UNIGYR® Universal Process Unit. 1998. Verkkoaineisto. <http://derossisitemi.it/download_file.php?file=downloads/PRU10.64_N8211_ENG.pdf>. Luettu 10.1.2019.
- 10 BACnet. Verkkoaineisto. <<https://store.chipkin.com/articles/bacnet-how-is-the-bacnet-architecture-designed/>>. Luettu 7.1.2019.

IV-koneen toimintakaavio



Pistelista VAK1

1 4R1K	1 {Kaukolämpö}	TE44_KL_TULO	PTM1_4R1K	27 4Y10S	1 {TK1}	FZ01_RAITIS	PTM1_4Y10S
1 4R1K	2 {Kaukolämpö}	TE49_KL_PALUU		27 4Y10S	2 {TK1}	FZ02_KIERTO	
1 4R1K	3 {Käyttövesi}	TE40_KÄYTVESI_MENO		27 4Y10S	3 {TK1}	TV45	
1 4R1K	4 {Lämmitys}	TE40_LÄMMITYS_MENO		27 4Y10S	4 {TK1}	PK1_SC01	
2 4R1K	1 {IV_Verkosto}	TE40_IV_MENO	PTM1_4R1K	28 8D20E	1 {TK1}	PUMPPU_PU40_IND	PTM1_8D20E
3 2U10	1 {Lämmitys}	PE45_LÄM_PAINE	PTM1_2U10	28 8D20E	2 {TK1}	TF01_IND	
3 2U10	2 {IV_Verkosto}	PE45_IV_PAINE		28 8D20E	3 {TK1}	PF01_SC_IND	
4 2U10	1 {Lämmitys}	TE00_Ulkolämpö	PTM1_2U10	28 8D20E	4 {TK1}	PF01_SC_HÄL	
4 2U10	2 {Valot}	VE00_VALOISUUS		28 8D20E	5 {TK1}	Jäätäri_kuittaus	
5 2C	1 {Laskurit}	LM01_LÄMPÖMÄÄRÄ	PTM1_2C	28 8D20E	6 {TK1}	PK1_SC_OHITUSKÄYTTÖ	
5 2C	2 {Laskurit}	VM01_VESIMÄÄRÄ		29 2Q250	1 {TK1}	PK1_SC01_OHJ	PTM1_2Q250
6 4Y10S	1 {Käyttövesi}	TV49_1_KV	PTM1_4Y10S	30 2Q250	1 {Eriillishälyt}	IV_HÄTÄSEIS	PTM1_2Q250
6 4Y10S	2 {Lämmitys}	TV49_LÄMMITYS		30 2Q250	2 {TK1}	JÄÄTSUOJA_OHJ	
6 4Y10S	3 {IV_Verkosto}	TV49_IV		31 2Q250	1 {TK1}	TK1_OHJAUS	PTM1_2Q250
7 8D20E	1 {Eriillishälyt}	PAINEENKORASEMA_HÄL	PTM1_8D20E	38 2Q250	1 {SYSTEM}	A_häly	PTM1_2Q250
7 8D20E	2 {Käyttövesi}	PU45_KV_PUMPPU_IND		38 2Q250	2 {SYSTEM}	B_häly	
7 8D20E	3 {Lämmitys}	PU45_PAT_PUMPPU_IND		48 2C	1 {Laskurit}	Vesimittari_alempi	PTM1_2C
7 8D20E	4 {IV_Verkosto}	PU45_IV_PUMP_IND					
7 8D20E	5 {Eriillishälyt}	JÄTEVESIPUMP_HÄL					
7 8D20E	6 {Eriillishälyt}	SADEVESIPUMP_HÄL					
7 8D20E	7 {PF01_PK2_Jätehuone}	PK2_PUOLTEHO_IND					
7 8D20E	8 {PF01_PK2_Jätehuone}	PK2_TÄYSTEHO_IND					
8 8D20E	1 {PF01_PK3_Hissikuilu}	PK3_PUOLTEHO_IND	PTM1_8D20E				
8 8D20E	2 {PF01_PK3_Hissikuilu}	PK3_TÄYSTEHO_IND					
8 8D20E	3 {PF01_PK4_Hissikuilu}	PK4_PUOLTEHO_IND					
8 8D20E	4 {PF01_PK4_Hissikuilu}	PK4_TÄYSTEHO_IND					
8 8D20E	5 {PF01_PK5_Varasto}	PK5_INDIKOINTI					
8 8D20E	6 {SYSTEM}	Liiketila_A_hälytys					
8 8D20E	7 {PF01_PK7_Sosiaaliti}	PK7_PUOLTEHO_IND					
8 8D20E	8 {PF01_PK7_Sosiaaliti}	PK7_TÄYSTEHO_IND					
9 8D20E	1 {PF01_PK9_Tekniti}	PK9_PUOLTEHO_IND	PTM1_8D20E				
9 8D20E	2 {PF01_PK9_Tekniti}	PK9_TÄYSTEHO_IND					
9 8D20E	3 {PF01_PK10_Varasto}	PK10_PUOLTEHO_IND					
9 8D20E	4 {PF01_PK10_Varasto}	PK10_TÄYSTEHO_IND					
9 8D20E	5 {Eriillishälyt}	IV_HÄTÄSEIS					
9 8D20E	6 {Eriillishälyt}	Autohalli_PALO					
9 8D20E	7 {Eriillishälyt}	Autohalli_palo_vika					
9 8D20E	8 {Eriillishälyt}	TURVAVALOKESKUS_HÄ					
10 8D20E	1 {Eriillishälyt}	SPK_Palohäly	PTM1_8D20E				
10 8D20E	2 {Eriillishälyt}	SPK_palo_vika					
10 8D20E	3 {Lämmitys}	PU45_LÄM_SC_HÄL					
10 8D20E	4 {IV_Verkosto}	PU45_IV_SC_HÄL					
10 8D20E	5 {Eriillishälyt}	Bek_HÄL					
10 8D20E	6 {SYSTEM}	Liiketila_B_hälytys					
10 8D20E	7 {Eriillishälyt}	Jätevesi_lämpösuoja					
10 8D20E	8 {Eriillishälyt}	Perusvesi_lämpösuo					
11 2Q250	1 {PF01_PK2_Jätehuone}	PK2_PUOLTEHO_OHJ	PTM1_2Q250				
11 2Q250	2 {PF01_PK2_Jätehuone}	PK2_TÄYSTEHO_OHJ					
12 2Q250	1 {PF01_PK3_Hissikuilu}	PK3_PUOLTEHO_OHJ	PTM1_2Q250				
12 2Q250	2 {PF01_PK3_Hissikuilu}	PK3_TÄYSTEHO_OHJ					
13 2Q250	1 {PF01_PK4_Hissikuilu}	PK4_PUOLTEHO_OHJ	PTM1_2Q250				
13 2Q250	2 {PF01_PK4_Hissikuilu}	PK4_TÄYSTEHO_OHJ					
14 2Q250	1 {Saattolämmitys}	Saattolämmitys	PTM1_2Q250				
15 2Q250	1 {PF01_PK7_Sosiaaliti}	PK7_PUOLTEHO_OHJ	PTM1_2Q250				
15 2Q250	2 {PF01_PK7_Sosiaaliti}	PK7_TÄYSTEHO_OHJ					
16 2Q250	1 {PF01_PK9_Tekniti}	PK9_PUOLTEHO_OHJ	PTM1_2Q250				
16 2Q250	2 {PF01_PK9_Tekniti}	PK9_TÄYSTEHO_OHJ					
17 2Q250	1 {PF01_PK10_Varasto}	PK10_PUOLTEHO_OHJ	PTM1_2Q250				
17 2Q250	2 {PF01_PK10_Varasto}	PK10_TÄYSTEHO_OHJ					
18 2Q250	2 {Valot}	PYLVÄSVALOT	PTM1_2Q250				
19 2Q250	1 {Valot}	Nro_Ulko_RK1	PTM1_2Q250				
19 2Q250	2 {Valot}	Nro_Ulko_RK2					
20 2Q250	1 {Valot}	Nro_Ulko_RK3	PTM1_2Q250				
20 2Q250	2 {Valot}	Autohallinvalot					
21 2Q250	1 {Valot}	Tuulikaappi	PTM1_2Q250				
21 2Q250	2 {Kuivauspuhallin}	Kuivauspuhallin					
23 4R1K	1 {TK1}	TE10_SISPUH	PTM1_4R1K				
23 4R1K	2 {TK1}	TE20_AUTOHALLI					
23 4R1K	3 {TK1}	TE45_JÄÄTÄRI					
24 2U10	1 {TK1}	PE01_SUODATIN	PTM1_2U10				
25 2I420	1 {TK1}	QE20_MITT	PTM1_2I420				
25 2I420	2 {TK1}	QE21_MITT					
26 2I420	1 {TK1}	QE22_MITT	PTM1_2I420				

Pistelista VAK2

1 4R1K	1 {TK2_Liiketila}	TE02_Tulo_lto_jälke	PTM1_4R1K
1 4R1K	2 {TK2_Liiketila}	TE10_tuloilma	
1 4R1K	3 {TK2_Liiketila}	TE30_poistoilma	
1 4R1K	4 {TK2_Liiketila}	TE45_PATT_paluu	
2 4R1K	1 {PK11_Kompressorihuo}	TE20_Kompressorihuo	PTM1_4R1K
2 4R1K	2 {TK2_Liiketila}	TE31_Poisto_lauhd_j	
2 4R1K	3 {TK2_Liiketila}	TE20_Huone	
3 2U10	1 {TK2_Liiketila}	PE01_Tulosuodatin	PTM1_2U10
3 2U10	2 {TK2_Liiketila}	PE31_Poistosuodatin	
4 2U10	1 {TK2_Liiketila}	PE10_Tulopaine	PTM1_2U10
4 2U10	2 {TK2_Liiketila}	PE30_Poistopaine	
5 4Y10S	1 {TK2_Liiketila}	TV45_LÄMMITYS	PTM1_4Y10S
5 4Y10S	2 {TK2_Liiketila}	Lto	
5 4Y10S	3 {TK2_Liiketila}	FZ02_Kierto\Raitis	
5 4Y10S	4 {TK2_Liiketila}	SC_TF1_säättö	
6 4Y10S	1 {TK2_Liiketila}	SC_PF1_säättö	PTM1_4Y10S
7 8D20E	1 {TK2_Liiketila}	PU40_LÄMM_ind	PTM1_8D20E
7 8D20E	2 {TK2_Liiketila}	SC_TF1_ind	
7 8D20E	3 {TK2_Liiketila}	SC_TF1_häl	
7 8D20E	4 {TK2_Liiketila}	SC_PF1_ind	
7 8D20E	5 {TK2_Liiketila}	SC_PF1_häl	
7 8D20E	6 {PK6_Kylmiöt_Tsto}	PK6_INDIKOINTI	
7 8D20E	7 {PK8_Liikehuoneisto}	HS20	
7 8D20E	8 {PK8_Liikehuoneisto}	PK8_ind	
8 8D20E	1 {PK11_Kompressorihuo}	PK11_ind	PTM1_8D20E
8 8D20E	2 {JK01}	JK01_Yhteishälytys	
8 8D20E	3 {TK2_Liiketila}	Lto_häiriö	
8 8D20E	4 {TK2_Liiketila}	PE32_Poistosuodatin	
9 2Q250	1 {TK2_Liiketila}	FG1_Raitis	PTM1_2Q250
9 2Q250	2 {TK2_Liiketila}	FZ30_Poisto	
10 2Q250	1 {TK2_Liiketila}	SC_TF1_ohj	PTM1_2Q250
10 2Q250	2 {TK2_Liiketila}	SC_PF1_ohj	
11 2Q250	1 {PK11_Kompressorihuo}	FZ01\30_Pellit	PTM1_2Q250
11 2Q250	2 {JK01}	Hälyvalo	
12 2Q250	1 {System}	Iv_hätäseis	PTM1_2Q250
12 2Q250	2 {TK2_Liiketila}	TAZ_Lukitus	
13 2Q250	1 {PK8_Liikehuoneisto}	PK8	PTM1_2Q250
13 2Q250	2 {PK11_Kompressorihuo}	PK11	
14 2Q250	1 {Valot}	Mainosvalot	PTM1_2Q250
14 2Q250	2 {Valot}	Ulkovalot	
15 2Q250	1 {Valot}	Sisävalo_1	PTM1_2Q250
15 2Q250	2 {Valot}	Sisävalo_2	
16 2U10	1 {TK2_Liiketila}	PE75_Lto	PTM1_2U10
17 2Q250	1 {TK2_Liiketila}	Lauhdutin_ohjaus	PTM1_2Q250
33 4R1K	1 {Lämmitys}	TE40_LÄMMITYS_MENO	PTM1_4R1K
33 4R1K	2 {IV_Verkosto}	TE40_IV_MENO	
34 2U10	1 {Lämmitys}	PE45_LÄM_PAINE	PTM1_2U10
34 2U10	2 {IV_Verkosto}	PE45_IV_PAINE	
35 2C	1 {Laskurit}	LM01_LÄMPÖMÄÄRÄ	PTM1_2C
35 2C	2 {Laskurit}	VM01_VESIMÄÄRÄ	
36 4Y10S	1 {Lämmitys}	TV49_LÄMMITYS	PTM1_4Y10S
36 4Y10S	2 {IV_Verkosto}	TV49_IV	
37 8D20E	1 {Lämmitys}	PU45_PAT_PUMPPU_IND	PTM1_8D20E
37 8D20E	2 {IV_Verkosto}	PU45_IV_PUMP_IND	
37 8D20E	3 {Lämmitys}	PU45_LÄM_SC_HÄL	
37 8D20E	4 {IV_Verkosto}	PU45_IV_SC_HÄL	
64 2Q250_M	1 {System}	A_hälytys	PTM1_2Q250_M
64 2Q250_M	2 {System}	B_hälytys	